



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique
et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

Université

Logo

OFFRE DE FORMATION
L.M.D.
LICENCE ACADEMIQUE
PROGRAMME NATIONAL
2018 – 2019

Etablissement	Faculté / Institut	Département
Domaine	Filière	Spécialité
Sciences et Technologies	Génie mécanique	Génie des matériaux



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique
et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

اللجنة البيداغوجية الوطنية
لميدان العلوم و التكنولوجيا
Comité Pédagogique
National du Domaine
Sciences et Technologies



عرض تكوين ل. م. د ليسانس أكاديمية

برنامج وطني 2019 - 2018

القسم	الكلية/ المعهد	المؤسسة

التخصص	الفرع	الميدان
هندسة المواد	هندسة ميكانيكية	علوم و تكنولوجيا

Sommaire	Page
I - Fiche d'identité de la licence	
1 - Localisation de la formation	
2 - Partenaires extérieurs	
3 - Contexte et objectifs de la formation	
A - Organisation générale de la formation : position du projet	
B - Objectifs de la formation	
C - Profils et compétences visés	
D - Potentialités régionales et nationales d'employabilité	
E - Passerelles vers les autres spécialités	
F - Indicateurs de performance attendus de la formation	
4 - Moyens humains disponibles	
A - Capacité d'encadrement	
B - Equipe pédagogique interne mobilisée pour la spécialité	
C - Equipe pédagogique externe mobilisée pour la spécialité	
D - Synthèse globale des ressources humaines mobilisée pour la spécialité	
5 - Moyens matériels spécifiques à la spécialité	
A - Laboratoires Pédagogiques et Equipements	
B - Terrains de stage et formations en entreprise	
C - Documentation disponible au niveau de l'établissement spécifique à la formation Proposée	
D - Espaces de travaux personnels et TIC disponibles au niveau du département, de l'institut et de la faculté	
II - Fiches d'organisation semestrielle des enseignements de la spécialité	
- Semestres	
- Récapitulatif global de la formation	
III - Programme détaillé par matière	
IV- Accords / conventions	
V- Avis et Visas des organes administratifs et consultatifs	
VI- Avis et Visa de la Conférence Régionale	
VII- Avis et Visa du Comité Pédagogique National de Domaine (CPND)	

I – Fiche d'identité de la Licence

1 - Localisation de la formation :

Faculté (ou Institut) :

Département :

Références de l'arrêté d'habilitation de la licence (joindre copie de l'arrêté)

2 - Partenaires extérieurs :

Autres établissements partenaires :

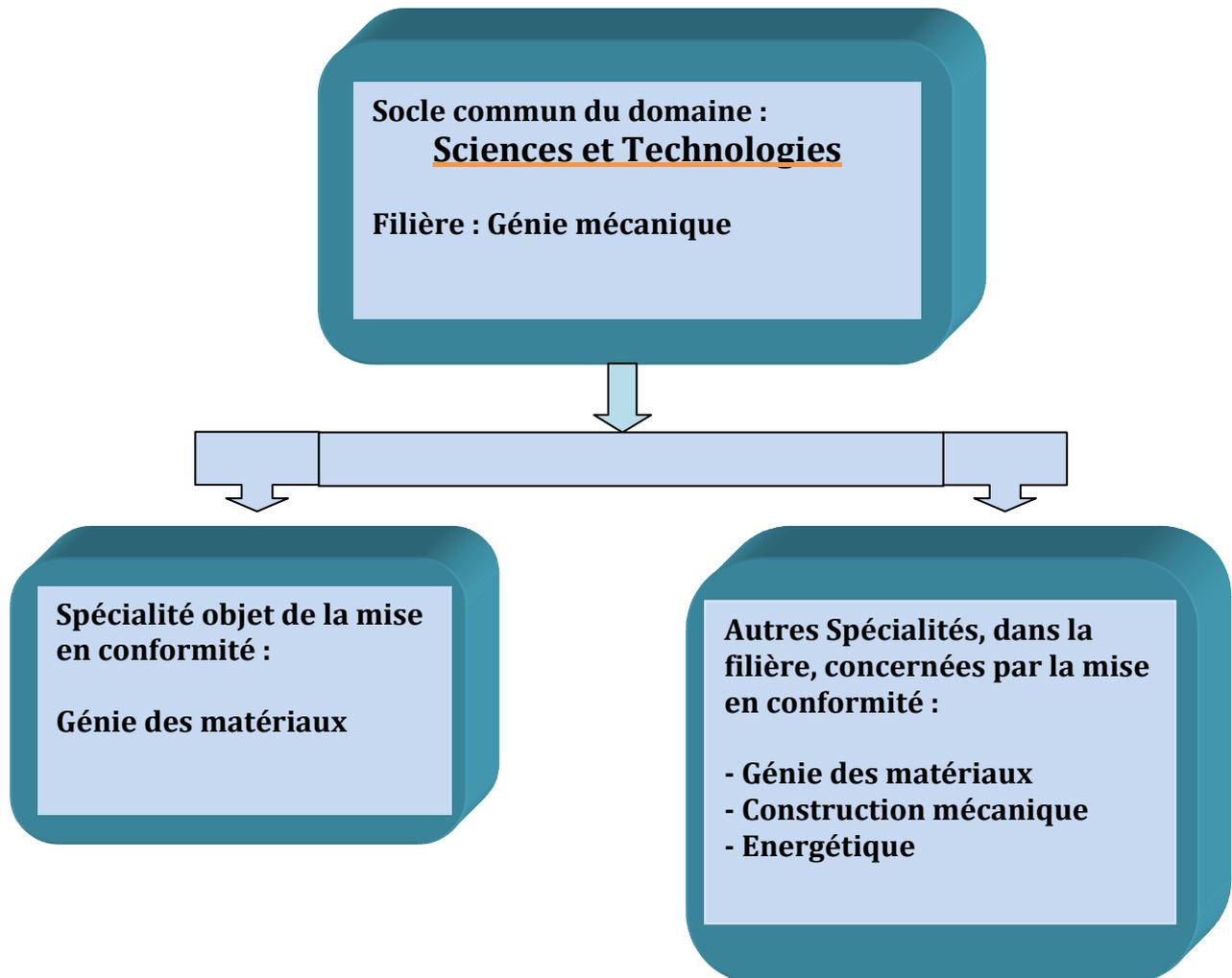
Entreprises et autres partenaires socio-économiques :

Partenaires internationaux :

3 – Contexte et objectifs de la formation

A – Organisation générale de la formation : position du projet

Si plusieurs licences sont proposées ou déjà prises en charge au niveau de l'établissement (même équipe de formation ou d'autres équipes de formation), indiquer dans le schéma suivant, la position de ce projet par rapport aux autres parcours.



B - Objectifs de la formation:

L'histoire du progrès de l'homme est marquée par sa capacité et son ingéniosité dans l'exploitation et l'innovation de nouveaux matériaux et de leur mise en forme pour son bien-être.

Cette tendance innovatrice dans ce monde fascinant de matériaux, qui connaît des développements incessants depuis deux siècles, continue de connaître jusqu'à ce jour des mutations sans précédents.

L'Algérie est un vaste pays en plein construction. Son développement et la construction de nouvelles infrastructures exigent des quantités gigantesques en matériaux divers. Heureusement, notre pays possède d'énormes richesses minières. Mais, cela n'est d'aucune utilité sans un investissement conséquent dans la composante humaine. C'est dans ce contexte que la formation de cadres dans le domaine du Génie des matériaux s'avère primordiale. Il ne s'agit pas d'un choix mais plutôt d'une obligation pour exploiter de la façon la plus efficace nos ressources. Cette Licence constitue une maille de grande importance dans cet effort de développement du pays puisqu'elle prend en charge la formation de compétences capables d'exploiter tout type de minerai. C'est à ce titre que cette Licence est proposée.

Les enseignements contenus dans cette licence ne s'arrêtent pas uniquement sur l'aspect de la caractérisation ou de la modélisation du comportement des différents types de matériaux, qui sont certes très importants, mais intègrent en outre des enseignements scientifiques et technologiques de base qui vont jusqu'à l'élaboration et la mise en œuvre des matériaux.

Sur un autre registre, cette formation se distingue par son caractère général qui veille à assurer un équilibre entre les différentes familles de matériaux. Il est clair qu'à notre ère la maîtrise d'un seul type de matériau peut se suffire pour une application limitée à un seul domaine mais constituera un handicap sérieux dans l'étude, le traitement et la conception d'un projet multisectoriel qui ferait intervenir d'autres types de matériaux. Une compétence avérée en Génie des matériaux doit donc impérativement inclure une formation de base concernant tous les types de matériaux avant une quelconque spécialisation et approfondissement dans un type de matériau spécifique.

Par ailleurs, il est aujourd'hui constaté qu'une partie considérable d'offres de parcours en Génie de matériaux comporte essentiellement des enseignements s'articulant sur l'aspect de la caractérisation et de la simulation du comportement. Cette tendance répond plutôt à une formation à caractère fortement fondamental, qui sans nul doute est important pour la production du savoir mais, qui ne fournit que peu de retombées sur le plan économique.

L'objectif attendu de cette licence est de conjuguer les deux aspects de la science : le fondamental et l'appliqué. En effet, cette formation aspire non seulement à préserver dans de larges proportions le caractère fondamental de la formation mais permet d'insérer également les autres aspects mentionnés plus haut.

Pour ce faire, il est fortement demandé aux établissements qui dispensent cette formation de veiller à l'acquisition d'équipements et d'appareillages nécessaires à l'accomplissement des enseignements méthodologiques dans les meilleures conditions telles qu'elles sont prévues dans la présente offre.

La licence en Génie des matériaux commence par deux premiers semestres dans le socle commun du domaine Sciences et Technologies, suivie de deux semestres dans la filière

mécanique. Ces quatre premiers semestres s'appuient sur une formation en sciences fondamentales telles que les mathématiques, la physique, la chimie, la thermodynamique et la mécanique. Les deux derniers semestres comportent des enseignements spécialisés sur les structures, les modes d'élaboration et les méthodes de mise en œuvre des différents types de matériaux. D'autres matières prennent en charge les lois de comportement des matériaux. À l'issue de sa formation, l'étudiant doit assimiler et maîtriser le savoir et les connaissances de base en Génie des matériaux. L'étudiant prendra connaissance des grandes familles de matériaux que sont les métaux, les polymères, les céramiques et les verres, ainsi que les matériaux composites. Ce savoir concerne, pour chaque classe de matériaux, les structures, les transformations, les propriétés et caractéristiques, leurs comportements, leurs mises en forme, leurs dégradations et les moyens de leurs protections.

Cette licence étant de type académique, elle propose un parcours permettant aux étudiants d'acquérir des connaissances de base qui leur permettent soit de poursuivre des études de master dans différentes options du Génie des matériaux ou d'intégrer le monde du travail dans différents domaines tels que la sidérurgie, la fonderie, la plasturgie, la construction mécanique, l'industrie du verre, l'industrie du céramique, les cimenteries, la transformation de matériaux, l'industrie automobile, la construction navale, les matériaux de construction, le Génie militaire, etc.

C – Profils et compétences visés:

Tout étudiant titulaire d'une licence en Génie des matériaux a la possibilité d'accès sur titre aux Masters correspondants à cette spécialité, en vue d'une carrière orientée vers les métiers du développement et de la recherche ou, vers les domaines de l'élaboration, de la caractérisation, de la mise en forme, la physico-chimie des matériaux, etc.

L'étudiant diplômé doit, entre autres, être capable de :

- Pouvoir classer un matériau ;
- Comprendre la relation dialectique entre la structure, les propriétés et la méthode de mise en forme d'un matériau ;
- Comprendre les critères et les principes de classement des familles de matériaux ;
- Comprendre la particularité de la structure de chaque famille de matériaux et de son impact sur leurs propriétés ;
- Assimiler les performances et les limites de chaque classe de matériaux ;
- Connaître les domaines et conditions d'utilisation des matériaux ;
- Pouvoir définir, à partir d'une fonction donnée d'un élément dans un système, le matériau possédant les caractéristiques fonctionnelles indispensables pour assurer un fonctionnement optimum ;
- Distinguer les matériaux ou l'ensemble de matériaux capables d'assurer des fonctions données ;
- Connaître les différents moyens de mesure des caractéristiques d'un matériau ;
- Caractériser un matériau et lui attribuer une identité (nuance) ;
- Apprendre les processus d'élaboration des différents matériaux.

D – Potentialités régionales et nationales d'employabilité:

L'Algérie dispose d'un tissu industriel très important. Les différents secteurs demandeurs des compétences en Génie de matériaux sont difficiles à cerner. Toutefois, on peut citer à titre d'exemple :

Les très grandes entreprises :

L'industrie sidérurgique, l'industrie du ciment, les briqueteries, l'industrie du verre, Sonatrach, ANABIB et ses filiales (entreprises de production des tubes métalliques de grandes dimensions), SONACOM (entreprise de production de véhicules industrielle), PMA (entreprise de production de machines agricoles), l'industrie militaire, ENICAB (entreprise de production de câbles électriques), l'industrie de l'emballage, ENPC (Entreprise nationale de transformation des matériaux plastiques et ses filiales).

Les PME et PMI :

Le domaine des matériaux de construction, la plasturgie, l'industrie de la mécanique, l'industrie de l'emballage, l'industrie de transformation des matériaux, l'industrie de la céramique, l'industrie des composites.

Les débouchés professionnels offerts par cette licence sont nombreux et concernent tous les secteurs d'activités :

- Les métiers de l'enseignement technique dans les lycées ;
- Les métiers de la formation professionnelle (Centres de formation professionnelle) ;
- Le métier de technicien dans les industries de matériaux de construction, de transformation des matériaux, l'emballage, la céramique, le verre, le bois, les briqueteries, les cimenteries, etc. ;
- Les fonctions de cadre dans l'administration publique telle que les services de commerce ;
- Les activités de bureaux d'études allant de la conception au dimensionnement (secteurs : le bâtiment, la construction mécanique, ergonomie, transports, ...).

E – Passerelles vers les autres spécialités:

Semestres 1 et 2 communs	
<u>Filière</u>	<u>Spécialités</u>
Aéronautique	Aéronautique
Génie civil	Génie civil
Génie climatique	Génie climatique
Génie maritime	Propulsion et Hydrodynamique navales Construction et architecture navales
Génie mécanique	Energétique Construction mécanique Génie des matériaux
Hydraulique	Hydraulique
Ingénierie des transports	Ingénierie des transports
Métallurgie	Métallurgie
Optique et mécanique de précision	Optique et photonique Mécanique de précision
Travaux publics	Travaux publics
Automatique	Automatique
Electromécanique	Electromécanique Maintenance industrielle
Electronique	Electronique
Electrotechnique	Electrotechnique
Génie biomédical	Génie biomédical
Génie industriel	Génie industriel
Télécommunication	Télécommunication
Génie des procédés	Génie des procédés
Génie minier	Exploitation des mines Valorisation des ressources minérales
Hydrocarbures	Hydrocarbures
Hygiène et sécurité industrielle	Hygiène et sécurité industrielle
Industries pétrochimiques	Raffinage et pétrochimie

Tableau des filières et spécialités du domaine Sciences et Technologies

Groupe de filières A		Semestre 3 commun
<u>Filière</u>	<u>Spécialités</u>	
Automatique	Automatique	
Electromécanique	Electromécanique	
	Maintenance industrielle	
Electronique	Electronique	
Electrotechnique	Electrotechnique	
Génie biomédical	Génie biomédical	
Génie industriel	Génie industriel	
Télécommunication	Télécommunication	

Groupe de filières B		Semestre 3 commun
<u>Filière</u>	<u>Spécialités</u>	
Aéronautique	Aéronautique	
Génie civil	Génie civil	
Génie climatique	Génie climatique	
Génie maritime	Propulsion et Hydrodynamique navales	
	Construction et architecture navales	
Génie mécanique	Energétique	
	Construction mécanique	
	Génie des matériaux	
Hydraulique	Hydraulique	
Ingénierie des transports	Ingénierie des transports	
Métallurgie	Métallurgie	
Optique et mécanique de précision	Optique et photonique	
	Mécanique de précision	
Travaux publics	Travaux publics	

Groupe de filières C		Semestre 3 commun
<u>Filière</u>	<u>Spécialités</u>	
Génie des procédés	Génie des procédés	
Génie minier	Exploitation des mines	
	Valorisation des ressources minérales	
Hydrocarbures	Hydrocarbures	
Hygiène et sécurité industrielle	Hygiène et sécurité industrielle	
Industries pétrochimiques	Raffinage et pétrochimie	

Les filières qui présentent des enseignements de base communs entre elles (semestre 3) ont été rassemblées en 3 groupes : A, B et C. Ces groupes correspondent schématiquement aux familles de Génie électrique (Groupe A), Génie mécanique et Génie civil (Groupe B) et finalement Génie des procédés et Génie minier (Groupe C).

Cette licence offre des programmes d'enseignements pluridisciplinaires et transversaux :

Pluridisciplinaires, en ce sens que les enseignements dans cette spécialité sont identiques à 100 % pour les semestres 1 et 2 avec l'ensemble des spécialités du domaine Sciences et Technologies. D'autre part, les enseignements du semestre 3 pour l'ensemble des spécialités du même groupe de filières sont également identiques à 100 %.

Semestre	Groupe de filières	Enseignements communs
Semestre 1	A - B - C	(30 / 30) Crédits
Semestre 2	A - B - C	(30 / 30) Crédits
Semestre 3	A - B	(18 / 30) Crédits
	A - C	(18 / 30) Crédits
	B - C	(24 / 30) Crédits

De façon transversale, cette Licence offre le choix à l'étudiant de rejoindre, s'il exprime le désir et en fonction des places pédagogiques disponibles:

- Toutes les autres spécialités du domaine ST à l'issue du semestre 2.
- Toutes les spécialités du même groupe de filières à l'issue du semestre 3.
- Toutes les spécialités d'un autre groupe de filières à l'issue du semestre 3 (Sous conditions d'équivalence et d'avis de l'équipe de formation).
- Toutes les spécialités du même groupe de filières à l'issue du semestre 4 (Sous conditions d'équivalence et d'avis de l'équipe de formation).

F – Indicateurs de performance attendue de la formation:

Toute formation doit répondre aux exigences de qualité d'aujourd'hui et de demain. A ce titre, pour mieux apprécier les performances attendues de la formation proposée d'une part et en exploitant la flexibilité et la souplesse du système LMD d'autre part, il est proposé, à titre indicatif, pour cette licence un certain nombre de mécanismes pour évaluer et suivre le déroulement des enseignements, les programmes de la formation, les relations étudiant/enseignant et étudiant/administration, le devenir des diplômés de cette licence ainsi que les appréciations des partenaires de l'université quant à la qualité des diplômés recrutés et/ou des enseignements dispensés. Il revient à l'équipe de formation d'enrichir cette liste avec d'autres critères en fonction de ses moyens et ses objectifs propres.

Les modalités d'évaluation peuvent être concrétisées par des enquêtes, un suivi sur terrain des étudiants en formation et des sondages auprès des diplômés recrutés ainsi qu'avec leurs employeurs. Pour cela, un rapport doit être établi, archivé et largement diffusé.

1. Evaluation du déroulement de la formation :

En plus des réunions ordinaires du comité pédagogique, une réunion à la fin de chaque semestre est organisée. Elle regroupe les enseignants et des étudiants de la promotion afin de débattre des problèmes éventuellement rencontrés, des améliorations possibles à apporter aux méthodes d'enseignement en particulier et à la qualité de la formation en général.

A cet effet, il est proposé ci-dessous une liste plus ou moins exhaustive sur les indicateurs et les modalités envisagées pour l'évaluation et le suivi de ce projet de formation par le comité pédagogique :

En amont de la formation :

- ✓ Evolution du taux d'étudiants ayant choisi cette Licence (Rapport offre / demande).
- ✓ Taux et qualité des étudiants qui choisissent cette licence.

Pendant la formation :

- ✓ Régularité des réunions des comités pédagogiques.
- ✓ Conformité des thèmes des Projets de Fin de Cycle avec la nature de la formation.
- ✓ Qualité de la relation entre les étudiants et l'administration.
- ✓ Soutien fourni aux étudiants en difficulté.
- ✓ Taux de satisfaction des étudiants sur les enseignements et les méthodes d'enseignement.

En aval de la formation :

- ✓ Taux de réussite des étudiants par semestre dans cette Licence.
- ✓ Taux de déperdition (échecs et abandons) des étudiants.
- ✓ Identification des causes d'échec des étudiants.
- ✓ Des alternatives de réorientation sont proposées aux étudiants en situation d'échec.
- ✓ Taux des étudiants qui obtiennent leurs diplômes dans les délais.
- ✓ Taux des étudiants qui poursuivent leurs études après la licence.

2. Evaluation du déroulement des enseignements:

Les enseignements dans ce parcours font l'objet d'une évaluation régulière (1 fois par an) par l'équipe de formation qui sera, à la demande, mise à la disposition des différentes institutions: Comité Pédagogique National du Domaine de Sciences et Technologies, Conférences Régionales, Vice-rectorat chargé de la pédagogie, Faculté, etc.

De ce fait, un système d'évaluation des programmes et des méthodes d'enseignement peut être mis en place basé sur les indicateurs suivants :

- ✓ Equipement des salles et des laboratoires pédagogiques en matériels et supports nécessaires à l'amélioration pédagogique (systèmes de projection (data shows), connexion wifi, etc.).
- ✓ Existence d'une plate-forme de communication et d'enseignement dans laquelle les cours, TD et TP sont accessibles aux étudiants et leurs questionnements solutionnés.
- ✓ Equipement des laboratoires pédagogiques en matériels et appareillages en adéquation avec le contenu des enseignements.

- ✓ Nombre de semaines d'enseignement effectives assurées durant un semestre et quid de l'absentéisme des étudiants ?
- ✓ Taux de réalisation des programmes d'enseignements.
- ✓ Numérisation et conservation des mémoires de Fin d'Etudes et/ou Fin de Cycles.
- ✓ Nombre de TPs réalisés ainsi que la multiplication du genre de TP par matière (diversité des TPs).
- ✓ Qualité du fonds documentaire de l'établissement en rapport avec la spécialité et son accessibilité.
- ✓ Appui du secteur socio-économique à la formation (visite d'entreprise, stage en entreprise, cours-séminaire assurés par des professionnels, etc.).

3. Insertion des diplômés :

Il est créé un comité de coordination, composé des responsables de la formation et des membres de l'Administration, qui est principalement chargé du suivi de l'insertion des diplômés de la filière dans la vie professionnelle, de constituer un fichier de suivi des diplômés de la filière, de recenser et/ou mettre à jour les potentialités économiques et industrielles existantes au niveau régional et national, d'anticiper et susciter de nouveaux métiers en relation avec la filière en association avec la chambre de commerce, les différentes agences de soutien à l'emploi, les opérateurs publics et privés, etc., de participer à toute action concernant l'insertion professionnelle des diplômés (organisation de manifestations avec les opérateurs socio-économiques).

Pour mener à bien ces missions, ce comité dispose de toute la latitude pour effectuer ou commander une quelconque étude ou enquête sur l'emploi et le post-emploi des diplômés. Ci-après, une liste d'indicateurs et de modalités qui pourraient être envisagés pour évaluer et suivre cette opération:

- ✓ Taux de recrutement des diplômés dans le secteur socio-économique dans un poste en relation directe avec la formation.
- ✓ Nature des emplois occupés par les diplômés.
- ✓ Diversité des débouchés.
- ✓ Installation d'une association des anciens diplômés de la filière.
- ✓ Création de petites entreprises par les diplômés de la spécialité.
- ✓ Degré de satisfaction des employeurs.

4 - Moyens humains disponibles :

A : Capacité d'encadrement (exprimée en nombre d'étudiants qu'il est possible de prendre en charge) :

Nombre d'étudiants:

B : Equipe pédagogique interne mobilisée pour la spécialité: (A renseigner et faire viser par la faculté ou l'institut)

Nom et Prénom	Diplôme de graduation	Diplôme de spécialité (Magister, doctorat)	Grade	Matières à enseigner	Emargement

Visa du département

Visa de la faculté ou de l'institut

C : Equipe pédagogique externe mobilisée pour la spécialité : (A renseigner et faire viser par la faculté ou l'institut)

Nom et Prénom	Etablissement de rattachement	Diplôme de graduation	Diplôme de spécialité (Magister, doctorat)	Grade	Matières à enseigner	Emargement

Visa du département

Visa de la faculté ou de l'institut

D : Synthèse globale des ressources humaines mobilisées pour la spécialité (L3) :

Grade	Effectif Interne	Effectif Externe	Total
Professeurs			
Maîtres de Conférences (A)			
Maîtres de Conférences (B)			
Maître Assistant (A)			
Maître Assistant (B)			
Autre (*)			
Total			

(*) Personnel technique et de soutien

B- Terrains de stage et formations en entreprise: (voir rubrique accords/conventions)

Lieu du stage	Nombre d'étudiants	Durée du stage

C- Documentation disponible au niveau de l'établissement spécifique à la formation proposée (Champ obligatoire):

D- Espaces de travaux personnels et TIC disponibles au niveau du département et de la faculté:

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

Semestre 1

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 : UEF 1.1 Crédits : 18 Coefficients : 9	Mathématiques 1	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Physique 1	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Structure de la matière	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Physique 1	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Chimie 1	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Informatique 1	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	Méthodologie de la rédaction	1	1	1h00			15h00	10h00		100%
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Les métiers en sciences et technologies 1	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Langue étrangère 1 (Français et/ou anglais)	2	2	3h00			45h00	05h00		100 %
Total semestre 1		30	17	16h00	4h30	4h30	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 : UEF 1.2 Crédits : 18 Coefficients : 9	Mathématiques 2	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Physique 2	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Thermodynamique	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Physique 2	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Chimie 2	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Informatique 2	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	Méthodologie de la présentation	1	1	1h00			15h00	10h00		100%
UE Découverte Code : UED 1.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Les métiers en sciences et technologies 2	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	Langue étrangère 2 (Français et/ou anglais)	2	2	3h00			45h00	05h00		100 %
Total semestre 2		30	17	16h00	4h30	4h30	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 : UEF 2.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Mathématiques 3	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Ondes et vibrations	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Mécanique des fluides	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Mécanique rationnelle	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Probabilités et statistiques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Informatique 3	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Dessin technique	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Ondes et vibrations	1	1			1h00	15h00	10h00	100%	
UE Découverte Code : UED 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Technologie de base	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Métrologie	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Anglais technique	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
Total semestre 3		30	17	13h30	7h30	4h00	375h00	375h00		

Semestre 4

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 : UEF 2.2.1 Crédits : 6 Coefficients : 3	Thermodynamique 2	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Fabrication Mécanique	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Fondamentale Code : UEF 2.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Mathématiques 4	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Méthodes numériques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.2.3 Crédits : 4 Coefficients : 2	Résistance des matériaux	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	Dessin DAO	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Mécanique des fluides	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Méthodes numériques	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Résistance des matériaux	1	1			1h00	15h00	10h00	100%	
	TP Fabrication Mécanique.	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Découverte Code : UED 2.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	Electricité industrielle	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Sciences des Matériaux	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 2.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Techniques d'expression et de communication	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
Total semestre 4		30	17	12h00	6h00	7h00	375h00	375h00		

Semestre 5

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 : UEF 3.1.1 Crédits : 8 Coefficients : 4	Transfert de chaleur et de masse	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Mécanique des milieux continus	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 3.1.2 Crédits : 10 Coefficients : 5	Métaux et alliages	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Céramiques et verres	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Liants et Bétons	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Méthodologique Code : UEM 3.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Transfert de chaleur et de masse	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Méthodes d'analyses et de caractérisations	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
	TP métaux et alliages	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Céramiques, verres et bétons	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Découverte Code : UED 3.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Assemblage des matériaux	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Normalisation	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 3.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Anglais scientifique	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
Total semestre 5		30	17	13h30	6h00	5h30	375h00	375h00		

Semestre 6

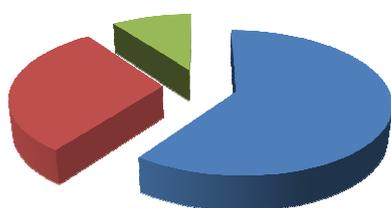
Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 3.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Polymères	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Matériaux composites	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Le bois et les mousses	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Fondamentale Code : UEF 3.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Rhéologie des matériaux	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Dégradation et protection des matériaux	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 3.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	Projet de Fin de Cycle	4	2			3h00	45h00	55h00	100%	
	TP Polymères	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Matériaux composites	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Corrosion	1	1			1h00	15h00	10h00	100%	
UE Découverte Code : UED 3.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	Initiation aux biomatériaux	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Impact des Matériaux sur l'Environnement	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 3.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Projet professionnel et gestion d'entreprise	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
Total semestre 6		30	17	12h00	6h00	7h00	375h00	375h00		

Les modes d'évaluation présentés dans ces tableaux, ne sont données qu'à titre indicatif, l'équipe de formation de l'établissement peut proposer d'autres pondérations.

Récapitulatif global de la formation :

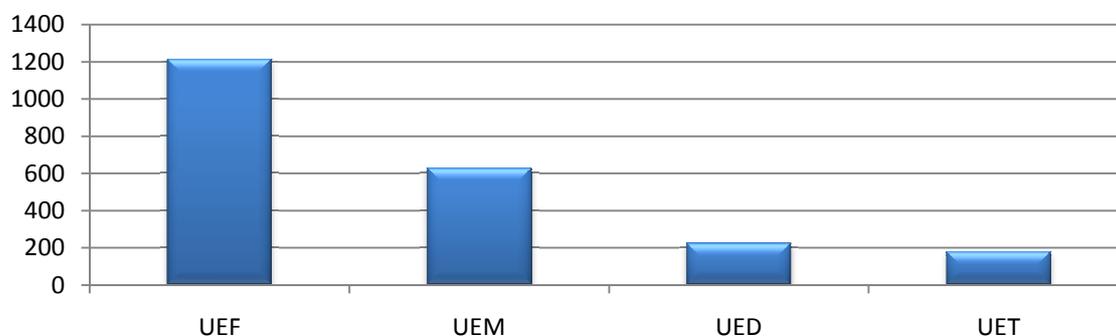
VH \ UE	UEF	UEM	UED	UET	Total
Cours	720h00	120h00	225h00	180h00	1267h30
TD	495h00	22h30	---	---	517h30
TP	---	487h30	---	---	465h00
Travail personnel	1485h00	720h00	25h00	20h00	2250h00
Autre (préciser)	---	---	---	---	---
Total	2700h00	1350h00	250h00	200h00	4500h00
Crédits	108	54	10	8	180
% en crédits pour chaque UE	60 %	30 %	10 %		100 %

Crédits des unités d'enseignement

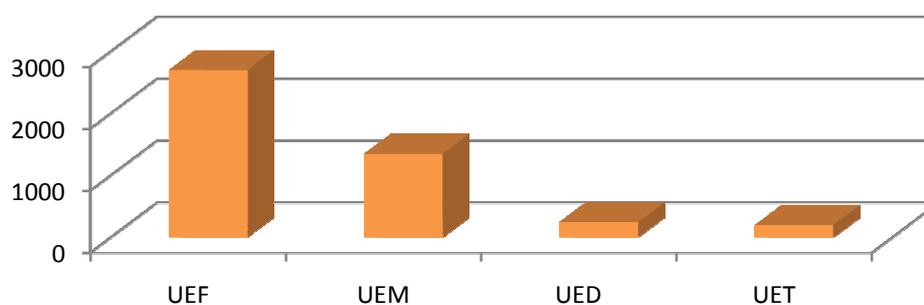


- Unités Fondamentales 60%
- Unités méthodologiques 30%
- Unités de découverte et transversales 10%

Volume horaire présentiel



Volume horaire global



III - Programme détaillé par matière

Semestre: 1

Unité d'enseignement: UEF 1.1

Matière 1: Mathématique1

VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)

Crédits: 6

Coefficient: 3

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Méthodes du raisonnement mathématique (1 Semaine)

- 1-1 Raisonnement direct
- 1-2 Raisonnement par contraposition
- 1-3 Raisonnement par l'absurde
- 1-4 Raisonnement par contre exemple
- 1-5 Raisonnement par récurrence

Chapitre 2. Les ensembles, les relations et les applications (2 Semaines)

- 2.1 Théorie des ensembles
- 2-2 Relation d'ordre, Relations d'équivalence
- 2-3 Application injective, surjective, bijective : définition d'une application, image directe, image réciproque, caractéristique d'une application.

Chapitre 3 Les fonctions réelles à une variable réelle (3 Semaines)

- 3-1 Limite, continuité d'une fonction
- 3-2 Dérivée et différentiabilité d'une fonction

Chapitre 4 Application aux fonctions élémentaires (3 Semaines)

- 4-1 Fonction puissance
- 4-2 Fonction logarithmique
- 4-3 Fonction exponentielle
- 4-4 Fonction hyperbolique
- 4-5 Fonction trigonométrique
- 4-6 Fonction inverse

Chapitre 5. Développement limité (2 Semaines)

- 5-1 Formule de Taylor
- 5-2 Développement limite
- 5-3 Applications

Chapitre 6. Algèbre linéaire (4 Semaines)

- 6-1 Lois et composition interne
- 6-2 Espace vectoriel, base, dimension (définitions et propriétés élémentaires)
- 6-3 Application linéaire, noyau, image, rang.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Semestre: 1

Unité d'enseignement: UEF 1.1

Matière 2: Physique1

VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)

Crédits: 6

Coefficient: 3

Contenu de la matière:

Rappels mathématiques

(2 Semaines)

1- Les équations aux dimensions

2- Calcul vectoriel

Chapitre 1. Cinématique

(5 Semaines)

1- Vecteur position dans les systèmes de coordonnées (cartésiennes, cylindrique, sphérique, curviligne)- loi de mouvement - Trajectoire

2- Vitesse et accélération dans les systèmes de coordonnées.

3- Applications : Mouvement du point matériel dans les différents systèmes de coordonnées.

4- Mouvement relatif.

Chapitre 2. Dynamique :

(4 Semaines)

1- Généralité : Masse - Force - Moment de force –Référentiel Absolu et Gallilien

2- Les lois de Newton

3- Principe de la conservation de la quantité de mouvement

4- Equation différentielle du mouvement

5- Moment cinétique

6- Applications de la loi fondamentale pour des forces (constante, dépendant du temps, dépendant de la vitesse, force centrale, etc).

Chapitre 3 Travail et énergie

(4 Semaines)

1- Travail d'une force

2- Energie Cinétique

3- Energie potentiel – Exemples d'énergie potentielle (pesanteur, gravitationnelle, élastique)

4- Forces conservatives et non conservatives - Théorème de l'énergie totale

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1
Matière 3: Chimie1
VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)
Crédits: 6
Coefficient: 3

Contenu de la matière:

Chapitre 1. NOTIONS FONDAMENTALES (2 Semaines)

Etats et caractéristiques macroscopiques des états de la matière, changements d'états de la matière, notions d'atome, molécule, mole et nombre d'Avogadro, unité de masse atomique, masse molaire atomique et moléculaire, volume molaire, Loi pondérale : Conservation de la masse (Lavoisier), réaction chimique, Aspect qualitatif de la matière, Aspect quantitatif de la matière :

Chapitre 2. PRINCIPAUX CONSTITUANTS DE LA MATIERE (3 Semaines)

Introduction : Expérience de Faraday : relation entre la matière et l'électricité, Mise en évidence des constituants de la matière et donc de l'atome et, quelques propriétés physiques (masse et charge), Modèle planétaire de Rutherford, Présentation et caractéristiques de l'atome (Symbole, numéro atomique Z, numéro de masse A, nombre de proton, neutrons et électron), Isotopie et abondance relative des différents isotopes, Séparation des isotopes et détermination de la masse atomique et de la masse moyenne d'un atome : Spectrométrie de masse : spectrographe de Bainbridge, Energie de liaison et de cohésion des noyaux, Stabilité des noyaux :

Chapitre 3 RADIOACTIVITE - REACTIONS NUCLEAIRES (1 Semaine)

Radioactivité naturelle (rayonnements α , β et γ), Radioactivité artificielle et les réactions nucléaires, Cinétique de la désintégration radioactive, Applications de la radioactivité

Chapitre 4 STRUCURE ELECTRONIQUE DE L'ATOME (4 Semaines)

Dualité onde-corpuscule, Interaction entre la lumière et la matière, Modèle atomique de Bohr : atome d'hydrogène, L'atome d'hydrogène en mécanique ondulatoire, Atomes poly électroniques en mécanique ondulatoire

Chapitre 5. LA CLASSIFICATION PERIODIQUE DES ELEMENTS (2 Semaines)

Classification périodique de D. Mendeleiev, Classification périodique moderne, Evolution et périodicité des propriétés physico-chimiques des éléments, Calcul des rayons (atomique et ionique), les énergies d'ionisation successives, affinité électronique et l'électronégativité (échelle de Mulliken) par les règles de Slater

Chapitre 6. LIAISONS CHIMIQUES (3 Semaines)

La liaison covalente dans la théorie de Lewis, La Liaison covalente polarisée, moment dipolaire et caractère ionique partielle de la liaison, Géométrie des molécules : théorie de Gillespie ou VSEPR, La liaison chimique dans le modèle quantique

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Semestre: 1

Unité d'enseignement: UEM 1.1

Matière 1: TP Physique1

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Contenu de la matière:

5 manipulations au minimum (3H00 / 15 jours) : (15 Semaine)

- Méthodologie de présentation de compte rendu de TP et calcul d'erreurs.
- Vérification de la 2^{eme} loi de Newton
- Chute libre
- Pendule simple
- Collisions élastiques
- Collisions inélastiques
- Moment d'inertie
- Force centrifuge

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%

Semestre: 1

Unité d'enseignement: UEM 1.1

Matière 2: TP Chimie

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Contenu de la matière:

1. La sécurité au laboratoire

(15 semaines)

- Notions de danger et de risque
- Règles générales de sécurité,
- Sécurité au laboratoire de chimie,
- Pictogrammes, stockage des produits chimiques,
- Elimination des déchets
- Premiers secours.

2. Préparation des solutions

3. Dosage acido-basique:

- Acide fort, base forte.
- Acide faible base forte.

4. Iodométrie :

- Eléments théoriques sur l'oxydoréduction :
- Titration d'une solution aqueuse d'iode par une solution aqueuse de thiosulfate de sodium.

5. Manganimétrie :

- Dosage de l'ion permanganate en milieu acide par une solution d'acide oxalique.
- Dosage en retour d'une solution de bichromate de potassium à l'aide d'une solution aqueuse de sel ferreux de titre connu.

6. Construction des édifices moléculaires

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%

Semestre: 1**Unité d'enseignement: UEM 1.1****Matière 3: Informatique1****VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TP: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectif et recommandations:**

L'objectif de la matière est de permettre aux étudiants d'apprendre à programmer avec un langage évolué (Fortran, Pascal ou C). Le choix du langage est laissé à l'appréciation de chaque établissement. La notion d'algorithme doit être prise en charge implicitement durant l'apprentissage du langage.

Les TP ont pour objectif d'illustrer les notions enseignées durant le cours. Ces derniers doivent débiter avec les cours selon le planning suivant :

- TP's initiatiques de familiarisation avec la machine informatique d'un point de vu matériels et systèmes d'exploitation (exploration des différentes fonctionnalités des OS)
- TP's d'initiation à l'utilisation d'un environnement de programmation (Edition, assemblage, compilation etc...)
- TP's applicatifs des techniques de programmation vues en cours.

Contenu de la matière:**Chapitre 1. Introduction à l'informatique****(5 Semaines)**

- 1- Définition de l'informatique
- 2- Evolution de l'informatique et des ordinateurs
- 3- Les systèmes de codage des informations
- 4- Principe de fonctionnement d'un ordinateur
- 5- Partie matériel d'un ordinateur
- 6- Partie système

Les systèmes de base (les systèmes d'exploitation (Windows, Linux, Mac OS,...))

Les langages de programmations, les logiciels d'application

Chapitre 2. Notions d'algorithme et de programme**(7 Semaines)**

- 1- Concept d'un algorithme
- 2- Représentation en organigramme
- 3- Structure d'un programme
- 4- La démarche et analyse d'un problème
- 5- Structure des données
- Constantes et variables, Types de données
- 6- Les operateurs

L'opérateur d'affectation, Les opérations arithmétiques, Les operateurs relationnels, Les operateurs logiques, Les priorités dans les opérations

7- Les opérations d'entrée/sortie

8- Les structures de contrôle

Les structures de contrôle conditionnel, Les structures de contrôle répétitives

Chapitre 3 Les variables Indicées**(3 Semaines)**

1- Les tableaux unidimensionnels

Représentation en mémoire, Operations sur les tableaux

2- Les tableaux bidimensionnels

Représentation en mémoire, Operations sur les tableaux bidimensionnels

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Semestre: 1

Unité d'enseignement: UEM 1.1

Matière 4: Méthodologie de la rédaction

VHS: 15h00 (Cours: 1h00)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Notions et généralités sur les techniques de la rédaction (2 Semaines)

- Définitions, normes

☒☒ Applications : rédaction d'un résumé, d'une lettre, d'une demande

Chapitre 2. Recherche de l'information, synthèse et exploitation (3 Semaines)

- Recherche de l'information en bibliothèque (format papier: ouvrages, revues)

- Recherche de l'information sur Internet (numérique : bases de donnée ; moteurs de recherche ...etc).

- Applications

Chapitre 3 Technique et procédures de la rédaction (3 Semaines)

- Principe de base de la rédaction- ponctuation, syntaxe, phrases

- La longueur des phrases

- La division en paragraphes

- L'emploi d'un style neutre et la rédaction a la troisième personne

- La lisibilité

- L'objectivité

- La rigueur intellectuelle et plagiat

Chapitre 4 Rédaction d'un Rapport (4 Semaines)

Pages de garde, Le sommaire, Introduction, Méthode, Résultats, Discussion, Conclusion, Bibliographie, Annexes, Résumé et mots clés

Chapitre 5. Applications (3 Semaines)

Compte rendu d'un travail pratique

Mode d'évaluation:

Contrôle Examen: 100%.

Semestre: 1

Unité d'enseignement: UED 1.1

Matière 1: Les métiers de sciences et technologies1

VHS: 22h30 (Cours: 1h30)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Contenu de la matière:

Chapitre 1. I.1. Métiers de l'électronique, électrotechnique, systèmes de communication et nouvelles technologies de capteurs (3 Semaines)

- Industrie de l'électronique, électrotechnique
- Instrumentation et microsystèmes
- Avancées technologiques en Electronique, Télécommunications et Technologie des Capteurs (Domotique, Téléphonie mobile, Contrôle non destructif, Imagerie ultrasonore, Aéronautique, Transports routiers et ferroviaires, Vidéosurveillance, Sécurité des biens et des personnes, Sécurité dans les transports)

I.2. Métiers de l'automatique et de l'informatique industrielle (2 Semaines)

- Histoire de l'automatique et de l'informatique industrielle
- Applications de l'informatique
- automates programmables
- Domaines d'applications (centrales de production d'électricité, systèmes industriels continus, robots industriels et autonomes, applications embarquées pour l'automobile)

Chapitre 2. II.1 Introduction au génie des procédés (2 Semaines)

- Historique du génie des procédés
- Procédé industriel, génie chimique et grands domaines de la chimie Industrielle
- Rôle du spécialiste des procédés

II.2. Introduction au génie minier (2 Semaines)

- Industrie minière et Secteurs miniers ;
- Rôle du spécialiste des mines

II.3. Hydrocarbures et industrie pétrochimiques (2 Semaines)

- Les différents Hydrocarbures : de la production a la commercialisation
- Définition de la pétrochimie ; Différents axes de la pétrochimie et produits de la pétrochimie
- Rôle du spécialiste dans l'industrie pétrolière et gazière

II.4 Hygiène sécurité (2 Semaines)

- Définition et différents axes de la filière HSE
- Les Secteurs d'activité
- Rôle du spécialiste et formation du spécialiste en HSE

Mode d'évaluation:

Contrôle Examen: 100%.

Semestre: 1**Unité d'enseignement: UET 1.1****Matière 1: Langue française1****VHS: 22h30 (Cours: 1h30)****Crédits: 1****Coefficient: 1****Contenu de la matière:****Chapitre 1: La bibliothèque et les livres (1 Semaine)**

- Les livres – Recherche de l'information
- La communication verbale
- Ecrire, communiquer avec des mots

Chapitre 2: La grammaire et le style (3 Semaines)

- Les temps et les modes
- La coordination et la subordination
- Les discours direct, indirect et indirect libre
- La ponctuation
- L'énonciation

Chapitre 3: Définition et base de la typologie (2 Semaines)

- Définitions du texte
- Définition de la typologie
- Base de la typologie

Chapitre 4: Typologies textuelles (3 Semaines)

- Typologie textuelle ou homogène
- Typologie intermédiaire
- Typologies fonctionnelles (schéma général de la communication)
- Typologies énonciatives
- Typologies situationnelles
- Typologie hétérogène

Chapitre 5: La narration (3 Semaines)

- Modes narratifs
- Voix narratives
- Perspectives narratives
- Instance narrative
- Le temps et l'espace

Chapitre 6: Le texte argumentatif – structure (3 Semaines)

- Les modes d'argumentation
- Les idées de l'argumentation
- L'objectivité et la subjectivité
- Le résumé et la formulation
- La lecture méthodique

Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

Semestre: 1**Unité d'enseignement: UET 1.1****Matière 1: Langue Anglaise1****VHS: 22h30 (Cours: 1h30)****Crédit: 1****Coefficient: 1****Objective:**

The English syllabus consists of the following major parts. Sample texts are used to let students acquainted with both Scientific and Technical English as well as for both scientific and technical vocabulary and grammar acquisition.

The texts are selected according to the vocabulary built up, familiarization with both scientific and technical matters in English and further comprehension. Each text is therefore followed by a set of vocabulary concepts, a set of special phrases (idioms) and comprehension questions.

There is also a terminology which means the translation of some words from English to French one. Besides, the texts are followed at the end by a translation of long statements which are selected from the texts.

Program Content:**A. Phonetics: (3 Weeks)**

- Consonant sounds: eg : /k/; /m/; /b/; /j/
- Vowels sounds: eg: /e/; /i/; /u:/
- Diphthongs: eg: /aI/; /eI/
- Triphthongs: eg: /eIa/; /aIa/

B. General Grammar: (6 Weeks)

1- Parts of speech

- Verb: definition, transitive, negative form, interrogative form, regular, irregular ...
- Noun: definition, kind, singular, plural, compound nouns ...
- Adverbs: definition
- Adjectives: definition

2- Types of sentences

- Simple sentences
- Compound sentences (using connectors eg.: but, ...)
- Complex sentences (using relative pronouns eg. who, where, ...)

C. Texts (6 Weeks)

Each semester may include scientific or technical texts in which we focus on the application of the previous lessons.

Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2
Matière 1: Mathématique2
VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)
Crédits: 6
Coefficient: 3

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Matrices et déterminants (3 Semaines)

- 1-1 Les matrices (Définition, opération)
- 1-2 Matrice associée a une application linéaire
- 1-3 Application linéaire associée a une matrice
- 1-4 Changement de base, matrice de passage

Chapitre 2 : Systèmes d'équations linéaires (2 Semaines)

- 2-1 Généralités
- 2-2 Etude de l'ensemble des solutions
- 2-3 Les méthodes de résolutions d'un système linéaire
- Résolution par la méthode de Cramer
- Résolution par la méthode de la matrice inverse
- Résolution par la méthode de Gauss

Chapitre 3 : Les intégrales (4 Semaines)

- 3-1 Intégrale indéfinie, propriété
- 3-2 Intégration des fonctions rationnelles
- 3-3 Intégration des fonctions exponentielles et trigonométriques
- 3-4 L'intégrale des polynômes
- 3-5 Intégration définie

Chapitre 4 : Les équations différentielles (4 Semaines)

- 4-1 les équations différentielles ordinaires
- 4-2 les équations différentielles d'ordre 1
- 4-3 les équations différentielles d'ordre 2
- 4-4 les équations différentielles ordinaires du second ordre a coefficient constant

Chapitre 5 : Les fonctions à plusieurs variables (2 Semaines)

- 5-1 Limite, continuité et dérivées partielles d'une fonction
- 5-2 Différentiabilité
- 5-3 Intégrales double, triple

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2
Matière 2: Physique2
VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)
Crédits: 6
Coefficient: 3

Contenu de la matière:

Rappels mathématiques :

(1 Semaine)

- 1- Eléments de longueur, de surface, de volume dans des systèmes de coordonnées cartésiennes, cylindriques, sphériques.
- 2- Dérivées et intégrales multiples.

Chapitre I. Electrostatique :

(6 Semaines)

- 1- Charges et champs électrostatiques.
- 2- Potentiel électrostatique.
- 3- Dipôle électrique.
- 4- Flux du champ électrique.
- 5- Théorème de Gauss.
- 6- Conducteurs en équilibre.
- 7- Pression électrostatique.
- 8- Capacité d'un conducteur et d'un condensateur.

Chapitre II. Electrocinétique :

(4 Semaines)

- 1- Conducteur électrique.
- 2- Loi d'Ohm.
- 3- Loi de Joule.
- 4- Les Circuits électriques.
- 5- Application de la Loi d'Ohm aux réseaux.
- 6- Lois de Kirchhoff.

Chapitre III. Electromagnétisme :

(4 Semaines)

- 1- Définition d'un champ magnétique.
- 2- Force de Lorentz.
- 3- Loi de Laplace.
- 4- Loi de Faraday.
- 5- Loi de Biot et Savart.
- 6- Dipôle magnétique.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2
Matière 3: Thermodynamique
VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)
Crédits: 6
Coefficient: 3

Contenu de la matière:

CHAPITRE I : Généralités sur la thermodynamique (2 Semaines)

- 1- Propriétés fondamentales des fonctions d'état
- 2- Définitions des systèmes thermodynamiques et le milieu extérieur
- 3- Description d'un système thermodynamique
- 4- Evolution et états d'équilibre thermodynamique d'un système
- 5- Transferts possibles entre le système et le milieu extérieur
- 6- Transformations de l'état d'un système (opération, évolution)
- 7- Rappel des lois des gaz parfaits

CHAPITRE II (2,5 semaines)

- 1- Notion de température
- 2- Notion de chaleur ou de quantité de chaleur Q
- 3- Calorimétrie
- 4- Le travail

CHAPITRE III : Le premier principe de la thermodynamique (2,5 semaines)

- 1) Equivalence entre chaleur et travail
- 2) Enonce du premier principe
- 3) Expression générale du premier principe
- 4) Définition de l'énergie interne U
- 5) Expression différentielle de l'énergie interne
- 6) Expression différentielle du premier principe
- 7) Calcul de la variation de l'énergie interne ΔU
- 8) Notion de l'enthalpie H

CHAPITRE IV : Applications du premier principe de la thermodynamique à la *thermochimie*

Chaleurs de réaction, l'état standard, l'enthalpie standard de formation, l'enthalpie de dissociation, l'enthalpie de changement d'état physique, l'enthalpie d'une réaction chimique **(1,5 semaine)**

CHAPITRE V : 2ème principe de la thermodynamique (03 semaines)

- 1- Introduction
- 2- Notion d'entropie
- 3- Machines thermiques

CHAPITRE VI : 3ème Principe et entropie absolue (01 semaine)

- 1) Enonce du 3ème Principe, l'entropie absolue à zéro Kelvin ($^{\circ}\text{K}$)
- 2) L'entropie absolue molaire standard d'un corps pur
- 3) L'entropie absolue molaire standard à T Kelvin (TK)
- 4) L'entropie absolue molaire standard S_T d'un (solide, liquide, gaz) pur
- 5) La variation d'entropie d'une réaction chimique ΔS_R
- 6) La variation d'entropie d'une réaction chimique à une température T ; $\Delta S_R(T)$

CHAPITRE VII : Energie et enthalpie libres – Critères d'évolution d'un système (02,5 semaines)

- 1- Introduction,
- 2- Energie et enthalpie libre
- 3- Les équilibres chimiques

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2
Matière 1: TP Physique2
VHS: 45h00 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Contenu de la matière:

5 manipulations au minimum (3H00 / 15 jours) : (15 Semaines)

- Présentation d'instruments de mesure (Voltmètre, ampèremètre, rhéostat, oscilloscopes, générateur, etc .
- Les surfaces équipotentielles en électrostatique.
- Association et Mesure de résistances
- Association et Mesure de capacités
- Diviseurs de tension et de courant
- Charge et décharge d'un condensateur
- Oscilloscope
- TP sur le magnétisme

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2
Matière 2: TP chimie2
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Contenu de la matière:

Chapitre 1.

1. Equation des gaz parfaits : (15 Semaines)

- Le système gazeux,
- Vérification des trois lois empiriques (Lois de Boyle-Mariotte, Gay Lussac, Charles- Amontons).

2. Détermination de la capacité massique des solides

3. Détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur (J)

4. Application du premier principe de la thermodynamique :

- Détermination de l'énergie libérée par une réaction chimique (HCl / NaOH)

5. La pompe à chaleur (cycle inverse de Carnot)

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2
Matière 3: Informatique2
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TP: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Contenu de la matière:

Chapitre 1: Les fonctions et procédures (6 Semaines)

1- Les fonctions

Les types de fonctions, déclaration des fonctions, appelle de fonctions

2- Les procédures

Notions de variables globales et de variables locales, procédure simple, procédure avec arguments

Chapitre 2: Les enregistrements et fichiers (4 Semaines)

1- Structure de données hétérogènes

2- Structure d'un enregistrement (notion de champs)

3- Manipulation des structures d'enregistrements

4- Notion de fichier

5- Les modes d'accès aux fichiers

6- Lecture et écriture dans un fichier

Chapitre 3: Notions avancées (5 Semaines)

1- La récursivité

2- La programmation modulaire

3- Le graphisme

4- Les pointeurs

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1- Les algorithmes pour les Nuls grand format Livre de John Paul Mueller (Informaticien, USA) et Luca Massaron 2017

2- Algorithmique: cours avec 957 exercices et 158 problèmes Livre de Charles E. Leiserson, Clifford Stein et Thomas H. Cormen 2017

3- Algorithmes: Notions de base Livre de Thomas H. Cormen 2013

Semestre: 2

Unité d'enseignement: UEM 1.2

Matière 4: Méthodologie de la présentation

VHS: 15h00 (Cours: 1h00)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : L'exposé oral

(3 Semaines)

La communication

Préparation d'un exposé oral

Différents types de plans

Chapitre 2 : présentation d'un exposé oral

(3 Semaines)

Structure d'un exposé oral

Présentation d'un exposé oral

Chapitre 3 : Plagiat et propriété intellectuelle

(3 Semaines)

1- Le plagiat

Définitions du plagiat, sanction du plagiat, comment emprunter les travaux des autres auteurs, les citations, les illustrations, comment être sûres d'éviter le plagiat ?

2- Rédaction d'une bibliographie

Définition, objectifs, comment présenter une bibliographie, rédaction de la bibliographie

Chapitre 08 : Présenter un travail écrit (6 Semaines)

- Présenter un travail écrit

- Applications : présentation d'un exposé oral

Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UED 1.2
Matière 1: Les métiers sciences et technologies2
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Contenu de la matière:

Chapitre I. Filière Génie mécanique et métallurgie

(6 Semaines)

- Origines (textile, première industrie mécanisée, Machine à vapeur,...)
- Progrès technique et son adaptation
- Domaines de la mécanique (transformation des métaux, production et maintenance des équipements industriels, aéronautique, transformations de l'énergie,...)
- Les métiers de l'industrie mécanique (ingénieur en construction mécanique et fabrication mécanique, ingénieur thermicien,...)
- Les métiers de la métallurgie et de la plasturgie

Chapitre II. Filière Génie maritime

(2 Semaines)

- Architecte naval et navigation
- Ingénieur en équipement naval

Chapitre III. Filière Génie Civil et hydraulique

(4 Semaines)

- Historique sur la construction et sur l'emploi du béton
- Matériaux de construction
- Travaux Publics et Aménagement
- Infrastructures routières et ferroviaires, ponts, ouvrages de soutènement, barrages,
- Les différents métiers dans le génie civil et le BTP
- Introduction et historique de l'hydraulique
- Champs d'étude de l'hydraulique (Alimentation en eau potable AEP et Assainissement, écoulements hydrauliques)
- Métiers en hydraulique

Chapitre 4 : Filière Energies renouvelables & filière génie des sciences de l'environnement

(2 Semaines)

Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UET 1.2
Matière 1: Langue française2
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Contenu de la matière:

Chapitre 1: Le texte explicatif (5 Semaines)

- Définitions (1 Cours)
- Présentation d'un texte explicatif
- Structure d'un texte explicatif
- 1.1 Fonctions du texte explicatif (1 Cours)
 - La fonction informative
 - La fonction didactique
- 1.2 Caractéristiques du texte explicatif (3 Cours)
 - Différence avec un texte descriptif
 - Caractéristiques d'organisation
 - Caractéristiques lexicales et grammaticales (pronom personnel, forme verbale, connecteurs logiques)
 - La cohérence et la cohésion
 - Les opérations requises pour la production d'une explication
 - La situation d'énonciation d'un texte

Chapitre 2: Les outils de lecture (5 Semaines)

- Rédiger une fiche de lecture
- Prendre des notes
- Construire un paragraphe

Chapitre 3: La dissertation (3 Semaines)

- Analyser un sujet
- Dégager une problématique
- Bâtir un plan
- Rédiger une introduction
- Rédiger une conclusion
- Faire un résumé

Chapitre 4: Préparer un oral (1 Semaine)

Chapitre 5: Analyser une œuvre, texte, image et forme (2 Semaines)

- La sémiotique et la sémiologie
- La rhétorique et la stylistique

Chapitre 6: La synthèse de documents – Exposés (2 Semaines)

Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

Semestre: 2

Unité d'enseignement: UET 1.2

Matière 1: Langue Anglaise2

VHS: 22h30 (Cours: 1h30)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Objective:

The English syllabus consists of the following major parts. Sample texts are used to let students acquainted with both Scientific and Technical English as well as for both scientific and technical vocabulary and grammar acquisition.

The texts are selected according to the vocabulary built up, familiarization with both scientific and technical matters in English and further comprehension. Each text is therefore followed by a set of vocabulary concepts, a set of special phrases (idioms) and comprehension questions.

There is also a terminology which means the translation of some words from English to French one. Besides, the texts are followed at the end by a translation of long statements which are selected from the texts.

Program Content

A. Phonetics: (3 weeks)

- Pronunciation of the final (ed)
- Silent letters: definition, spelling + pronunciation of each letter

B. General Grammar: : (6 weeks)

1- Tenses

Simple present, simple past, simple future, present continuous, present perfect, past perfect

2- Modals

- eg: can, may, should, must ...

3- Ask questions using "wh questions": (means all questions wich start with wh questions)

- eg.: who, where, when, how ...

C. Texts: (6 weeks)

Each semester may include scientific or technical texts in which we focus on the application of the previous lessons.

Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

Semestre: 3**Unité d'enseignement: UEF 2.1.1****Matière 1: Mathématiques 3****VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)****Crédits: 6****Coefficient: 3****Objectifs de l'enseignement:**

À la fin de ce cours, l'étudiant(e) devrait être en mesure de connaître les différents types de séries et ses conditions de convergence ainsi que les différents types de convergence.

Connaissances préalables recommandées

Mathématiques 1 et Mathématiques 2

Contenu de la matière :**Chapitre 1 : Intégrales simples et multiples** **3 semaines**

- 1.1 Rappels sur l'intégrale de Riemann et sur le calcul de primitives.
- 1.2 Intégrales doubles et triples.
- 1.3 Application au calcul d'aires, de volumes...

Chapitre 2 : Intégrales impropres **2 semaines**

- 2.1 Intégrales de fonctions définies sur un intervalle non borné.
- 2.2 Intégrales de fonctions définies sur un intervalle borné, infinies à l'une des extrémités.

Chapitre 3 : Equations différentielles **3 semaines**

- 3.1 Rappel sur les équations différentielles ordinaires.
- 3.2 Equations aux dérivées partielles.
- 3.3 Fonctions spéciales.

Chapitre 4 : Séries **2 semaines**

- 4.1 Séries numériques.
- 4.2 Suites et séries de fonctions.
- 4.3 Séries entières, séries de Fourier.

Chapitre 5 : Transformation de Fourier **3 semaines**

- 5.1 Définition et propriétés.
- 5.2 Application à la résolution d'équations différentielles.

Chapitre 6 : Transformation de Laplace **2 semaines**

- 6.1 Définition et propriétés.
- 6.2 Application à la résolution d'équations différentielles.

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

Références bibliographiques:

(Selon la disponibilité de la documentation au niveau de l'établissement, Sites internet...etc.)

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEF 2.1.1
Matière 2: Ondes et Vibrations
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement

Initier l'étudiant aux phénomènes de vibrations mécaniques restreintes aux oscillations de faible amplitude pour 1 ou 2 degrés de liberté ainsi que l'étude de la propagation des ondes mécaniques

Connaissances préalables recommandées

Mathématiques 2, Physique 1 et Physique 2

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction aux équations de Lagrange **2 semaines**

- 1.1 Equations de Lagrange pour une particule
 - 1.1.1 Equations de Lagrange
 - 1.1.2 Cas des systèmes conservatifs
 - 1.1.3 Cas des forces de frottement dépendant de la vitesse
 - 1.1.4 Cas d'une force extérieure dépendant du temps
- 1.2 Système à plusieurs degrés de liberté.

Chapitre 2 : Oscillations libres des systèmes à un degré de liberté **2 semaines**

- 2.1 Oscillations non amorties
- 2.2 Oscillations libres des systèmes amortis

Chapitre 3 : Oscillations forcées des systèmes à un degré de liberté **1 semaine**

- 3.1 Équation différentielle
- 3.2 Système masse-ressort-amortisseur
- 3.3 Solution de l'équation différentielle
 - 3.3.1 Excitation harmonique
 - 3.3.2 Excitation périodique
- 3.4 Impédance mécanique

Chapitre 4 : Oscillations libres des systèmes à deux degrés de liberté **1 semaine**

- 4.1 Introduction
- 4.2 Systèmes à deux degrés de liberté

Chapitre 5 : Oscillations forcées des systèmes à deux degrés de liberté **2 semaines**

- 5.1 Equations de Lagrange
- 5.2 Système masses-ressorts-amortisseurs
- 5.3 Impédance
- 5.4 Applications
- 5.5 Généralisation aux systèmes à n degrés de liberté

Chapitre 6 : Phénomènes de propagation à une dimension **2 semaines**

- 6.1 Généralités et définitions de base
- 6.2 Equation de propagation
- 6.3 Solution de l'équation de propagation
- 6.4 Onde progressive sinusoïdale
- 6.5 Superposition de deux ondes progressives sinusoïdales

Chapitre 7 : Cordes vibrantes **2 semaines**

- 7.1 Equation des ondes
- 7.2 Ondes progressives harmoniques
- 7.3 Oscillations libres d'une corde de longueur finie
- 7.4 Réflexion et transmission

Chapitre 8 : Ondes acoustiques dans les fluides **1 semaine**

- 8.1 Equation d'onde
- 8.2 Vitesse du son
- 8.3 Onde progressive sinusoïdale
- 8.4 Réflexion-Transmission

Chapitre 9 : Ondes électromagnétiques **2 semaines**

- 9.1 Equation d'onde
- 9.2 Réflexion-Transmission
- 9.3 Différents types d'ondes électromagnétiques

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

Références bibliographiques:

(Selon la disponibilité de la documentation au niveau de l'établissement, Sites internet...etc.)

1. T. Becherrawy ; Vibrations, ondes et optique ; Hermes science Lavoisier, 2007
2. T. Becherrawy ; Vibrations, ondes et optique ; Hermes science Lavoisier, 2010
3. J. Brac ; Propagation d'ondes acoustiques et élastiques ; Hermès science publ. Lavoisier, 2003.
4. J. Bruneaux ; Vibrations, ondes ; Ellipses, 2008.

Semestre: 3**Unité d'enseignement: UEF 2.1.2****Matière 1: Mécanique des fluides****VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectif de l'enseignement :**

Introduire l'étudiant dans le domaine de la mécanique des fluides, la statique des fluides sera détaillée dans la première partie. Ensuite dans la deuxième partie l'étude du mouvement des fluides non visqueux sera considérée à la fin c'est le mouvement du fluide réel qui sera étudié.

Connaissance préalable recommandées :**Contenu de la matière:****Chapitre 1 : Propriétés des fluides****3 semaines**

1. Définition physique d'un fluide: Etats de la matière, matière divisée (dispersion suspensions, émulsions)
2. Fluide parfait, fluide réel, fluide compressible et fluide incompressible.
3. Masse volumique, densité
4. Rhéologie d'un fluide, Viscosité des fluides, tension de surface d'un fluide

Chapitre 2 : Statique des fluides**4 semaines**

1. Définition de la pression, pression en un point d'un fluide
2. Loi fondamentale de statique des fluides
3. Surface de niveau
4. Théorème de Pascal
5. Calcul des forces de pression : Plaque plane (horizontale, verticale, oblique), centre de poussée, instruments de mesure de la pression statique, mesure de la pression atmosphérique, baromètre, loi de Torricelli
2. Pression pour des fluides non miscibles superposés

Chapitre 3 Dynamique des fluides incompressibles parfaits**4 semaines**

1. Ecoulement permanent
2. Equation de continuité
3. Débit masse et débit volume
4. Théorème de Bernoulli, cas sans échange de travail et avec échange de travail
5. Applications aux mesures des débits et des vitesses: Venturi, Diaphragmes, tubes de Pitot...
6. Théorème d'Euler

Chapitre 4 : Dynamique des fluides incompressibles réels**4 semaines**

1. Régimes d'écoulement, expérience de Reynolds
2. Analyse dimensionnelle, théorème de Vashy-Buckingham, nombre de Reynolds
3. Pertes de charges linéaires et pertes de charge singulières, diagramme de Moody.
4. Généralisation du théorème de Bernoulli aux fluides réels

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

Références bibliographiques:

(Selon la disponibilité de la documentation au niveau de l'établissement, Sites internet...etc.)

- 1- Fundamentals of fluid mechanics 6th Edition, 2009, BR Munson, DF Young TH Okiishi, WW Huebsch 6th Edition John Wiley & Sons
- 2- Fluid mechanics, YA Cengel - 2010 - Tata McGraw-Hill Education
- 3- Fluid Mechanics Frank M. White Fourth Edition 2003 McGraw-Hill
- 4- Mécanique des fluides et hydraulique 2^{ème} édition, Ronald v. Giles, Jack B Evett, Cheng Liu, McGraw-Hill
- 5- S. Amiroudine, J. L. Battaglia, 'Mécanique des fluides Cours et exercices corrigés' Ed. Dunod
- 6- R. Comolet, 'Mécanique des fluides expérimentale', Tome 1, 2 et 3, Ed. Masson et Cie.
- 7- R. Ouziaux, 'Mécanique des fluides appliquée', Ed. Dunod, 1978
- 8- B. R. Munson, D. F. Young, T. H. Okiishi, 'Fundamentals of fluid mechanics', Wiley & sons. R. V. Gilles, 'Mécanique des fluides et hydraulique : Cours et problèmes', Série Schaum, Mc Graw Hill, 1975.

Semestre: 3**Unité d'enseignement: UEF 2.1.2****Matière 2: Mécanique rationnelle****VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement :**

L'étudiant sera en mesure de saisir la nature d'un problème (statique, cinématique ou dynamique) de mécanique du solide, il possèdera les outils lui permettant de résoudre le problème dans le cadre de la mécanique classique. Cette matière constitue un pré requis pour les matières : RDM et la mécanique analytique.

Connaissances préalables recommandées

L'étudiant devra assimiler préalablement la matière physique 1 qui traite la mécanique du point. Aussi, la matière mathématique 2 comporte des outils indispensables.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Rappels mathématiques (éléments de calcul vectoriel). 1 semaine

Chapitre 2 : Généralités et définitions de base 2 semaines

2.1 Définition et sens physique de la force

2.2 Représentation mathématique de la force

2.3 Opérations sur la force (composition, décomposition, projection)

2.4 Type de force : ponctuelle, linéique, surfacique, volumique

2.5 Classification de forces : forces internes, forces externes.

2.6 Modèles mécanique : le point matériel, le corps solide

Chapitre 3 : Statique. 3 semaines

3.1 Axiomes de la statique

3.2 Liaisons, appuis et réactions

3.3 Axiome des liaisons

3.4 Conditions d'équilibre :

3.4.1 Forces concourantes

3.4.2 Forces parallèles

3.4.3 Forces planes

Chapitre 4 : cinématique du solide rigide. 3 semaines

4.1 Rappels succinct sur les quantités cinématiques pour un point matériel.

4.2 Cinématique du corps solide

4.2.1 Mouvement de translation

4.2.2 Mouvement de rotation autour d'un axe fixe

4.2.3 Mouvement plan

4.2.4 Mouvement composé.

Chapitre 5 : Géométrie de masse. 3 semaines

5.1 Masse d'un système matériel

- 5.1.1 Système continu
- 5.1.2. Système discret
- 5.2 Formulation intégrale du centre de masse
 - 5.2.1. Définitions (cas linéaire, surfacique et volumique)
 - 5.2.2 Formulation discrète du centre de masse
 - 5.2.3 Théorèmes de GULDIN
- 5.3. Moment et produit d'inertie de solides
- 5.4. Tenseur d'inertie d'un solide
 - 5.4.1 Cas particuliers
 - 5.4.2 Axes Principaux d'inertie
- 5.5. Théorème d'Huyghens
- 5.6. Moment d'inertie de solides par rapport à un axe quelconque.

Chapitre 6 : Dynamique du solide rigide.

3 semaines

- 6.1 Bref rappels sur les quantités dynamiques pour un point matériel.
- 6.2 Élément de cinétique du corps rigide :
 - 6.2.1 Quantité de mouvement
 - 6.2.2 Moment cinétique
 - 6.2.3 Énergie cinétique
- 6.3 Équation de la dynamique pour un corps solide
- 6.4 Théorème du moment cinétique
- 6.5 Théorème de l'énergie cinétique
- 6.6 Applications :
 - 6.6.1 Cas de translation pure
 - 6.6.2 Cas de rotation autour d'un axe fixe
 - 6.6.3 Cas combiné de translation et de rotation.

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

Références bibliographiques:

(Selon la disponibilité de la documentation au niveau de l'établissement, Sites internet...etc.)

1. Éléments de Mécanique rationnelle. S. Targ. Editions Mir Moscou
2. Mécanique à l'usage des ingénieurs. STATIQUE. Edition Russell. Ferdinand P. Beer
3. Mécanique générale. Cours et exercices corrigés. Sylvie Pommier. Yves Berthaud. DUNOD.
4. Mécanique générale - Théorie et application, Editions série. MURAY R. SPIEGEL schaum, 367p.
5. Mécanique générale – Exercices et problèmes résolus avec rappels de cours, Office des publications Universitaires, Tahar HANI 1983, 386p.

Semestre: 3**Unité d'enseignement: UEM 2.1****Matière 1: Probabilités & Statistiques****VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectifs de la matière**

Ce module permet aux étudiants de voir les notions essentielles de la probabilité et de la statistique, à savoir : les séries statistiques à une et à deux variables, la probabilité sur un univers fini et les variables aléatoires.

Connaissances préalables recommandées

Les bases de la programmation acquises en Math 1 et Math 2

Contenu de la matière:**Partie A : Statistiques****Chapitre 1: Définitions de base****1 semaine**

A.1.1 Notions de population, d'échantillon, variables, modalités

A.1.2 Différents types de variables statistiques : qualitatives, quantitatives, discrètes, continues.

Chapitre 2: Séries statistiques à une variable**3 semaines**

A.2.1 Effectif, Fréquence, Pourcentage.

A.2.2 Effectif cumulé, Fréquence cumulée.

A.2.3 Représentations graphiques : diagramme à bande, diagramme circulaire, diagramme en bâton. Polygone des effectifs (et des fréquences). Histogramme. Courbes cumulatives.

A.2.4 Caractéristiques de position

A.2.5 Caractéristiques de dispersion : étendue, variance et écart-type, coefficient de variation.

A.2.6 Caractéristiques de forme.

Chapitre 3: Séries statistiques à deux variables**3 semaines**

A.3.1 Tableaux de données (tableau de contingence). Nuage de points.

A.3.2 Distributions marginales et conditionnelles. Covariance.

A.3.3 Coefficient de corrélation linéaire. Droite de régression et droite de Mayer.

A.3.4 Courbes de régression, couloir de régression et rapport de corrélation.

A.3.5 Ajustement fonctionnel.

Partie B : Probabilités**Chapitre 1 : Analyse combinatoire****1 Semaine**

B.1.1 Arrangements

B.1.2 Combinaisons

B.1.3 Permutations.

Chapitre 2 : Introduction aux probabilités**2 semaines**

B.2.1 Algèbre des événements

- B.2.2 Définitions
- B.2.3 Espaces probabilisés
- B.2.4 Théorèmes généraux de probabilités

Chapitre 3 : Conditionnement et indépendance **1 semaine**

- B.3.1 Conditionnement,
- B.3.2 Indépendance,
- B.3.3 Formule de Bayes.

Chapitre 4 : Variables aléatoires **1 Semaine**

- B.4.1 Définitions et propriétés,
- B.4.2 Fonction de répartition,
- B.4.3 Espérance mathématique,
- B.4.4 Covariance et moments.

Chapitre 5 : Lois de probabilité discrètes usuelles **1 Semaine**

Bernoulli, binomiale, Poisson, ...

Chapitre 6 : Lois de probabilité continues usuelles **2 Semaines**

Uniforme, normale, exponentielle,...

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

Références bibliographiques:

(Selon la disponibilité de la documentation au niveau de l'établissement, Sites internet...etc.)

- [1] D. Dacunha-Castelle and M. Duflo. Probabilités et statistiques : Problèmes à temps fixe. Masson, 1982.
- [2] J.-F. Delmas. Introduction au calcul des probabilités et à la statistique. Polycopié ENSTA, 2008.
- [3] W. Feller. An introduction to probability theory and its applications, volume 1. Wiley and Sons, Inc., 3rd edition, 1968.
- [4] G. Grimmett and D. Stirzaker. Probability and random processes. Oxford University Press, 2nd edition, 1992.
- [5] J. Jacod and P. Protter. Probability essentials. Springer, 2000.
- [6] A. Montfort. Cours de statistique mathématique. Economica, 1988.
- [7] A. Montfort. Introduction à la statistique. Ecole Polytechnique, 1991

Semestre : 3
Unité d'enseignement: UEM 2.1
Matière 2: Informatique 3
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de la matière

Apprendre à l'étudiant la programmation en utilisant des logiciels faciles d'accès (essentiellement : Matlab, Scilab, Mapple ...). Cette matière sera un outil pour la réalisation des TP de méthodes numériques en S4.

Connaissances préalables recommandées

Les bases de la programmation acquises en informatique 1 et 2

Contenu de la matière :

TP 1: Présentation d'un environnement de programmation scientifique (Matlab , Scilab, ... etc)	1 semaine
TP 2: Fichiers script et Types de données et de variables	2 semaines
TP 3 : Lecture, affichage et sauvegarde des données	2
semaines	
TP 4 : Vecteurs et matrices	2
semaines	
TP 5 : Instructions de contrôle (Boucles for et While, Instructions if et switch)	2
semaines	
TP 6: Fichiers de fonction	2
semaines	
TP 7 : Graphisme (Gestion des fenêtres graphiques, plot	2 semaines
TP 8 : Utilisation de toolbox	2 semaines

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 100 %.

Références bibliographiques:

(Selon la disponibilité de la documentation au niveau de l'établissement, Sites internet...etc.)

1- Informatique: Programmation et simulation en Scilab 2014 - Auteurs : Arnaud Bégyn, Jean-Pierre Grenier, Hervé Gras.

2- Scilab : De la théorie à la pratique - I. Les fondamentaux. Livre de Philippe Roux 2013.

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEM 2.1
Matière 3 : Dessin technique
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement

Cet enseignement permettra aux étudiants d'acquérir les principes de représentation des pièces en dessin industriel. Plus encore, cette matière permettra à l'étudiant de représenter et à lire les plans.

Connaissances préalables recommandées (descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).

Afin de pouvoir suivre cet enseignement, des connaissances de base sur les principes généraux du dessin sont requises

Contenu de la matière

Chapitre 1: Généralités.

2 Semaines

- 1.1 Utilité des dessins techniques et différents types de dessins.
- 1.2 Matériel de dessin.
- 1.3 Normalisation (Types de traits, Ecriture, Echelle, Format de dessin et pliage, Cartouche, etc.).

Chapitre 2: Eléments de la géométrie descriptive

6 Semaines

- 2.1 Notions de géométrie descriptive.
- 2.2 Projections orthogonales d'un point - Épure d'un point - Projections orthogonales d'une droite (quelconque et particulière) - Épure d'une droite - Traces d'une droite- Projections d'un plan (Positions quelconque et particulière) - Traces d'un plan.
- 2.3 Vues : Choix et disposition des vues – Cotation - Pente et conicité - Détermination de la 3ème vue à partir de deux vues données.
- 2.4 Méthode d'exécution d'un dessin (mise en page, droite à 45°, etc.)
Exercices d'applications et évaluation (TP)

Chapitre 3: Les perspectives

2 Semaines

- Différents types de perspectives (définition et but).
- Exercices d'applications et évaluation (TP).

Chapitre 4: Coupes et sections

2 Semaines

- 4.1 Coupes, règles de représentations normalisées (hachures).
- 4.2 Projections et section des solides simples (Projections et sections d'un cylindre, d'un prisme, d'une pyramide, d'un cône, d'une sphère, etc...).
- 4.3 Demi-coupe, Coupes partielles, coupes brisée, Sections, etc.
- 4.4 Vocabulaire technique (terminologie des formes usinées, profilés, tuyauterie, etc.

Exercices d'applications et évaluation (TP).

Chapitre 5: Cotation

2 Semaines

5.1 Principes généraux.

5.2 Cotation, tolérance et ajustement.

Exercices d'applications et évaluation (TP).

Chapitre 6: Notions sur les dessins de définition et d'ensemble et les nomenclatures.

1 Semaine

Exercices d'applications et évaluation (TP).

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 100 %.

Références bibliographiques:

(Selon la disponibilité de la documentation au niveau de l'établissement, Sites internet...etc.)

1. Guide du dessinateur industriel Chevalier A. Edition Hachette Technique;
2. Le dessin technique 1^{er} partie géométrie descriptive Felliachi d. et Bensaada s. Edition OPU Alger;
3. Le dessin technique 2^{er} partie le dessin industriel Felliachi d. et bensaada s. Edition OPU Alger;
4. Premières notions de dessin technique Andre Ricordeau Edition Andre Casteilla;
5. المدخل إلى الرسم الصناعي ماجد عبد الحميد ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر
6. مبادئ أساسية في الرسم الصناعي عمر أبو حنيك المعهد الجزائري للتقييس والملكية الصناعية طبع الحميد ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر

Recommandation : Une grande partie des TP doivent être sous forme de travail personnel à domicile.

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEM 2.1
Matière 4: TP Ondes et Vibrations
VHS: 15h00 (TP: 1h00)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement

Les objectifs assignés par ce programme portent sur l'initiation des étudiants à mettre en pratique les connaissances reçues sur les phénomènes de vibrations mécaniques restreintes aux oscillations de faible amplitude pour un ou deux ddl ; ainsi que la propagation des ondes mécaniques .

Connaissances préalables recommandées

Vibrations et ondes, Mathématiques 2, Physique 1, Physique 2.

Contenu de la matière :

TP.1 Masse –ressort

TP.2 Pendule simple

TP.3 Pendule de torsion

TP.4 Etude des oscillations électriques

TP.5 Circuit électrique oscillant en régime libre et forcé

TP.6 Pendules couplés

TP.7 Corde vibrante

TP.8 Poulie à gorge selon Hoffmann

TP.9 Le haut parleur

TP.10 Le pendule de Pohl

Remarque : Il est recommandé de choisir au moins 5 TP parmi les 10 proposés.

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 100 %.

Références bibliographiques:

(Selon la disponibilité de la documentation au niveau de l'établissement, Sites internet...etc.)

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UED 2.1
Matière 1: Technologie de base
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement

Cet enseignement permettra aux étudiants d'acquérir des connaissances sur les procédés d'obtention et fabrication de pièces et des techniques de leurs assemblages.

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière

Chapitre 1: Matériaux **3 Semaines**

- 1.1 Métaux et alliages et leurs désignations
- 1.2 Matières plastiques (polymères)
- 1.3 Matériaux composites
- 1.4 Autres matériaux

Chapitre 2: Procédés d'obtention des pièces sans enlèvement de matière **4 Semaines**

- 2.1 Moulage, Forgeage, estampage, Laminage, Tréfilage, extrusion.... Etc
- 2.2 Découpage, pliage et emboutissage, etc...
- 2.3 Frittage et métallurgie des poudres
- 2.4 Profilés et Tuyaux (en acier, en aluminium);
- Visites en atelier.

Chapitre 3: Procédés d'obtention des pièces par enlèvement de matière **4 Semaines**

- Tournage, fraisage, perçage; ajustage, etc...
- Visites en atelier et démonstrations.

Chapitre 4: Techniques d'assemblage **4 Semaines**

- Boulonnage, rivetage, soudage, etc....

Mode d'évaluation : Examen final: 100 %.

Références bibliographiques:

(Selon la disponibilité de la documentation au niveau de l'établissement, Sites internet...etc.)

- Manuel de technologie mécanique, Guillaume SABATIER, et al Ed. Dunod.
- Memotech : productique matériaux et usinage BARLIER C. Ed. Casteilla
- Sciences industrielles MILLET N. ed. Casteilla
- Memotech : Technologies industrielles BAUR D. et al , Ed. Casteilla
- Métrologie dimensionnelle CHEVALIER A. Ed. Delagrave
- Perçage , fraisage JOLYS R et LABELL R. Ed. Delagrave
- Guide des fabrications mécaniques PADELLA P. Ed. Dunod

- Technologie : première partie, Bensaada S et FELIACHI d. Ed. OPU Alger
- تكنولوجيا عمليات التصنيع خرير ز و فواز د. ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر

Semestre: 3

Unité d'enseignement: UED 2.1

Matière 2: Métrologie

VHS: 22h30 (Cours: 1h30)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement

Apprendre à l'étudiant les critères de précision de fabrication et assemblage des pièces; Connaître et savoir choisir, dans différents cas, les méthodes et moyens de contrôle et de mesures des dimensions et des défauts de fabrication des pièces mécaniques.

Connaissances préalables recommandées

La trigonométrie, optique et autre.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Généralités sur la métrologie

2 Semaines

- 1.1 Définition des différents types de métrologie (Scientifique dite de laboratoire, légale, industrielle);
- 1.2 Vocabulaire métrologique, définition;
- 1.3 Les institutions nationale et internationale de métrologie.

Chapitre 2 : Le système international de mesure SI

3 Semaines

- 2.1 Les grandeurs de base et leurs unités de mesure ;
- 2.2 Les grandeurs supplémentaires;
- 2.3 Les grandeurs dérivées.

Chapitre 3 : Caractéristiques métrologiques des appareils de mesure

6 Semaines

- 3.1 Erreur et incertitude (Justesse, précision, fidélité, répétitivité, reproductibilité d'un appareil de mesure
- 3.2 Classification des erreurs de mesure
 - 3.2.1 Valeur brute;
 - 3.2.2 Erreur systématique;
 - 3.2.3 Valeur brute corrigée.
- 3.3 Erreurs fortuites
 - 3.3.1 Erreurs aléatoires;
 - 3.3.2 erreurs parasites;
 - 3.3.3 Erreurs systématique estimées.
- 3.4 Intervalle de confiance;
- 3.5 Incertitude technique;
- 3.6 Incertitude de mesure totale;
- 3.7 Résultat de mesurage complet;
- 3.8 Identification et interprétation des spécifications d'un dessin de définition en vue du contrôle;
- 3.9 Notions de base sur les calibres les jauges et les instruments de mesure simples.

Chapitre 4 : Mesure et contrôle

4 Semaines

- 4.1 Mesure directe des longueurs et des angles (utilisation de la règle, du pied a coulisse,

du micromètre et du rapporteur d'angle);

4.2 Mesure indirecte (utilisation du comparateur, des cales étalons);

4.3 Contrôle des dimensions (utilisation des tampons, des mâchoires,..);

4.4 Machines de mesure et de contrôle utilisées en atelier mécanique (utilisation du comparateur pneumatique, projecteur de profils et rugosimètre.

Mode d'évaluation : Examen final: 100 %.

Références bibliographiques:

(Selon la disponibilité de la documentation au niveau de l'établissement, Sites internet...etc.)

- Manuel de technologie mécanique, Guillaume SABATIER, et al Ed. Dunod.
- Memotech : productique matériaux et usinage BARLIER C. Ed. Casteilla
- Sciences industrielles MILLET N. ed. Casteilla
- Memotech : Technologies industrielles BAUR D. et al , Ed. Casteilla
- Métrologie dimensionnelle CHEVALIER A. Ed. Delagrave
- Perçage , fraisage JOLYS R et LABELL R. Ed. Delagrave
- Guide des fabrications mécaniques PADELLA P. Ed. Dunod
- Technologie : première partie, Bensaada S et FELIACHI d. Ed. OPU Alger
- تكنولوجيا عمليات التصنيع خريز و فواز د. ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر

Semestre: 3

Unité d'enseignement: UET 2.1

Matière 1: Anglais technique

VHS: 22h30 (Cours: 1h30)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement

Ce cours doit permettre à l'étudiant d'avoir un niveau de langue ou il pourra utiliser un document scientifique et parler de sa spécialité et filière dans un anglais du moins avec aisance et clarté.

Connaissances préalables recommandées

Anglais 1 et Anglais 2

Contenu de la matière

- Compréhension et expression orales, acquisition de vocabulaire, grammaire...etc.
- les noms et adjectifs, les comparatifs, suivre et donner des instructions, identifier les choses.
- Utilisation de nombres, symboles, équations.
- Mesures: Longueur, surface, volume, puissance ...etc.
- Décrire les expériences scientifiques.
- Caractéristiques des textes scientifiques.

Mode d'évaluation : Examen final: 100 %.

Références bibliographiques:

(Selon la disponibilité de la documentation au niveau de l'établissement, Sites internet...etc.)

Semestre: 4
Unité d'enseignement: UEF 2.2.1
Matière 1: Thermodynamique 2
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD : 1h30)
Crédits:4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement : Fixer les idées générales de la thermodynamique et mettre en exergue leurs utilités dans les sciences de l'ingénieur. L'objectif est d'arriver à analyser des systèmes énergétiques par l'utilisation des pré requis de la première année et de montrer ce qu'il faut mettre en œuvre pour l'étude de la vapeur d'eau et introduire l'étude des cycles des machines thermiques et frigorifiques.

Connaissances préalables recommandées : Thermodynamique du S2, Mathématiques de base.

Contenu de la matière :

Chapitre 1: Rappels sur les Concepts de Base de la Thermodynamique 1semaine

Rappel des trois principes de la thermodynamique.

Chapitre 2: Propriétés Thermodynamiques des Substances Pures 2 semaines

Diagrammes d'Etat (Diagramme T-s, Diagramme p-h, Diagramme h-s), Tables Thermodynamiques (Tables des propriétés à la saturation, Tables des propriétés de la vapeur surchauffée), Equations d'Etat (Equation d'état d'un gaz parfait, Développements du viriel, Equation de Van Der Waals, Equations d'état dérivées de l'équation de Van Der Waals, Variables Réduites et Loi des Etats Correspondants, Equations d'Etat Semi-Empiriques)

Chapitre 3: Thermodynamique des Vapeurs et de l'Air Humide 2 semaines

Thermodynamique des Vapeurs (Changement de Phase d'un Corps Pur, Calcul des Variables d'Etat, Titre en Vapeur, Diagrammes et Tables Thermodynamiques), Air Humide (Caractérisation de l'air humide, Diagramme de Mollier, Opérations élémentaires sur l'air humide).

Chapitre 4: Compression des Gaz 2 semaines

Classification des Machines de Compression, Compression Isentropique, Compression Polytropique, Compresseurs à Pistons, Compresseur Volumétriques Rotatifs (Définitions).

Chapitre 5: Détente des Gaz 2 semaines

Machines de Détente, Détente adiabatique, Détente non adiabatique, Travail, Rendement et Puissance Produite, Compresseur Volumétriques Rotatifs

Chapitre 6: Cycles Moteurs 3 semaines

Cycle de Carnot, Cycle Otto, Cycle Diesel, Cycle de Brayton, Turbines à Vapeur, Cycle de Rankine (Cycle à resurchauffe, Cycle à soutirages, Cogénération)

Chapitre 7: Cycles Frigorifiques 3 semaines

Cycle de réfrigération à gaz, Cycle à un seul étage de compression de vapeur, Fluides Frigorigènes, Charge Thermique d'une chambre froide, Cycles à deux étages de compression, Cycles en cascade, Pompes à chaleur

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40%; Examen: 60%.

Références:

- 1- Y. CENGEL, M. A. BOLES, 'Thermodynamique, une approche pragmatique', Edition De Boeck, la Chenelière, 2008 . Traduit de l'anglais par M. Lacroix de 'Thermodynamics, an Engineering approach'.
- 2- Andre HOUBERECHTS La thermodynamique technique, tomes 1 et 2
- 3- SONNTAG et VAN WYLEN, 'Thermodynamique et applications', traduit de l'anglais, Fundamentals of classical thermodynamics' ed. Mc Graw Hill.
- 4- G. BRUHAT, Revue et augmenté par A. KASTLER, 'Thermodynamique', Edition 6, Masson & Cie.
- 5- R. Kling, 'Thermodynamique et applications', Edition Technip.
- 6- M. J. MORAN and HOWARD M. SHAPIRO, Fundamentals of engineering 'Thermodynamic', J. Wiley & sons editors, 2006.
- 7- RAPIN-JACQUARD Installations frigorifiques (technologie), Edition Dunod; 2004
- 8- J. P. PEREZ 'Thermodynamique: Fondements et applications', Dunod, Paris 2001.

Semestre: 4
Unité d'enseignement: UEF 2.2.1
Matière 1: Fabrication mécanique
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Donner à l'étudiant des connaissances sur les techniques de fabrication des produits en particuliers les produits mécaniques.

Connaissances préalables recommandées:

Technologie de base, les sciences des matériaux,

Contenu de la matière :

- I- Théorie de la coupe des métaux**
- | | |
|---|--------------------|
| 1.1 Matériaux de coupe | (1 semaine) |
| 1.2 Géométrie des outils de coupe | (1 semaine) |
| 1.3 Mécanisme de formation de copeau | (1 semaine) |
| 1.4 Efforts de coupe | (1 semaine) |
| 1.5 Echauffement (Température de coupe) | |
| 1.6 Endommagement des outils de coupe | (1 semaine) |
| 1.7 Méthodologie de choix des paramètres de coupe | (1 semaine) |
- II- Technologies des Machines-outils**
- | | |
|--|---------------------|
| 2.1 Mouvements de coupe | (1 semaine) |
| 2.2 Caractérisation d'une machine-outils (Principaux organes) | (2 semaines) |
| • Broche | |
| • Bati | |
| • Glissières | |
| 2.3 Chaines cinématiques | (6 semaines) |
| • Mécanismes de transmission de mouvements | |
| • Tours, raboteuse et étau-limeur, Perceuses, fraiseuses, Brocheuse, Rectifieuses cylindrique et plane, etc... | |

Mode d'évaluation : Examen : 100%.

Références bibliographiques:

- 1- Techniques de l'ingénieur 2000 B.BM.BT. Janvier 2000 Printed in France by Imprimerie Strasbourgeoise Schiltigheim- ISTRAIN
- 2- Roger Bonetto les ateliers flexibles de production 2ème édition Hermes 1987-Paris
- 3- G. Levallant ; M.Dessoly ; P.Géodossi ; P.Leroux ; J.C.Moulet ; G.Poulachon ; P.Robert

Usinage par enlèvement de copeaux- de la technologie aux applications industrielles

Ensam. Edition Eyrolles N° 7211- Juin 2005 Paris

4- Eléments de Fabrication Edition Ellipses. Copyright 1995 Paris

5- Michel Ahby, Choix de Matériaux en Conception Mécanique ; Dunod, 1999

6- Claude Hazard, La Commande Numérique des M O, édition Foucher, Paris 1984

7- Gonzalez, CN par calculateur, édition Foucher Paris 1985.

8- Philippe DEPEYRE, Cours « Fabrication mécanique », Faculté des Sciences et Technologies, Université de la Réunion, Année 2004-2005

Semestre: 4
Unité d'enseignement: UEF 2.2.1
Matière 1: Mathématique 4
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD : 1h30)
Crédits: 4
Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement : Ce cours porte sur le calcul différentiel et intégral des fonctions complexes d'une variable complexe. L'étudiant doit maîtriser les différentes techniques de résoudre les fonctions et les intégrales à variables complexe et spéciales.

Connaissances préalables recommandées : Mathématiques 1, Mathématiques 2 et Mathématiques 3.

Contenu de la matière :

Fonctions à variables complexes et Fonctions Spéciales

Chapitre 1 : Fonctions holomorphes. Conditions de Cauchy Riemann. **(3 semaines)**

Chapitre 2 : Séries entières. Rayon de convergence. Domaine de convergence.
 Développement en séries entières. Fonctions Analytiques. **(3 semaines)**

Chapitre 3 : Théorie de Cauchy : Théorème de Cauchy ; Formules de Cauchy.
(3 semaines)

Chapitre 4 : Applications : Equivalence entre holomorphie et Analyticité. Théorème du Maximum. Théorème de Liouville. Théorème de Rouché. Théorème des Résidus.
 Calcul d'intégrales par la méthode des Résidus. **(4 semaines)**

Chapitre 5 : Fonctions Harmoniques **(2 semaines)**

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40%; Examen: 60%.

Références:

-Henri CATAN. *Théorie élémentaire des fonctions analytiques d'une ou plusieurs variables complexes*. Editeur Hermann, Paris 1985.

- Jean Kuntzmann. *Variable complexe*. Hermann, Paris, 1967. Manuel de premier cycle.

-Herbert Robbins Richard Courant. *What is Mathematics ?* Oxford University Press, Toronto, 1978. Ouvrage classique de vulgarisation.

- Walter Rudin. *Analyse réelle et complexe*. Masson, Paris, 1975. Manuel de deuxième cycle.

Semestre: 4**Unité d'enseignement: UEF 2.2.2****Matière 1: Méthodes numériques****VHS: 45h00 (Cours: 1h30 , TD : 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2**

Objectifs de l'enseignement : Familiarisation avec les méthodes numériques et leurs applications dans le domaine des calculs mathématiques.

Connaissances préalables recommandées : Math1, Math2, Informatique1 et informatique 2

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Résolution des équations non linéaires $f(x)=0$ **(3 semaines)**

1. Introduction sur les erreurs de calcul et les approximations,
2. Introduction sur les méthodes de résolution des équations non linéaires,
3. Méthode de bisection,
4. Méthode des approximations successives (point fixe),
5. Méthode de Newton-Raphson.

Chapitre 2 : Interpolation polynomiale **(2 semaines)**

1. Introduction générale,
2. Polynôme de Lagrange,
3. Polynômes de Newton.

Chapitre 3 Approximation de fonction : **(2 semaines)**

1. Méthode d'approximation et moyenne quadratique.
2. Systèmes orthogonaux ou pseudo-Orthogonaux. Approximation par des polynômes orthogonaux
3. Approximation trigonométrique

Chapitre 4 : Intégration numérique **(2 semaines)**

1. Introduction générale,
2. Méthode du trapèze,
3. Méthode de Simpson,
4. Formules de quadrature.

Chapitre 5 : Résolution des équations différentielles ordinaires **(2 semaines)**
(problème de la condition initiale ou de Cauchy).

1. Introduction générale,
2. Méthode d'Euler,
3. Méthode d'Euler améliorée,
4. Méthode de Runge-Kutta.

Chapitre 6 : Méthode de résolution directe des systèmes d'équations linéaires **(2 semaines)**

1. Introduction et définitions,
2. Méthode de Gauss et pivotation,
3. Méthode de factorisation LU,
4. Méthode de factorisation de Choleski MM^t ,

5. Algorithme de Thomas (TDMA) pour les systèmes tri diagonales.

Chapitre 7 : Méthode de résolution approximative des systèmes d'équations linaires **(2 semaines)**

1. Introduction et définitions,
2. Méthode de Jacobi,
3. Méthode de Gauss-Seidel,
4. Utilisation de la relaxation.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40%; Examen: 60%.

Références:

1. BREZINSKI (C.), Introduction à la pratique du calcul numérique. Dunod, Paris (1988).
2. G. Allaire et S.M. Kaber, 2002. Algèbre linéaire numérique. Ellipses.
3. G. Allaire et S.M. Kaber, 2002. Introduction à Scilab. Exercices pratiques corrigés d'algèbre linéaire. Ellipses.
4. G. Christol, A. Cot et C.-M. Marle, 1996. Calcul différentiel. Ellipses.
5. M. Crouzeix et A.-L. Mignot, 1983. Analyse numérique des équations différentielles. Masson.
6. S. Delabrière et M. Postel, 2004. Méthodes d'approximation. Équations différentielles. Applications Scilab. Ellipses.
7. J.-P. Demailly, 1996. Analyse numérique et équations différentielles. Presses Universitaires de Grenoble, 1996.
8. E. Hairer, S. P. Norsett et G. Wanner, 1993. Solving Ordinary Differential Equations, Springer.
9. CIARLET (P.G.). Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation. Masson, Paris (1982).

Semestre: 4

Unité d'enseignement: UEF 2.2.3

Matière 1: Résistance des matériaux

VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD : 1h30)

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement : Connaitre les méthodes de calcul à la résistance des éléments des constructions et déterminer les variations de la forme et des dimensions (déformations) des éléments sous l'action des charges.

Connaissances préalables recommandées : Analyse des fonctions ; mécanique rationnelle.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : INTRODUCTIONS ET GENERALITES **(2 semaines)**

- 1.1 Buts et hypothèses de la résistance des matériaux
- 1.2 Classification des solides (poutre, plaque, coque)
- 1.3 Différents types de chargements
- 1.4 Liaisons (appuis, encastremets, rotules)
- 1.5 Principe Général d'équilibre – Équations d'équilibres
- 1.6 Principes de la coupe – Éléments de réduction
- 1.7 Définitions et conventions de signes de :
 - Effort normal N,
 - Effort tranchant T,
 - Moment fléchissant M

Chapitre 2 : TRACTION ET COMPRESSION **(3 semaines)**

- 2.1 Définitions
- 2.2 Contrainte normale de traction et compression
- 2.3 Déformation élastique en traction/compression
- 2.4 Condition de résistance à la traction/compression

Chapitre 3 : CISAILLEMENT **(2 semaines)**

- 3.1 Définitions
- 3.2 Cisaillement simple – cisaillement pur
- 3.3 Contrainte de cisaillement
- 3.4 Déformation élastique en cisaillement
- 3.5 Condition de résistance au cisaillement

Chapitre 4 : CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES SECTION DROITES **(3 semaines)**

- 4.1 Moments statiques d'une section droite
- 4.2 Moments d'inertie d'une section droite
- 4.3 Formules de transformation des moments d'inertie

Chapitre 5 : TORSION **(2 semaines)**

- 5.1 Définitions
- 5.2 Contrainte tangentielle ou de glissement
- 5.3 Déformation élastique en torsion

5.4 Condition de résistance à la torsion

Chapitre 6 : FLEXION PLANE SIMPLE

(3 semaines)

6.1 Définitions et hypothèses

6.2 Effort tranchants, moments fléchissant

6.3 Diagramme des efforts tranchants et moments fléchissant

6.4 Relation entre moment fléchissant et effort tranchant

6.5 Déformée d'une poutre soumise à la flexion simple (flèche)

5. 6.6 Calcul des contraintes et dimensionnement

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40%; Examen: 60%.

Références:

- Mécanique à l'usage des ingénieurs – statique. Ferdinand P. Beer et Russell Johnston, Jr., McGraw-Hill, 1981.
- Résistance des matériaux, P. STEPINE, Editions MIR ; Moscou, 1986.
- Résistance des matériaux 1, William A. Nash, McGraw-Hill, 1974.
- Résistance des matériaux, S. Timoshenko, Dunod, 1986

Semestre: 4
Unité d'enseignement: UEM 2.2
Matière 1: Dessin assisté par ordinateur
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement : Cet enseignement permettra aux étudiants d'acquérir les principes de représentation des pièces en dessin industriel. Plus encore, cette matière permettra à l'étudiant à représenter et à lire les plans.

Connaissances préalables recommandées : Dessin Technique..

Contenu de la matière :

1. PRESENTATION DU LOGICIEL CHOISIS **(4 semaines)**
 (SolidWorks, Autocad, Catia, Inventor, etc.)
 - 1.1 Introduction et historique du DAO;
 - 1.2 Configuration du logiciel choisis (interface, barre de raccourcis, options, etc.);
 - 1.3 Éléments de référence du logiciel (aides du logiciel, tutoriels, etc.);
 - 1.4 Sauvegarde des fichiers (fichier de pièce, fichier d'assemblage, fichier de mise en plan, procédure de sauvegarde pour une remise à l'enseignant);
 - 1.5 Communication et interdépendance entre les fichiers.

2. NOTION D'ESQUISSES **(3 semaines)**
 - 2.1 Les outils d'esquisses (point, segment de droite, arc, cercle, ellipse, polygone, etc.);
 - 2.2 Relations d'esquisses (horizontale, verticale, égale, parallèle, collinaire, fixe, etc.);
 - 2.3 Cotation des esquisses et contraintes géométrique.

3. MODELISATION 3D **(3 semaines)**
 - 3.1 Notions de plans (plan de face, plan de droite et plan de dessus);
 - 3.2 Fonctions de bases (extrusion, enlèvement de matière, révolution);
 - 3.4 Fonctions d'affichage (zoom, vues multiples, fenêtres multiples etc.);
 - 3.5 Les outils de modifications (Effacer, Décaler, Copier, Miroir, Ajuster, Prolonger, Déplacer);
 - 3.6 Réalisation d'une vue en coupe du modèle.

4. MISE EN PLAN DU MODEL 3D **(3 semaines)**
 - 4.1 Édition du plan et du cartouche:
 - 4.2 Choix des vues et mise en plan:
 - 4.3 Habillages et Propriétés objets (Les hachures, la cotation, le texte, les tableaux, etc...

5. ASSEMBLAGES **(2 semaines)**
 - 5.1 Contraintes d'assemblage (parallèle, coïncidence, coaxiale, fixe, etc.):
 - 5.2 Réalisation de dessins d'assemblage:
 - 5.3 Mise en plan d'assemblage et nomenclature des pièces:
 1. Vue éclatée.

Mode d'évaluation :
 Contrôle continu : 100%.

Références:

- Solidworks bible 2013 Matt Lombard, Edition Wiley,
- Dessin technique, Saint-Laurent, GIESECKE, Frederick E. Éditions du renouveau pédagogique Inc., 1982.
- Exercices de dessins de pièces et d'assemblages mécaniques avec le logiciel SolidWorks, Jean-Louis Berthéol, François Mendes,
- La CAO accessible à tous avec SolidWorks : de la création à la réalisation tome1 Pascal Rétif,
- Guide du dessinateur industriel, Chevalier A, Edition Hachette Technique,

Semestre: 4
Unité d'enseignement: UEM 2.2
Matière 2: TP Mécanique des fluides
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits:2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement :

L'étudiant met en pratique les connaissances dans la matière mécanique des fluides enseignés en S3.

Connaissances préalables recommandées :

Matières : mécanique des fluides et physique 1.

Contenu de la matière :

- Viscosimètre
- Détermination des pertes de charges linéaires et singulières
- Mesure de débits
- Coup de bélier et oscillations de masse
- Vérification du théorème de Bernoulli
- Impact du jet
- Ecoulement à travers un orifice
- Visualisation des écoulements autour d'un obstacle
- Détermination du nombre de Reynolds: Ecoulement laminaire et turbulent

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%.

Semestre: 4
Unité d'enseignement: UEM 2.2
Matière 3: TP Méthodes numériques
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement : Programmation des différentes méthodes numériques en vue de leurs applications dans le domaine des calculs mathématiques en utilisant un langage de programmation scientifique (matlab, scilab...).

Connaissances préalables recommandées : Méthode numérique, Informatique 2 et informatique 3.

Contenu de la matière :

- | | |
|---|---------------------|
| 1. Résolution d'équations non linéaires | (3 semaines) |
| 1.1. Méthode de la bissection | |
| 1.2. Méthode des points fixes | |
| 1.3. Méthode de Newton-Raphson | |
| 1.4. | |
| 2. Interpolation et approximation | (3 semaines) |
| 2.1. Interpolation de Newton | |
| 2.2. Approximation de Tchebychev | |
| 3. Intégrations numériques | (3 semaines) |
| 3.1. Méthode de Rectangle | |
| 3.2. Méthode de Trapezes | |
| 3.3. Méthode de Simpson | |
| 4. Equations différentielles | (2 semaines) |
| 4.1. Méthode d'Euler | |
| 4.2. Méthodes de Runge-Kutta | |
| 5. Systèmes d'équations linéaires | (4 semaines) |
| 5.1. Méthode de Gauss- Jordan | |
| 5.2. Décomposition de Crout et factorisation LU | |
| 5.3. Méthode de Jacobi | |
| 5.4. Méthode de Gauss-Seidel | |

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%.

Références :

1. Algorithmique et calcul numérique : travaux pratiques résolus et programmation avec les logiciels Scilab et Python / José Ouin, . - Paris : Ellipses, 2013 . - 189 p.

2. Mathématiques avec Scilab : guide de calcul programmation représentations graphiques ; conforme au nouveau programme MPSI / Bouchaib Radi ; Abdelkhalak El Hami . - Paris : Ellipses, 2015 . - 180 p.

Méthodes numériques appliquées : pour le scientifique et l'ingénieur / Jean-Philippe Grivet, . - Paris : EDP sciences, 2009 . - 371 p

Semestre: 4
Unité d'enseignement: UEM 2.2
Matière 4: TP Resistance des matériaux
VHS: 15h00 (TP: 1h00)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement : mettre en application les différents sollicitations étudiées dans le module résistance des matériaux et détermination des caractéristiques des matériaux à partir des essais mécaniques simples.

Connaissances préalables recommandées : Resistance des matériaux, sciences des matériaux.

Contenu de la matière :

TP N°1 : Essais de traction – compression simple

TP N°2 : Essai de torsion

TP N°3 : Essai de flexion simple

TP N°4 : Essai de résilience

TP N°5 : Essai de dureté

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%.

Semestre: 4
Unité d'enseignement: UEM 2.2
Matière 5: TP Fabrication mécanique
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement : mettre en application les différents procédés d'usinage.

Connaissances préalables recommandées : Cours de fabrication mécanique et dessin technique.

Contenu de la matière :

TP n° 1 : Tournage d'une pièce cylindrique à 2 diamètres avec des opérations de dressage et de chariotage

- Exécution des dessins d'ébauche et de définition.
- Détermination des régimes de coupe et Elaboration de la gamme d'usinage de la pièce.
- Préparation des outils, de la machine et des instruments de mesure.
- Positionnement, serrage de l'ébauche, mise au point et réglage de la machine.
- Réalisation des opérations et de la pièce.

TP n° 2 : Fraisage et perçage d'une pièce prismatique avec principalement des phases de fraisage et de perçage.

- Définition de la forme, des dimensions, des tolérances et des états de surface de la pièce (dessin de définition)
- Dessin d'ébauche.
- Détermination des régimes de coupe et élaboration de la gamme d'usinage de la pièce (sans la phase rectification).
- Découpe de l'ébauche.
- Préparation des outils, de la (des) machine (s) et des instruments de mesure.
- Positionnement, serrage de l'ébauche, mise au point et réglage de la machine.
- Réalisation des opérations et de la pièce

TP n° 3 : Rectification plane et examen des états de surface
(Utilisation de la pièce du TP n° 2)

- Analyse des dessins d'ébauche et de définition du TP n°2
- Détermination des régimes de rectification et Elaboration de la gamme complète d'usinage de la pièce (avec la phase rectification).
- Préparation des outils, de la machine et des instruments de mesure de l'état de surface (rugosités).
- Positionnement, serrage de l'ébauche, mise au point et réglage de la machine.
- Réalisation de la phase rectification et contrôle de l'état de surface.

TP n° 4 : soudage

- Préparation des pièces à assembler
- Choix du métal d'apport

- Réalisation du cordon de soudure
- Nettoyage et contrôle

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%.

Semestre: 4
Unité d'enseignement: UED 2.2
Matière 1: Electricité industrielle
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits:1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement : L'objectif du programme est de soumettre aux étudiants de Génie Mécanique, un ensemble de connaissances indispensables et nécessaires pour la compréhension physique de l'essentiel des phénomènes électrotechniques.

Connaissances préalables recommandées : Les enseignements fondamentaux de sciences physiques acquis en tronc commun des sciences et techniques.

Contenu de la matière :

- Chapitre 1 – Les circuits Electriques **(4semaines)**
- 1.1 Introduction
 - 1.2 Courant et tension dans les circuits électriques
 - 1.3 Résistances et circuit équivalent.
 - 1.4 Travail et puissance
 - 1.5 Circuits électriques monophasé et triphasé.
- Chapitre 2 – Les circuits Magnétiques **(3 semaines)**
- 2.1 Magnétisme et électricité
 - 2.2 Lois fondamentales
 - 2.3 Matériaux et circuits magnétiques
- Chapitre 3 – Les Transformateurs **(2 semaines)**
- 3.1 Description
 - 3.2 Circuits équivalents
 - 3.3 Transformateurs de mesure
 - 3.4 Transformateurs spéciaux
- Chapitre 4 – Machines Electriques **(3semaines)**
- 4.1 Machines à courant continu (excitation shunt, séparée, série)
 - 4.2 Machines synchrones
 - 4.3 Machines asynchrones
 - 4.4 Machines spéciales
 - 4.5 Branchement des moteurs triphasés
- Chapitre 5 – Mesures Electriques **(3 semaines)**
- 5.1 La mesure en physique
 - 5.2 La qualité de la mesure – les erreurs
 - 5.3 Structure des appareils à affichage numérique
 - 5.4 Mesures des intensités et des tensions
 - 5.5 Mesures des puissances et des énergies
 - 5.6 Schémas de câblage d'une installation électrique - Calcul de section filaire.

Mode d'évaluation :

Examen: 100%.

Références:

- Exercices et problèmes d'électrotechniques notions de base, réseaux et machines électriques ; Luc Lasne ; édition Dunod 2011.
- Electrotechnique : modélisation et simulation des machines électriques ; Rachid Abdessemed ; édition Ellipse 2011.
- Circuits électriques : régime continu, sinusoïdal et impulsionnel, Jean-Paul Bancarel , édition Ellipse 2001.
- Analyse des circuits électriques, Charle K. Alexander et Matthew Sadiku ; édition de boeck. 2012.

Semestre: 4

Unité d'enseignement: UED 2.2

Matière 2: Science des matériaux

VHS: 22h30 (Cours: 1h30)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement :

Cette matière permet à l'étudiant de connaître la classification des matériaux ainsi que les notions de base de cristallographie ; les diagrammes d'équilibre et les traitements thermiques

Connaissances préalables recommandées :

Les matières fondamentales du S1 et S2.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Généralités (03 semaines)

1.1 Classification des matériaux :

- 1.1.1 Les métaux et alliages
- 1.1.2 Les céramiques et les verres
- 1.1.3 Les polymères
- 1.1.4 Les matériaux composites

1.2 Domaines d'utilisations

1.3 Structure des matériaux : matériaux amorphes et matériaux cristallins

1.4 Notions de cristallographie

Chapitre 2 : Diagrammes d'équilibre (04 semaines)

2.1 Cristallisation de matériaux

- 2.1.1 Principe de la cristallisation et courbes de refroidissement
- 2.1.2 Cristallisation d'un métal pur
- 2.1.3 Cristallisation d'un alliage

2.2 Diagramme d'équilibre de deux métaux complètement miscibles

2.3 Diagramme d'équilibre de deux métaux partiellement miscibles

Chapitre 3 : Diagramme d'équilibre fer-carbone (04 semaines)

3.1 Caractéristiques du fer et du carbone

3.2 Diagramme d'équilibre fer-carbone

3.3 Diagramme d'équilibre fer-cémentite

3.4 Désignation normalisée des aciers et des fontes

3.5 Désignation normalisée d'autres aciers alliés

Chapitre 4 : Traitements thermique et traitement thermochimique de diffusion (03 semaines)

1. Traitements thermiques

Recuit

Trempe

Revenu

2. Traitements thermochimiques

Cémentation

Nitruration

Carbonituration

Mode d'évaluation :

Examen: 100%.

Références:

- Science et génie des matériaux ; De William D. Callister.Dunod.
- Matériaux. T1 Propriétés, applications et conception, Michael F. Ashby, David R. H. Jones Collection: Sciences Sup, Dunod
- Matériaux. T2 Microstructures, mise en œuvre et conception ; Michael F. Ashby, David R. H. Jones Collection: Sciences Sup, Dunod
- Des matériaux, Jean-Marie Dorlot, Jean-Paul Bailon. Presses internationales Polytechnique.
- Structures et matériaux : L'explication mécanique des formes, James Gordon

Semestre: 4

Unité d'enseignement: UET 2.2

Matière 1: Techniques d'Expression et de Communication

VHS: 22h30 (Cours: 1h30)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Cet enseignement vise à développer les compétences de l'étudiant, sur le plan personnel ou professionnel, dans le domaine de la communication et des techniques d'expression.

Connaissances préalables recommandées:

Langues (Arabe ; Français ; Anglais)

Contenu de la matière :

Chapitre 1: Rechercher, analyser et organiser l'information 3 semaines

Identifier et utiliser les lieux, outils et ressources documentaires, Comprendre et analyser des documents, Constituer et actualiser une documentation.

Chapitre 2: Améliorer la capacité d'expression 3 semaines

Prendre en compte la situation de Communication, Produire un message écrit, Communiquer par oral, Produire un message visuel et audiovisuel.

Chapitre 3: Améliorer la capacité de communication dans des situations d'interaction 3 semaines

Analyser le processus de communication Interpersonnelle, Améliorer la capacité de communication en face à face, Améliorer la capacité de communication en groupe.

Chapitre 4: Développer l'autonomie, la capacité d'organisation et de communication dans le cadre d'une démarche de projet 6 semaines

Se situer dans une démarche de projet et de communication, Anticiper l'action, Mettre en œuvre un projet : Exposé d'un compte rendu d'un travail pratique (Devoir à domicile).

Mode d'évaluation : Examen final : 100 %.

Références:

- 1- Jean-Denis Commeignes 12 méthodes de communications écrites et orale – 4ème édition, Michelle Fayet et Dunod 2013.
- 2- Denis Baril ; Sirey, Techniques de l'expression écrite et orale ; 2008.
- 3- Matthieu Dubost Améliorer son expression écrite et orale toutes les clés ; Edition Ellipses 2014.

Semestre: 5

Unité d'enseignement: UEF 3.1.1

Matière 1: Transfert de chaleur et de masse

VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Cette matière comporte deux parties, la première permet à l'étudiant d'apprendre et d'assimiler les différents modes de transfert de chaleur et les lois qui les gouvernent, la seconde partie traite et explique le phénomène de la diffusion, qui est d'une grande importance pour les matériaux, elle traite et donne les lois qui le gouverne.

Connaissances préalables recommandées:

Mathématiques L1, L2, - Thermodynamique - Physique de la matière condensée

Contenu de la matière:

PARTIE A: Transfert de chaleur

Chapitre 1. Généralités sur les transferts de chaleur (1 Semaine)

Introduction et définitions; chaleur, température, gradient de température, flux, conduction, différents mode de transfert de chaleur... etc.

Chapitre 2. Transferts de chaleur par conduction en régime permanent (1 Semaine)

L'équation de la Chaleur. Transfert de chaleur unidirectionnel. Transfert de chaleur multidirectionnel.

Chapitre 3. Transferts de chaleur par conduction en régime variable (2 Semaines)

Conduction unidirectionnelle en régime variable. Conduction multidirectionnelle en régime variable.

Chapitre 4. Transferts de chaleur par convection (2 Semaines)

Rappels sur l'analyse dimensionnelle. Convection sans changement d'état. Convection avec changement d'état.

Chapitre 5. Transferts de chaleur par rayonnement (1 Semaine)

Lois de Transfert de chaleur par rayonnement. Rayonnement réciproque de plusieurs surfaces.

PARTIE B: Transfert de masse

Chapitre 1. Les phénomènes de diffusion à l'état solide (1 Semaine)

Chapitre 2. Lois de Fick (2 Semaines)

1^{ère} loi de Fick, 2^{ème} loi de Fick, Coefficient de diffusion.

Chapitre 3. Théorie phénoménologique de la diffusion (1 Semaine)

Chapitre 4. Diffusion dans les métaux et alliages en l'absence de gradients chimiques (1 Semaine)

Chapitre 5. La diffusion superficielle (1 Semaine)

Chapitre 6. Application de la diffusion (2 Semaines)

Homogénéisation, cémentation, soudage et brasage, oxydation des métaux, frittage.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu 40%; Examen 60%.

Travail personnel

- Exposés
- Logiciel de simulation

Références bibliographiques:

1. Donald Pitts, "Theory and problems of heat transfer", second edition, Schaum's, Mc Graw-Hill, 1998.
2. Jean-Luc Battaglia, Andrzej Kusiak, Jean-Rodolphe Puiggali, « aux transferts thermiques: Cours et exercices corrigés », Dunod, 2014.
3. Michael J. Moran, "Introduction to thermal Systems Engineering: Thermodynamics, Fluid Mechanics, and Heat Transfer", John Willey & Sons Inc. 2003.
4. Devendra Gupta, "Diffusion processes in advanced Technological Materials".
5. Y. Adda, J.M. Dupouy, J. Philibert et Y. Quéré, "éléments de métallurgie physique, tome 4, Diffusion, transformations", Chap. 28 (2e édition, INSTN), 1990.
6. D.W. Richardson, "Modern Ceramic Engineering", (Marcel Dekker).

Semestre: 5

Unité d'enseignement: UEF 3.1.1

Matière 2: Mécanique des milieux continus

VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Cette matière traite l'aspect de la mécanique des matériaux, et comporte trois parties. Elle commence par l'élasticité et donne à l'étudiant les définitions des constantes de l'élasticité à partir des sollicitations imposées. Ensuite, il est donné la loi de Hooke généralisée, suivie par l'étude des états de contrainte et de déformation pour arriver à la notion de directions principales et contraintes principales. La partie élasticité se clôture par la définition des contraintes équivalentes et des critères de résistance. Par ailleurs, la mise en forme des matériaux par déformation plastique impose la connaissance des modèles de comportement plastique, c'est le but de la deuxième partie de cette matière. Le comportement des matériaux fragiles comportant des fissures est un savoir indispensable pour un étudiant en génie des matériaux. Une introduction à la mécanique de la rupture linéaire est présentée dans la troisième partie de ce cours, cette partie permet d'illustrer à l'étudiant la particularité du comportement des matériaux fragiles.

Le programme est élaboré de sorte que sa présentation et son développement s'impriment fortement du sens physique afin que l'étudiant acquière des compétences utiles qui lui permettent de traiter efficacement des problèmes de la mécanique des matériaux auxquels il sera confronté.

Connaissances préalables recommandées:

Mathématiques L1, Résistance des matériaux S4.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. L'élasticité pour un chargement uniaxial (2 Semaines)

Définitions; Comportement élastique; Matériaux homogènes; Matériaux isotropes; Origine de l'élasticité dans les matériaux; Définitions pour un chargement unidirectionnel; la contrainte normale et la contrainte de cisaillement. La déformation normale; La déformation transversal; La déformation de cisaillement; Définition des constantes élastiques; Le module de Young. Coefficient de poisson. Le module de cisaillement; Définition de la déformation Thermoélastique; Coefficient de la dilatation thermique.

Chapitre 2. Loi de Hook généralisée (3 Semaines)

État de contrainte tridimensionnelle en un point; Principe de superposition des effets des sollicitations normales. Indépendance des effets de sollicitations de cisaillement; Loi de Hooke généralisée; La déformation volumique et la contrainte hydrostatique; Le module hydrostatique; Les quantités élastiques volumiques invariantes; La forme de la matrice de rigidité d'un matériau anisotrope, d'un matériau orthotrope et d'un matériau cubique; Nombres de constantes d'élasticité dans chaque cas.

Chapitre 3. États de contrainte et de déformation (2 Semaines)

État de contrainte dans un point; État plan de contrainte ; Contrainte dans une coupe oblique. État de contraintes dans différents repères. Contraintes principales. Contrainte de cisaillement maximal. Cercle de Mohr; État de contrainte tridimensionnel ; contrainte dans une coupe oblique. Directions principales et contraintes principales.

Chapitre 4. Critères de résistance**(1 Semaine)**

Critère de la contrainte normale maximale (critère de Rankine); Critère du Cisaillement maximale (critère de Tresca); Critère de Von Mises.

Chapitre 5. Lois de comportement plastique**(4 Semaines)**

Analyse d'une courbe traction/déchargement/compression dépassant la limite élastique du matériau; Illustration de l'écrouissage (effet de Baushinger); Illustration de la courbe déformation transversale en fonction de la déformation longitudinale (variation du coefficient de poisson); Définition des contraintes vraies et des déformations vraies; Décomposition de la déformation totale en composante élastique et composante plastique; Les équations donnant la composante plastique des déformations dans un chargement tridimensionnel; Modèles de comportement élastique/plastique; Comportement élastique/parfaitement plastique; Comportement élastique avec écrouissage linéaire; Comportement élastique avec écrouissage en loi de puissance; Comportement élastique avec écrouissage en loi de Ramberg-Osgood.

Chapitre 6. Mécanique de la rupture**(3 Semaines)**

Les fondements de la mécanique de rupture (linéaire); Fissures et coefficient d'intensité de contrainte, Illustration de l'évolution de la contrainte dans le voisinage d'une bout de fissure; La définition du facteur d'intensité de contrainte; Ténacité. Facteur d'intensité de contrainte critique. Longueur de fissure critique et transition rupture fragile /ductile; Modes de rupture. Énergie de déformation. Taux de restitution d'énergie.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu 40%; Examen 60%.

Références bibliographiques:

1. J. Coirier, C. Nadot-Martin, "Mécanique des milieux continus : Cours et exercices corrigés" - 4e édition Dunod, 2013.
2. Martin H. Sadd, "Elasticity: Theory, applications and Numerics", Elsevier 2005.
3. Yves Debarid; "Elasticité", Université Lemans, 2006.

Semestre: 5
Unité d'enseignement: UEF 3.1.2
Matière 1: Métaux et alliages
VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

L'objectif de ce cours est de présenter les principes qui régissent les relations entre l'élaboration, la microstructure et les propriétés mécaniques des métaux. Il présente surtout les principaux métaux et leurs alliages.

Connaissances préalables recommandées:

Science des matériaux S4, Structure de la matière S1, Thermodynamique S2

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Rappels sur les structures des métaux (3 Semaines)

Les forces de cohésion dans les métaux (liaison métallique). Structure cristalline et réseau cristallin. Plans et directions cristallographiques. Empilement compact et pseudo-compact. Compacité. Imperfections du réseau cristallin. Défauts ponctuels. Défauts linéaires. Défauts surfacique et de volume. Sites interstitiels. Les solutions solides. La solution solide et le composé défini.

Chapitre 2. Durcissement dans les métaux (2 Semaines)

Durcissement par écrouissage, par solution solide, par les précipités, par une substructure, par la taille des grains, par une seconde phase. Restauration de la structure.

Chapitre 3. Solidification des métaux (2 Semaines)

Solidification d'un métal pur: Aspect thermodynamique; Règles des phases à pression constante. Germination homogène et hétérogène, croissance avec surfusion.

Chapitre 4. Diagrammes d'équilibre ternaire et binaire: (1 Semaine)

Eutectique, eutectoïde, polymorphique, péritectique.

Chapitre 5. Aciers et fontes (3 Semaines)

Diagramme d'équilibre Fe-C, Fe-Fe₃C; Propriétés et Structure des aciers et des fontes; Généralités sur les diagrammes TTT. Transformation Alpha-Gamma.

Chapitre 6. Métaux non ferreux (4 Semaines)

L'aluminium et ses alliages; Le cuivre et ses alliages; Le magnésium et ses alliages; Le zinc et ses alliages; Le plomb et ses alliages.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen : 60%.

Références bibliographiques:

1. L.M. Dorlot, J.P. Baillon, J. Masounave. "Des Matériaux". Ed. école Polytechnique de Montréal.
2. Y. Adda, J.M. Dupouy, J. Philibert, Y. Quere. "Éléments de métallurgie physique". La Documentation Française, Paris.
3. W. Kurz, J.P. Mercier, G. Zambelli. "Introduction à la science des matériaux", coll (traité des matériaux), vol. 1. Presse Polytechniques Romandes, Lausanne.
4. H. De Leiris. "Métaux et alliages". Masson, Paris

Semestre: 5**Unité d'enseignement: UEF 3.1.2****Matière 2: Céramiques et verres****VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement:**

Les céramiques et les verres constituent une famille de matériaux d'une extrême importance, cette importance ne cesse de se développer au vu des caractéristiques qu'ils assurent et surtout pour des applications spécifiques nécessitant une tenue sous de très hautes températures et des chargements intenses. Cette importance se manifeste aussi dans leurs utilisations au quotidien et avec des quantités gigantesques à l'échelle du globe comme matériaux de construction ou comme matériaux d'utilisation domestique. Cette matière introduit l'étudiant dans le monde fascinant de cette classe de matériaux. La matière présente les verres, les céramiques vitrifiées ainsi que les céramiques techniques. Pour chaque classe il est donné la composition et la morphologie, un aperçu sur les caractéristiques principales et enfin les techniques de mise en œuvre. À la fin de cette matière, il est donné une succincte présentation de deux autres classes de céramiques qui sont les ciments et les bétons d'une part, et les roches et les minéraux d'autre part. Les ciments et les bétons étant traités dans une matière à part vu leur importance dans notre vie.

Le programme est élaboré de sorte que sa présentation et son développement s'imprime fortement du sens physique et pratique. À l'issue de cette matière l'étudiant aura acquis les connaissances de base dans la compréhension de cette classe de matériau, de leurs structures, de leurs caractéristiques et comportements et enfin des méthodes de leurs mises en forme.

Connaissances préalables recommandées:

Structure de la matière L1, Sciences des matériaux S4, *Notions sur la Cristallographie*

Contenu de la matière:**Chapitre 1. Structure des céramiques****(2 Semaines)**

Les céramiques ioniques; Structure et l'empilement de type: Les céramiques ioniques simples de type AB: NaCl et MgO; Les céramiques ioniques simples de type ZrO_2 , Les céramiques ioniques simples de type Al_2O_3 .

Les céramiques covalentes (deux éléments non métalliques); Structure et empilement ; La structure (en chaînes, en feuillets et en réseaux tridimensionnels); Les structures fondamentales de type : Structure du diamant; Structure du SiC ; Structure du Si_3N_4 ;

Tableaux donnant les propriétés des verres et des céramiques telles que (masse volumique, module d'Young, résistance à la compression, Module de rupture, ténacité, facteur d'intensité de contrainte, résistance aux chocs thermique, ...).

Chapitre 2 Les verres**(2 Semaines)**

Composition et structure du verre; Le monomère silice SiO_4 et le dimère Si_2O_7 . Effet des oxydes métalliques sur la structure des silicates. Structure de la silice pure; Composition des verres sodocalcique et des verres borosilicatés; Structure amorphe du verre. Graphique illustrant le comportement des verres en fonction de la température; L'action des agents modificateurs sur la viscosité de la silice et sur sa transition vitreuse. (Verres à vitres, le pyrex).

Chapitre 3. Production et mise en forme du verre**(2 Semaines)**

Disposition d'un viscosimètre rotatif. Évolution de la viscosité avec la température pour différents verres (Verre au plomb, Verre à bouteille, Pyrex, Silice pure); Loi d'Arrhénius de la viscosité; Gamme des viscosités pour la mise en forme des verres; Températures de mise en œuvre, température de tension, température de recuit; Techniques de mise en forme et leurs conditions: Le pressage à chaud;

Le laminage; La flottation; Le soufflage; Les contraintes résiduelles dans le verre; Le verre trempé et ces avantages.

Chapitre 4. Les céramiques vérifiées (2 Semaines)

Domaine d'utilisation; porcelaine, tuiles, brique; Composition et morphologie des argiles (silicates en feuillet). Interaction des argiles avec l'eau. Exemple: Le Kaolin $Al_2Si_2O_5(OH)_2$; Préparation (humidification, séchage et cuisson); La structure des céramiques vérifiées. Glaçage par émail de verre des céramiques vérifiées; Production et mise en forme des terres cuites: Les étapes de mise en forme; mouillage, mise en forme, séchage, cuisant et émaillage; Argile pâteuse; Moulage; Extrusion; Tournage Modelage; Boue très fluide; Coulage en barbotine pour les formes complexes; Processus de cuisant: les températures de cuisant. La phase fondante dans la cuisant. Effet des additifs et de la charge en sable sur la céramique. Microstructure après cuisant; Émaillage; conditions et rôle.

Chapitre 5. Les céramiques techniques (3 Semaines)

Classes des céramiques techniques; Les céramiques typiques (Alumine dense, Nitrure de carbure de silicium, Sialons, Zircon cubique). Mode d'obtention; Les alliages céramiques: diagramme silice-alumine. But d'élaboration des alliages céramiques; Production et mise en forme; Le frittage: Principe du frittage. Surface spécifique des poudres de céramiques et Énergie de surface. Conditions de frittage. Processus de frittage; Le rôle de la diffusion dans le processus de frittage, La loi de la vitesse de densification de la poudre de céramique; Différents types de frittage: Frittage sous presse avec chauffage; Frittage avec pression isostatique (HIPping); Frittage avec phase liquide; Frittage réactionnel.

Chapitre 6. Propriétés et comportement des céramiques (3 Semaines)

Propriétés et comportement des céramiques à liaisons covalentes et des céramiques à liaisons ioniques; Limite élastique comparatives entre les céramiques et les métaux et alliages; Caractéristiques mécaniques spécifiques comparatives (E/ρ , H/E) entre les céramiques et les métaux et alliages; Interprétation de ces valeurs par rapport aux types de liaisons et de la microstructure respectives; La résistance à la rupture des céramiques: La microstructure des céramiques et porosités; Origine des porosités dans les céramiques (lors de l'élaboration par frittages ou vitrifications; Les contraintes thermiques, la corrosion ou l'abrasion, lors de la mise en charge); La fragilité des céramiques et leurs mode de rupture; Ténacité. Facteur d'intensité de contrainte; L'effet des microfissures et de porosité sur la résistance des céramiques. Relation de la résistance en fonction de la taille de fissure; Statistique de la résistance des céramiques. Relation de Weibull; Variation de la résistance avec le temps des céramiques oxydes (la rupture différée); Essais mécaniques de mesure de la résistance (traction, flexion, compression) et interprétation des différences dans les valeurs obtenues; Fluage des céramiques; Courbe type de fluage. La loi de fluage; Résistance aux chocs thermiques: Cause du choc thermique dans les céramiques. Relation de la résistance aux chocs thermiques.

Chapitre 7. Les autres céramiques (1 Semaine)

Les ciments et les bétons; La composition de ciment (CaO , SiO_2 , Al_2O_3). Ciment Portland; La composition du béton; Les roches et les minéraux (céramiques naturelles); Les céramiques naturelles typiques (Calcaire et marbre, Grès, Granit), composition et utilisation typiques; Composition et microstructure des roches sédimentaires (grès); Composition et microstructure des roches ignées (granites).

Mode d'évaluation:

Contrôle continu 40% ; Examen 60%.

Références bibliographiques:

1. M.F. Ashby, D.R.H. Jones, "Matériaux 2, Microstructure et mise en œuvre", Dunod, Paris.
2. W.D. Kingery, H.F. Bowen, D.R. Uhlman. "Introduction to ceramics". Wiley.
3. J. Zarsyczi, "Les verres et l'état vitreux". Masson.
4. J.L. Chermant, "Les céramiques thermomécaniques", Presses du CNRS
5. I.J. McColm, "Ceramic Science for Materials Technologists". Chapman and Hall.
6. Jürgen G. Heinrich, Cynthia M. Gomes, "Introduction to ceramics processing", TU Clausthal.(open access with video clips)

Semestre: 5
Unité d'enseignement: UEF 3.1.2
Matière 3: Liants et bétons
VHS: 45h (cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Cette matière présente une classe de matériaux qui sont les liants et les bétons. Ce sont des matériaux de construction utilisés en quantités gigantesques à l'échelle du globe.

L'enseignement commence par les liants aériens qui sont le plâtre et la chaux qui sont suivis par les ciments et pour terminer les bétons. La matière donne la chimie de ces matériaux qui permet la compréhension de leurs structures.

Connaissances préalables recommandées:

Structure de la matière L1.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Les liants aériens

(6 Semaines)

Le plâtre; Structures et compositions de gypse dans les roches et celles d'anhydrite naturelle; Schéma de transformation thermique du gypse naturel. Propriétés des phases de plâtre; Technologie de fabrication du plâtre de construction. Schéma technologique et étapes principales; Appareils de cuisson à chauffage indirects; Fabrication du plâtre de haute résistance; Obtention du plâtre par cuisson dans les milieux liquides. Fabrication du plâtre à partir du phosphogypse; Durcissement du plâtre de construction; Ajouts chimiques pour la régularisation de la prise et du durcissement.

La chaux; Matières premières. La chaux aérienne. La chaux vive broyée, la chaux éteinte hydratée, classifications des chaux; Dissociation thermique des carbonates. Mécanisme de la dissociation. Produits de la dissociation thermique des carbonates; Processus physiques chimiques se déroulant lors de la cuisson des matières premières; procédés de fabrication de la chaux vive; Fabrication de la chaux dans les fours rotatifs; Calcul du rendement de la chaux et de son activité; Extinction de la chaux; Durcissement de la chaux; Fabrication de la chaux hydraulique naturelle; Propriétés et domaines d'utilisation des chaux.

Chapitre 2. La chimie des ciments

(6 Semaines)

Les constituants essentiels des liants (chaux, alumine, silice et eau).

Ciment de pouzzoles; Constituants et élaboration; Les réactions chimiques du ciment pouzzoles (réaction dans la masse et réaction à la surface active); Le gel de tobohorite (tri-hydrate de silice tricalcique). Présentation du processus de prise.

Ciment de portland; Constituants et élaboration; Période d'hydratation du ciment; réaction d'hydratation. enveloppe gélatineuse d'hydrate $(\text{CaO})_3\text{Al}_2\text{O}_3(\text{H}_2\text{O})_6$; Réaction et processus de durcissement hydraulique du ciment de portland. Transformation du gel en texture épineuse $[(\text{CaO})_3\text{SiO}_2(\text{H}_2\text{O})_3]$ sur le particule de ciment; Illustration schématique des phases de transformation du gel en structure épineuse et développement de la structure du ciment. Illustration du mécanisme de formation du $[(\text{CaO})_3\text{SiO}_2(\text{H}_2\text{O})_3]$ à partir du grain ciment; Illustration de l'évolution dans le temps de la résistance du ciment de portland lors du durcissement; Illustration du dégagement de chaleur lors du durcissement; Période d'induction; Structure du ciment Portland: Différence entre ciment de pouzzoles et portland; Le ciment à haute teneur en alumine. Composition et caractéristique; Réaction de durcissement du ciment à haute teneur en alumine. Inconvénient et limite. Cause et conséquence de sa détérioration.

Chapitre 3. Le béton**(3 Semaines)**

Constituants du béton, leurs proportions et rôles. Choix de la granulométrie de l'agrégat; Comportement du béton en compression. Résistance moyenne du béton; La phase principale gouvernant la résistance du béton; Moyens d'amélioration des caractéristiques du ciment (finesse de la poudre de ciment, rapport eau/ciment; Ajout de lubrifiants polymères; Application de pression pendant le durcissement.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu 40%; Examen 60%.

Références bibliographiques:

1. J.M. Illston, J.M. Dinwoodie, A.A. Smith, "Concrete, Timber and Metals", Van Nostrand.
2. D.D. Double, A. Hellowell, "The solidification of Portland Cement", Scientific American. 273 (1), 82.
3. "Ciments et chaux". 3e éd. Saint-Denis-La Plaine, Afnor, 1990. - XI-217.
4. Neville, Adam M, " Propriétés des bétons". - Paris : Eyrolles, 2000.
5. Y. Maille "Les Bétons à hautes performances", Presse de l'École nationale des ponts et chaussées, 1992.

Semestre: 5

Unité d'enseignement: UEM 3.1

Matière 1: TP Transfert de chaleur et de masse

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Cet enseignement permet aux étudiants de mettre en exercice et de vérifier les connaissances acquises dans la matière transfert de chaleur et de masse.

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique de fluide S3, transfert de chaleur et de masse.

Contenu de la matière:

(Selon les moyens disponibles dans l'établissement)

TP1: Conduction linéaire.

TP2: Conduction radiale.

TP3: Convection libre et forcée.

TP4: Rayonnement.

TP5: Simulation par logiciel sur les différents types de transfert.

TP6: Étude de la diffusion solide-solide (cémentation en caisse); observation de métal avant et après cémentation et mesure de la dureté.

TP7: Frittage de poudre de métal.

TP8: Simulation sur logiciel de la diffusion.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%.

Références bibliographiques:

Manuels de manipulation.

Semestre: 5

Unité d'enseignement: UEM 3.1

Matière 2: Méthodes d'analyses et de caractérisation

VHS: 37h30 (Cours: 1h30, TP: 1h00)

Crédits: 3

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Connaître le principe des différentes techniques de caractérisation utilisées dans la détermination de différentes propriétés des matériaux. L'étudiant doit pouvoir définir en fonction de la caractéristique recherchée ou du comportement à analyser la technique à mettre en œuvre et les moyens à utiliser pour son obtention.

Connaissances préalables recommandées:

Minéralogie et cristallographie S4, Propriétés des matériaux S4.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Principes de l'analyse thermique

(4 Semaines)

Les différentes méthodes d'analyse; DTA: Analyse thermique différentielle; DSC: Analyse enthalpique différentielle; TGA: Analyse thermogravimétrique; Propriétés mesurées; Propriétés physiques (transition vitreuse, fusion, changement de phases,...); Propriétés thermodynamiques (chaleur spécifique, enthalpie,...); Appareillage, principe et capteurs utilisés.

Chapitre 2. Méthodes d'analyse et d'observation des matériaux

(4 Semaines)

Micrographie optique; Polissage des échantillons. Attaque des échantillons; Examen micrographique des échantillons; La microscopie en lumière directe. La microscopie en lumière réfléchie; Microscope métallographique. Microscopie confocal : La microscopie en contraste de phase; La microscopie à fluorescence; Microscopie à Forces Atomiques; Microscopie électronique à balayage (le MEB et le MET); Appareillage, principe et capteurs utilisés.

Chapitre 3. Méthodes spectroscopiques

(3 Semaines)

Analyse par Ultra Violet; Interprétation des spectres infrarouge; Diffraction X: Détermination structurale par les méthodes de Patterson et des méthodes directes; Analyse spectroscopique EDS, WDS; Appareillage, principe et capteurs utilisés.

Chapitre 4. Méthodes d'essais et d'analyse mécaniques

(4 Semaines)

Les essais mécaniques conventionnels: Les essais statiques; Traction. Compression; Flexion; Pliage; Dureté; Torsion; Les essais dynamiques; Fatigue; DMA; Les essais d'énergie; Résilience; Ténacité; Essais de chocs; Les essais rhéologiques; Rhéomètres; Fluage; Relaxation; Recouvrance; Les essais de tribologie; Appareillage, principe et capteurs utilisés.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques:

1. R. Ouahas, "Radiocristallographie"
2. W.D. Callister, "Science et génie des matériaux",
3. Suzanne Degallaix et Bernhard Ischner, "Caractérisation expérimentale des matériaux", Traité des matériaux - Volume 20.
4. MARTIN Jean-Luc, GEORGE Armand, "Traité des matériaux Vol 3 : caractérisation expérimentale des matériaux, analyse par rayons X, électrons et neutrons",
5. Bailon J.P. et Dorlot J.M "Des matériaux", Ed : École polytechnique Montréal.

Semestre: 5
Unité d'enseignement: UEM 3.1
Matière 3: TP Métaux et alliages
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Apprendre et connaître d'une façon pratique les méthodes de fabrication de pièces métalliques par des procédés de mise en forme sans enlèvement de la matière.

Connaissances préalables recommandées:

Métaux et alliages.

Contenu de la matière:

(Selon les moyens disponibles dans l'établissement)

TP1: Exemple sur la coulée continue.

TP2: Coulée d'une pièce en lingotière.

TP3: Initiation à la fabrication d'une pièce par la fonderie.

TP4: Méthodes de préparation des poudres ;

TP5: Pratique du frittage.

TP6: Fabrication d'une pièce par la métallurgie des poudres.

TP6: Fabrication d'une pièce par forgeage.

TP7: Fabrication d'une pièce par matriçage.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%.

Semestre: 5
Unité d'enseignement: UEM 3.1
Matière 4: TP Céramiques, verres et bétons
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

La matière représente pour les étudiants le premier pas pratique dans le monde scientifique et technologique des matériaux céramiques. La matière constitue l'occasion idéale pour mettre en exergue les connaissances théoriques acquises dans les cours.

Connaissances préalables recommandées:

Dessin Industriel, RDM, Fabrication mécanique. Liants et bétons. Verre et céramiques.

Contenu de la matière:

- Effet de la température sur la viscosité d'un verre.
- Détermination de la vitesse de transformation polymorphique de la silice.
- Détermination de la tension superficielle des silicates en fusion.
- Synthèse des verres fusibles du système $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_4$ et PbOSiO_2 .
- Retrait et gonflement des argiles (silicates en feuillets).
- Préparation de mise en œuvre de briques en céramique.
- Test de cone pour la température de ramollissement d'une céramique.
- Étude des plâtres; (action de la finesse de monture et des adjuvants sur la consistance normale de pâte du plâtre, influence des plastifiants sur la prise et le durcissement, influence de l'eau de gâchage sur la résistance mécanique).
- Analyse granulométrique des ciments portland, tamisage flexométrie, sédimentaire.
- Influence de CaO et KOH sur la prise, le durcissement et le retrait du ciment portland.
- Mise en œuvre par table vibrante d'une céramique dense par l'utilisation des particules de silice.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%.

Semestre: 5
Unité d'enseignement: UED 3.1
Matière 1: Assemblage des matériaux
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

La matière donne aux étudiants les moyens et les techniques d'assemblage des pièces de différents matériaux.

Connaissances préalables recommandées:

Dessin Industriel, RDM, Fabrication mécanique.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Assemblage des métaux (5 Semaines)

Les assemblages filetés; Vis, Boulons, goujons, calcul de résistance (Cisaillement, matage, flexion, serrage d'un système hyperstatique; Assemblages non démontables; Rivures (différents types de rivets et rivures, calcul de dimensionnement); Différents types de soudures, Calcul des soudures (en bout, à clin, à couvre joint, cylindrique, charge dynamique); Assemblage des pièces par montage à force; Montage par échauffement du moyeu, Montage par refroidissement de l'arbre, calcul de l'ajustement; Eléments d'obstacle; Clavettes, Cannelures et ressorts (calcul et dimensionnement de résistance).

Chapitre 2. Assemblage des plastiques (7 Semaines)

Le collage; Le soudage; Le soudage par contact de deux surfaces chauffées; Le soudage par cordon; Le soudage par impulsion (pour films); Le soudage à haute fréquence; Le soudage par ultrasons; Le soudage par résistance; Le soudage par induction; L'assemblage mécanique; Le rivetage; Les encliquetages et les clipsages; Le vissage.

Chapitre 3. Assemblage des céramiques (3 Semaines)

Céramique sur Céramique; Soudage par diffusion; Brasage à l'émail; Céramique sur métal; Métallisation et Brasage; Par adhésifs; (époxy, ciments); Par bridage.

Mode d'évaluation:

Examen: 100 %.

Références bibliographiques:

1. F. Esnault, "Construction mécanique, Transmission de puissance - volume 3", Ed. Dunod
2. Alain Pouget, Thierry Berthomieu, Yves Boutron, Emmanuel Cuenot, "Structures et mécanismes - Activités de construction mécanique". Ed. Hachette Technique.
3. R. Quatremer, J-P Trotignon, M. Dejans, H. Lehu, "Précis de Construction Mécanique, Tome 1, Projets-études, composants, normalisation", AFNOR, Nathan 2001.
4. R. Quatremer, J-P Trotignon, M. Dejans, H. Lehu, "Précis de Construction Mécanique, Tome 3, Projets-calculs, dimensionnement, normalisation", AFNOR, Nathan 1997.
5. Youde Xiong, Y. Qian, Z. Xiong, D. Picard, "Formulaire de mécanique, Pièces de construction", Eyrolles, 2007.
6. Jean-Louis Fanchon, "Guide de Mécanique", Nathan, 2008.
7. W. L. Cleghorn, "Mechanics of machines", Oxford University Press, 2008.

Semestre: 5
Unité d'enseignement: UED 3.1
Matière 2: Normalisation
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Prendre connaissance de la normalisation et de son importance. Connaitre le rôle des brevets et de la propriété industrielle.

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

- Définition et importance des normes et de la normalisation.
- Les différentes méthodes de normalisation.
- Les principales normes (AFNOR, DIN, ISO, ASTM).
- Correspondance des normes.
- Les brevets.
- La propriété industrielle.

Mode d'évaluation:

Examen: 100 %.

Références bibliographiques:

1. Directives ISO/CEI – partie 2 : Règles de structure et de rédaction des Normes internationales, cinquième édition, 2004
2. Les mécanismes et les modes de certification : Accréditation certification Norme ISO 9001, Pierre Frybourg 2012

Semestre: 5
Unité d'enseignement: UET 3.1
Matière 1: Anglais scientifique
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Apprendre la terminologie et la prononciation de vocabulaire en relation avec les matériaux.

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

- Vocabulaire en relation avec les familles de matériaux.
- Interprétation d'une courbe d'équilibre fer-carbone.
- Traitement d'un texte sur les métaux et alliages.
- Traitement d'un texte sur les céramiques et verres.
- Traitement d'un texte sur les polymères et composites.
- Description des différents comportements mécaniques des matériaux.

Mode d'évaluation:

Examen: 100 %.

Semestre: 6**Unité d'enseignement: UEF 3.2.1****Matière1 : Polymères****VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement:**

L'invention du plastique a changé très rapidement et définitivement notre vie en apportant un confort difficile à assurer par d'autres types de matériaux. Ceci a permis à cette famille de matériaux de gagner une importance extrême dans notre vie quotidienne. Par ailleurs et sur le plan technique, cette révolution a ouvert de nouveaux horizons technologiques.

L'enseignement de cette matière introduit à nos étudiants cette classe de matériaux. Il commence par donner la composition, la morphologie et la classification des différents types de polymères. Il est donné par la suite un aperçu sur les caractéristiques principales de ces matériaux. Enfin les principales techniques de mise en œuvre clôturent cette matière.

À l'issue de ce cours, l'étudiant aura acquis les connaissances pratiques et de base dans la classification, la structure, les propriétés et les méthodes de mise en forme des matériaux plastiques.

Connaissances préalables recommandées:

Structure de la matière S1, Science des matériaux S4.

Contenu de la matière:**Chapitre 1. Structure des polymères et leurs classifications (5 Semaines)**

Monomère, polymérisation d'addition, polymérisation de condensation; Degré de polymérisation DP; Les forces de cohésion; liaison principale covalente des chaînes moléculaire et les liaisons secondaires (liaison hydrogène ou Van der Waals) entre les chaînes. Classification des polymères; Les thermoplastiques: Principaux thermoplastiques; Caractéristiques des thermoplastiques; Arrangement des macromolécules (enchevêtrement des molécules); Cristallisation dans les thermoplastiques; Effets des radicaux sur leurs propriétés. Les additifs pour polymères; Stabilisant, colorants et pigments, les ignifugeants, lubrifiants, antistatiques, agent de germination, plastifiants, antichocs, renforts et charges. Les thermodurcissables: Obtention des thermodurcissables; Réticulation des thermodurcissables (résine et durcissant); Les forces de cohésion dans les thermodurcissables; Principaux thermodurcissables; Caractéristiques des thermodurcissables; Effet des ponts entre chaînes. Les élastomères ou caoutchoucs: Structure des élastomères; Spécificité des élastomères; Nature et rôle des ponts dans les élastomères; Les élastomères types; Les polymères naturels: La cellulose; La lignine. Les Protéines.

Chapitre 2. Propriétés mécaniques des polymères (6 Semaines)

Effet de la température sur la rigidité; Solidification d'un polymère et variation de son volume massique; Comparaison avec la solidification d'un matériau cristallin. Définition de la transition vitreuse; Définition du volume libre; Rigidité d'un polymère en fonction de la température; Phase vitreuse; transition vitreuse; phase caoutchoutique, écoulement visqueux; Effet de la structure; Effet du degré de polymérisation sur le comportement des polymères; La rigidité des polymères; sensibilité du module à la température et au temps; Le caractère viscoélastique des polymères; Interprétation du caractère viscoélastique par la structure du polymère; Comparaison avec le fluage des métaux et des céramiques; Le fluage: le fluage secondaire et principe d'équivalence temps/température; L'effet du volume libre; Le comportement caoutchouteux; effet des ponts entre chaînes; Données sur les propriétés des polymères.

Chapitre 3. Mise en forme des matériaux plastique**(4 semaines)**

L'extrusion: Principe de l'extrusion; L'extrudeuse; Structure d'une extrudeuse monovis; Le fourreau thermo-régulé, l'unité motrice, la filière, trémie d'alimentation, la vis, système de contrôle des températures et la vitesse de rotation de la vis.

La vis de l'extrudeuse; fonction, forme et les différents zones d'une vis (alimentation, compression et pompage); Les produits de l'extrusion; Les tuyaux, les feuilles, les tiges, les profilés, le gainage des fils, les films.

Le moulage par injection: Principe du moulage; La presse à injection; Structure d'une presse à injection; La partie fermeture (contenant le moule), la partie injection (plastification du polymère); Partie fermeture; Fermeture hydraulique, Fermeture mécanique, Fermeture mixte; Partie injection; Rôle double de la vis: la plastification et l'injection;

Le cycle d'injection; Phase de remplissage, phase de maintien, phase de refroidissement; Paramètres d'injection et leurs influences sur les pièces moulées; Les moules ; Parties d'un moule; autres méthodes de mise en forme des polymères: Injection-soufflage; Injection-réaction; Rotomoulage; Thermoformage; Moulage par compression; Moulage par transfert; Méthodes de mise en forme de thermodurcissables: Moulage contact; Moulage par projection; Moulage par stratification; Moulage sous vide. BMC; Injection-réaction.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen : 60%.

travail personnel

Pour pousser l'étudiant à se familiariser avec les différentes familles de polymères on lui demande de classier 20 polymères de chaque famille selon la Tg et de conclure les liens avec les propriétés thermomécaniques et physiques et l'architecture moléculaire

-Faire un rapport détaillé sur au moins cinq (05) procédés de mise en forme après avoir regarder les vidéos

Références bibliographiques:

1. M.F. Ashby. "Matériaux. 2. Microstructure et mise en œuvre", Dunod
2. J.P. Trotignon, M. Piperaud, J. Verdu, A. Dobraczynski, "Précis de matières plastiques", AFNOR- Nathan.
3. J. Bost. "Matières plastiques; tome 2. Technologie, plasturgie. Technique et documentation", Lavoisier.
4. F.W. Billmeyer, "Textbook of polymer science". Wiley Intersciences.
5. J.A. Rydson, "Plastics Materials", Buterworth.
6. R.J. Young; "Introduction to Polymers", Chapman and Hall
7. Noëlle BILLON, Comportement mécanique des polymères
8. J. Lecomte-Beckers, physique des matériaux: partie polymères
9. HAMAIDE Thierry, FONTAINE Laurent, SIX Jean-Luc, Chimie des polymères ? Exercices et problèmes corrigés (2° Éd.), 2014.

Semestre: 6
Unité d'enseignement: UEF 3.2.1
Matière 2: Matériaux Composites
VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

La matière commence par donner une vue générale sur les matériaux composites mais s'étale surtout sur les composites à matrice polymérique et leurs méthodes de mise en œuvre. Il est donné par la suite une introduction sur l'élasticité dans un laminé unidirectionnel à fibres longues et à fibres courtes, il est expliqué le principe de transfert de charge de la matrice à la fibre. Enfin, il est donné la démarche dans le calcul des stratifiés.

Connaissances préalables recommandées:

RDM, Mécanique des milieux continus. Comportement mécanique des polymères, Elaboration des matériaux plastiques et polymères

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Généralités sur les Matériaux Composites (1 Semaine)

Définition, caractéristiques générales, classification des matériaux composites, classification suivant la forme des constituants, classification suivant la nature des constituants, fractions volumiques fractions massiques, relations entre fractions volumiques et massiques.

Chapitre 2. Éléments Constituants d'un Matériau Composite à matrice polymérique (2 Semaines)

Les matrices thermodurcissables. Les matrices thermoplastiques. Les charges, les additifs; Les fibres et les tissus de renfort; formes linéiques, formes surfaciques, structures tissées multidirectionnelles. Les principales fibres; les fibres de verre, les fibres de carbone, les fibres aramides, les fibres céramiques, autres fibres.

Chapitre 3. Mise en œuvre et structure des Matériaux Composites à matrice polymérique (3 Semaines)

Mise en œuvre des matériaux composites, moulages sous pression, moulage sous vide, moulage par projection, Moulage par compression, moulage en continu, moulage par pultrusion, moulage par centrifugation, moulage par enroulement filamentaire, utilisation de demi-produits, préimprégnés, les composés de moulage, Structure des matériaux composites; les stratifiés, les sandwiches, autres Structure; Relation entre structure et comportement mécanique.

Chapitre 4. Introduction à l'élasticité dans les matériaux composites (4 semaines)

Interaction fibre matrice dans un laminé unidirectionnelle à fibres continues; Suppositions de base. Loi de mélange; Fraction volumique critique des fibres; Interaction fibre matrice dans un laminé unidirectionnelle à fibres courtes ; Mécanisme de transfert de charge. Longueur critique des fibres; Caractéristique de laminé renforcé unidirectionnel; Axes de coordonnées, notations, transformation de contraintes. Matériaux anisotropes, matériaux isotropes, matériaux orthotropes; Spécificité des composites dans l'interaction entre contraintes normales et de cisaillements.

Chapitre 5. Propriétés élastiques des laminés (4 Semaines)

Relations d'élasticité, Modules d'élasticité, Relations entre les coefficients d'élasticité, Expressions des matrices de rigidité et de souplesse pour Laminé unidirectionnel à fibres continues orientées à un angle 0; Laminé unidirectionnel à fibres continues orientées à un angle θ ; Laminé unidirectionnel à

fibres discontinues orientées à un angle 0; Laminé unidirectionnel à fibres discontinues à orientation aléatoire.

Chapitre 6. Introduction aux stratifiées et rupture des composites (1 Semaine)

Notations des stratifiés. Bases fondamentales pour la théorie des stratifiés et démarche du calcul. Suppositions de base de stratifiés. Les mécanismes de rupture dans les matériaux composites.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. D. Gay, "Matériaux composites". Hermès. 09/2005(5ème édition).
2. J.M. Berthelot, "Matériaux composites. Comportement mécanique et analyse des structures", Ed. Technique et documentation.1999.
3. S.W. Tsai , H.T. Hahn. "Introduction to Composite Materials". Technomic.1980.
4. M. Reyne, "Solutions composites", Hermès. 2006.

Semestre: 6**Unité d'enseignement: UEF 3.2.1****Matière 3: Le bois et les mousses****VHS: 22h30 (Cours: 1h30)****Crédits: 2****Coefficient: 1****Objectifs de l'enseignement:**

Cette matière présente deux matériaux ayant un intérêt très spécifique ; premièrement le bois qui possède une structure d'un composite complexe, il offre des caractéristiques pour des utilisations ordinaire ou technique. L'étudiant découvrira en plus de sa structure fascinante, qu'en valeur absolue les propriétés (rigidité et résistance) du bois sont moindres comparées à d'autres matériaux, mais en termes de propriétés spécifiques le bois a des propriétés comparables qui dépassent même quelques métaux, c'est pour cette raison que les premiers avions étaient fabriqués en bois. Deuxièmement les mousses ; là-aussi l'étudiant apprendra que la mousse offre des caractéristiques idéales pour l'emballage par exemple, ou en l'associant à d'autres matériaux composites donne des structures sandwichs pour atteindre des caractéristiques spécifiques sans égales.

Connaissances préalables recommandées:

Structure de la matière S1, Sciences des Matériaux S4, Mécanique des milieux continus S5.

Contenu de la matière:**Chapitre 1. Structure du bois****(1 semaine)**

Types de bois; Résineux (gymnospermes) et Feuillus (angiospermes); Structure macroscopique du bois en coupe; axial, radial et tangentielle: Écorce; Liber; Cambium; Aubier; Duramen ; Moelle.

Chapitre 2. Structure microscopique du bois**(1 semaine)**

Plan ligneux typique des résineux et des feuillus; Structure d'une cellule fibreuse du bois; Représentation des différentes couches de la paroi cellulaire. Couche intercellulaire, couche primaire, couche secondaire.

Chapitre 3. Composition chimique du bois**(3 semaines)**

Constituants chimiques du bois; Cellulose, Lignine, Hémicellulose, eau, autres. La cellulose; Structure chimique. Proportion dans le bois. Disposition. Rôle. Hémicellulose; Structure chimique; Proportion dans le bois. Disposition. Rôle. Lignine; Structure chimique; Proportion dans le bois. Disposition; Rôle. Interaction entre cellulose; lignine et hémicellulose dans la paroi cellulaire du bois.

Chapitre 4. Propriétés mécanique du bois**(3 semaines)**

L'anisotropie du bois; Module d'Young du bois ; Effet de l'anisotropie. Effet de la densité (humidité). Ténacité du bois; Effet de l'anisotropie ; Effet de la densité (humidité). Propriétés du bois comparé aux autres matériaux (Propriétés absolue et propriétés/masse volumique).

Chapitre 5. Bois modifiées**(2 semaines)**

Bois Lamellés-collés; Bois contre-plaqués; Panneaux de particules; Panneaux de fibres.

Chapitre 6. Mousses ou solides cellulaires**(3 semaines)**

Les mousses naturelles; Le bois, l'os, le liège. Les mousses synthétiques; Polymères expansés; Modes d'obtention des mousses expansés; Utilisation des mousses expansés; Représentation de la structure cellulaire des mousses; cellules polyédriques ouvertes ou cellules polyédriques fermées; Exemple d'utilisation de la mousse.

Chapitre 7. Propriétés mécanique des mousses**(2 semaines)**

Courbe type contrainte/déformation en compression d'une mousse; interprétation; Effet de la densité de la mousse sur ses propriétés; Expression du module de la mousse en fonction des propriétés du polymère solide; Expression de la contrainte d'effondrement élastique de la mousse en fonction des propriétés du polymère solide; Expression de la contrainte d'effondrement plastique de la mousse en fonction des propriétés du polymère solide.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. D. Guitard, "Mécanique du matériau bois et composites, Cépadues Ed.
2. M.F. Ashby. "Matériaux. 2. Microstructure et mise en œuvre", Dunod
3. J. Bodig, B.A. Jayne, "Mechanics of Wood and Wood composites", Van Nostrand Reinhold.
4. J.M. Dinwoodie, "Timber, its Nature and behavior", Van Nostrand Reinhold.
5. H.E. Desch, Timber, its Structure, Properties, and utilization". Macmillan.
6. D. Gay, "Matériaux composites", Hermès.
7. N.C. Hillyard, "Mechanics of Cellular Plastics" Ap. Sc. Publishers.
8. M. Grayson, "Encyclopedia of Composite Materials and Components".

Semestre: 6
Unité d'enseignement: UEF 3.2.2
Matière 1: Rhéologie des matériaux
VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

La matière rhéologie programmée en S6 vient en complément à la matière mécanique des milieux continus enseignée en S5, cette dernière traite l'élasticité et la plasticité des matériaux. Car tous les matériaux, au-delà d'une certaine température, acquièrent un comportement dépendant du temps. Ceci impose le recours aux lois de la rhéologie pour représenter leurs comportements. D'autre part, la mise en forme d'une grande partie des matériaux se fait à l'état fluide, là-aussi les lois rhéologiques se trouvent indispensables.

La matière rhéologie est l'occasion permettant à l'étudiant de prendre connaissance du comportement fonction du temps des matériaux. Elle est donnée en deux parties; la première traite la rhéologie à l'état solide alors que la deuxième partie considère la rhéologie à l'état liquide des matériaux.

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique des milieux continus S5, Résistance des matériaux S4.

Contenu de la matière:

Partie A. Rhéologie des corps solides

Chapitre 1. Introduction (1 Semaine)

Définitions; Matériaux et conditions imposant l'utilisation des lois rhéologiques pour la représentation du comportement des matériaux; La contrainte normale et la contrainte de cisaillement. La déformation conventionnelle; La déformation réelle. La déformation de cisaillement. Le module de rigidité et de souplesse d'un matériau. Le fluage. La relaxation; La recouvrance; Définitions des éléments (corps) rhéologiques fondamentaux et leurs comportements respectifs; Le solide Euclidien ou solide indéformable; Le solide Hookéen ou ressort linéaire; Le fluide Pascalien ou fluide parfait; Le solide parfaitement pastique de St-Venant; Le fluide Newtonien.

Chapitre 2. Comportement viscoélastique linéaire sous un chargement statique uniaxial (3 Semaines)

Définition des modèles; Fluide de Maxwell. Solide de Kelvin-Voigt. Solide à trois paramètres (Kelvin-Voigt généralisé); Réponse des trois modèles aux essais de; Fluage; Recouvrance; Relaxation; Effacement ; Traction. La souplesse de fluage, le module de relaxation et le temps caractéristique.

Chapitre 3. Comportement viscoélastique sous un chargement cyclique (2Semaines)

Réponse des modèles viscoélastiques aux vibrations; Modèle de Maxwell. Modèle de Kelvin.

Chapitre 4. Principe de superposition de Boltzmann (1 Semaine)

Partie B. Rhéologie des fluides

Chapitre 5. La viscosité d'un fluide (2 Semaines)

Fluides newtoniens; Fluides non-newtoniens; Le corps de Bingham; Les fluides pseudo-plastiques; Les fluides dilatants.

Chapitre 6. Modèles rhéologie des fluides (3 Semaines)

Variation de la viscosité avec le taux de cisaillement; Fluide Newtonien ; Pseudo-plastique; Dilatant. Variation type de la viscosité d'un fluide pseudo-plastique (un polymère fondu) en fonction du taux de cisaillement; Modèle de la loi de puissance pour la viscosité.

Chapitre 7 Étude de cas**(3 Semaines)**

Écoulement d'un fluide newtonien dans un capillaire; Écoulement d'un fluide avec une viscosité obéissant à la loi de puissance dans un capillaire; Écoulement d'un fluide newtonien entre deux plaques; Écoulement d'un fluide avec une viscosité obéissant à la loi de puissance entre deux plaques.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen : 60%.

Références bibliographiques:

1. G. Couarraze, J.L. Grossiord, " Initiation à la rhéologie", Technique et documentation, Lavoisier, 3^{ème} édition (2000).
2. P. Coussot, J.L. Grossiord, "Comprendre la rhéologie", EDP Sciences (2001)
3. J.L. Grossiord, P. Coussot, "Comprendre la rhéologie - De la circulation du sang à la prise du béton, EDP Sciences
4. C. W. Macosko, "Rheology: Principles, Measurements, and Applications", Wiley

Semestre: 6

Unité d'enseignement: UEF 3.2.2

Matière 2: Dégradation et protection des matériaux

VHS: 45h (Cours: 1h.30, TD: 1h30)

Crédits: 4

Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement:

La présente matière illustre les différents modes de dégradation des matériaux. Il est commencé par la corrosion qui est le problème le plus délicat pour la dégradation des métaux, il est donné aussi les moyens de protection des matériaux.

Connaissances préalables recommandées: corrosion

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Corrosion des métaux en milieu aqueux (5 Semaines)

Définitions ; Nature électrochimique de la corrosion; Réactions anodique/cathodique; Les principales réactions cathodiques. Potentiels d'équilibre; Relation de Nerst; Électrode d'hydrogène normale; Loi de Nerst généralisée; Cinétique de la corrosion; Loi de Faraday. Montage de mesure des courbes de polarisation anodique et cathodique; Courbe de polarisation; Courants seuil à la cathode et à l'anode; Surtensions cathodique et anodique; Loi de Tafel; Polarisation d'activation et Polarisation de diffusion; Passivation; Mode de corrosion; Corrosion galvanique; Facteurs métallurgique; Effets de l'érouissage et des contraintes.

Chapitre 2. Protection contre la corrosion des métaux en milieu aqueux. (2 Semaines)

Protection électrochimique; Protection cathodique; Protection anodique; Protection par revêtements et traitements des surfaces.

Chapitre 3. Oxydation sèche des métaux et alliages (2 Semaines)

Aspect thermodynamique; Processus de formation de la couche d'oxyde; Cinétique de l'oxydation; Mode de protection.

Chapitre 4. Dégradation des matières plastiques (3 Semaines)

Vieillessement physique; Migration des plastifiants. Action des solvants; Fissuration sous contrainte en milieu tensioactif; Vieillessement et dégradation chimiques; Oxydation; Photo-dégradation; Dégradation thermique.

Chapitre 5. Dégradation des céramiques (3 Semaines)

Dégradation du béton; Dégradation par les sulfates. Dégradation climatique; Dégradation climatique du calcaire; Propagation des fissures dans les verres par oxydation.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. L.M. Dorlot, J.P. Baillon, J. Masounave, "Des Matériaux", Ed. école Polytechnique de Montréal.
2. D. Landoldt: "Corrosion et chimie de surface des métaux".
3. M.F. Ashby. "Matériaux. 2. Microstructure et mise en œuvre", Dunod

Semestre: 6
Unité d'enseignement: UEM 3.2
Matière 1: Projet de Fin de Cycle
VHS: 45h (TP: 3h)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Assimiler de manière globale et synthétique les connaissances des différentes matières du parcours de la formation. Mettre en pratique et concrètement les concepts théoriques enseignés pendant toute la formation. Développer chez l'étudiant le sens de l'autonomie et de l'initiative tout en lui apprenant à travailler dans un cadre collaboratif pour résoudre un problème spécifique.

Connaissances préalables recommandées:

Tout le programme de la Licence.

Contenu de la matière:

Le thème du Projet de Fin de Cycle doit provenir d'un choix concerté entre l'enseignant tuteur et un étudiant (ou un groupe d'étudiants : binôme voire trinôme). Le fond du sujet doit obligatoirement cadrer avec les objectifs de la formation et les aptitudes réelles de l'étudiant (niveau Licence). Il est par ailleurs préférable que ce thème tienne en compte l'environnement social et économique de l'établissement. Lorsque la nature du projet le nécessite, il peut être subdivisé en plusieurs parties.

Remarque:

Durant les semaines pendant lesquelles les étudiants sont en train de s'imprégner de la finalité de leur projet et de sa faisabilité (recherche bibliographique, recherche de logiciels ou de matériels nécessaires à la conduite du projet, révision et consolidation d'un enseignement ayant un lien direct avec le sujet, ...), le responsable de la matière doit mettre à profit ce temps présentiel pour rappeler aux étudiants l'essentiel du contenu des deux matières "Méthodologie de la rédaction" et "Méthodologie de la présentation" abordées durant les deux premiers semestres du socle commun.

A l'issue de cette étude, l'étudiant doit rendre un rapport écrit dans lequel il doit exposer de la manière la plus explicite possible :

- La présentation détaillée du thème d'étude en insistant sur son intérêt dans son environnement socio-économique.
- Les moyens mis en œuvre : outils méthodologiques, références bibliographiques, contacts avec des professionnels, etc.
- L'analyse des résultats obtenus et leur comparaison avec les objectifs initiaux.
- La critique des écarts constatés et présentation éventuelle d'autres détails additionnels.
- Identification des difficultés rencontrées en soulignant les limites du travail effectué et les suites à donner au travail réalisé.

L'étudiant ou le groupe d'étudiants présentent enfin leur travail (sous la forme d'un exposé oral succinct ou sur un poster) devant leur enseignant tuteur et un enseignant examinateur qui peuvent poser des questions et évaluer ainsi le travail accompli sur le plan technique et sur celui de l'exposé.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%.

Semestre: 6
Unité d'enseignement: UEM 3.2
Matière 2: TP Polymères
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

La matière représente pour les étudiants le premier pas pratique dans le monde des matériaux plastique. La matière constitue l'occasion pour mettre en exergue des connaissances théoriques acquises dans les cours. Par ailleurs, il est indispensable que l'établissement se dote au moins d'une machine de transformation de matériaux plastique en plus d'équipements de rhéologie.

Connaissances préalables recommandées:

Dessin Industriel, DAO. Polymères. Rhéologie des matériaux.

Contenu de la matière:

L'établissement réalise quelque TP parmi la liste proposée selon ses possibilités.

- TP1.** Effet de la température sur la viscosité d'un polymère thermoplastique.
- TP2.** Effet du taux de cisaillement sur la viscosité d'un polymère thermoplastique.
- TP3.** Démontage et placement d'une vis d'extrudeuse de laboratoire et description du principe de fonctionnement de l'extrudeuse.
- TP4.** Mise en marche d'une extrudeuse de laboratoire.
- TP5.** Description et mise en marche d'une presse à injection de laboratoire.
- TP6.** Moulage par injection : Conception d'une pièce simple en plastique et la simulation de son injection dans le moule par un logiciel (Moldflow,...).
- TP7.** Réalisation d'une pièce en plastique par une presse à injection.
- TP8.** Réalisation d'une pièce dans un moule par chauffage et sous pression.
- TP9.** Réalisation d'un film plastique par calandrage.
- TP10.** Visite d'unités industrielles de transformation de matière plastique (lignes de production grandeur nature).

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%.

Semestre: 6
Unité d'enseignement: UEM 3.2
Matière 3: TP Composites
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

L'objectif de la matière est de donner à l'étudiant la possibilité de fabriquer un composite et de vérifier les lois de comportement applicables aux composites unidirectionnels.

Connaissances préalables recommandées:

Polymères S5. Matériaux Composites S5.

Contenu de la matière:

- Présentation de différentes résines, durcisseurs et renforts, ainsi que l'outillage de production de matériaux composites disponibles.
- Production d'une pièce composite par moulage contact.
- Production d'une pièce par moulage sous vide.
- Vérification de la loi de mélange par la variation du taux de renforcement et par la variation de la direction du renforcement d'un composite.
- Visite d'unités industrielles de matériaux composites.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%.

references bibliographiques

- 1- J. renard, Fatigue des composites à matrice organique. Édition : Hermes
- 2- Malika Khadhraoui Lattreche Rapport de recherche, Etude de l'endommagement des composites graphites/epoxy soumis à des chargements quasi-statiques répétés en cisaillement, , Ecole Nationale Supérieure de Techniques Avances, septembre 1984
- 3- D. Gay. Matériaux composites. Hermès, 5ème édition, 1997.
- 4- J.M. Berthelot. Matériaux composites : comportement mécanique et analyse des structures. Lavoisier, 4ème édition édition, 2005.
- 5- M.Geier ,D.Duedal «Guide pratique des matériaux composites», TEC & DOC (Lavoisier), Paris, 1985, 349P.
- 6- Mallick, P.K., Fiber-Reinforced Composites, in Fiber-Reinforced Composites. 2007, CRC Press.
- 7- C. Baley. (2005, Fibres naturelles de renfort pour matériaux composites. Available: <http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/materiaux-th11/materiaux-fonctionnels-ti580/fibres-naturelles-de-renfort-pour-materiaux-composites-n2220/>
- 8- C.A.R.M.A, "Glossaire des Matériaux Composites Renforcés des Fibres d'origine Renouvelable," 2006.
- 9- J.Weiss, C. Bord «Les matériaux composites, Tome I: Structure, constituants, fabrication», Ed. l'Usine nouvelle, Paris, 1983, Partie: A-B-C

Semestre: 6
Unité d'enseignement: UEM 3.2
Matière 4: TP Corrosion
VHS: 15h00 (TP: 1h00)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Il s'agit de tester et réaliser quelques expériences exploitables lors de l'étude de la corrosion. de mettre en évidence la corrosion d'un métal ; - de mettre en évidence les facteurs favorisant la corrosion ; - d'étudier quelques mécanismes de la corrosion ; - de mettre en évidence quelques systèmes de protection électrochimique contre la corrosion

Connaissances préalables recommandées:

Métaux et alliages. Dégradation des matériaux

Contenu de la matière:

- 1- Fonctionnement d'un potentiostat couplé à une cellule électrochimique.
- 2- Courbe de polarisation d'un matériau non passivable.
- 3- Courbe de polarisation d'un matériau passivable.
- 4- Méthode d'impédance électrochimique.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%.

Références bibliographiques:

- 1-D.Landolt, " Corrosion et chimie de surface des métaux".
- 2- <http://electrochimie.minatec.grenoble-inp.fr/TPelec.pdf>
- 3- C. Gabrielli, "Méthodes électrochimiques Mesures d'impédances", techniques de l'ingénieur. PE 2210.

Semestre: S6

Unité d'enseignement: UED 3.2

Matière 1: Initiation aux Biomatériaux

VHS: 22h30 (Cours: 1h30)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Permettre à l'étudiant de connaître les différentes classes de biomatériaux et de relier leurs propriétés aux domaines de leurs utilisations possibles. Il sera ainsi en mesure de comprendre les phénomènes qui pourraient se produire lors de l'interaction du biomatériau avec le tissu biologique.

Connaissances préalables recommandées:

Eléments de physique dispensés durant la première année.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Notions de biocompatibilité (1 Semaine)

Surfaces des solides et adhésion; tissus et cellules biologiques; effets de l'hôte sur l'implant et de l'implant sur l'hôte; dégradation des matériaux dans un environnement biologique.

Chapitre 2. Notions de cellules et systèmes immunitaire (2 Semaines)

Exigences mécaniques pour les biomatériaux; Mécanismes de dégradation des biomatériaux et ses conséquences; Nature du milieu biologique; Système immunitaire; (Corrosion, usure, vieillissement, en dissolution, oxydation, biodégradation, ...).

Chapitre 3. Biomatériaux métalliques (2 Semaines)

Structure des métaux; Classification; Principaux biomatériaux métalliques, Propriétés; Caractéristiques et applications principales.

Chapitre 4. Biomatériaux céramiques et composites (2 Semaines)

Structure; composition; fabrication; frittage; concept de biomatériaux inertes/bioactifs. Caractéristiques et applications principales.

Chapitre 5. Biomatériaux polymériques (2 Semaines)

Propriétés de service de polymères; principaux biomatériaux polymériques; biodégradabilité; Caractéristiques et applications principales.

Chapitre 6. Biomatériaux naturels (1 Semaine)

Biomatériaux naturels et interactions biomatériaux/organisme et matrice (cellules extracellulaire et leurs interactions, biomatériaux naturels, biomimétisme).

Chapitre 7. Etude de cas (5 Semaines)

Implant dentaire; Prothèse de Hanche; Prothèse de genou; Prothèse de pied.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%, Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. J. Park, R. S. Lakes. "Biomaterials: An Introduction", Springer Science & Business Media, 2007.
2. M. Degrange, L. Pourreyron, "Société Francophone des Biomatériaux Dentaires (SFBD)", (Livre en ligne (<http://umvf.univ-nantes.fr/odontologie/>)).
3. B. Ratne et al, "Biomaterials science: An Introduction to Materials in Medicine", Academic Press, 1996.
4. Michael F. Ashby. David R. H. Jones. **Matériaux**. 2. Microstructures et procédés de mise en œuvre. 4e édition

Semestre: S6

Unité d'enseignement: UED 3.2

Matière 2: Impact des matériaux sur l'environnement

VHS: 22h30 (Cours: 1h30)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

La production de tout matériau génère des déchets. D'autre part, tout matériau ayant une durée d'utilisation limitée, finira par être jeté et devenir lui-même un déchet. Cette matière traite l'aspect de la protection de l'environnement et la gestion des déchets ainsi que la réglementation en vigueur dans ce domaine.

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Généralités la pollution (2 Semaines)

L'envers de la production : la pollution et le gaspillage; La politique de gestion des déchets.

Chapitre 2. Le cadre législatif : lois, règles, obligations (3 Semaines)

L'esprit des lois; Le cadre législatif Algérien et européen; Les textes réglementaires; Les obligations des communes; Les obligations des producteurs de déchets; La notion de déchet: Définitions, différents types de déchets.

Chapitre 3. La situation actuelle (3 Semaines)

Les plans d'élimination; Les déchets ménagers et assimilés; Les déchets industriels; La production des déchets industriels; Caractérisations des déchets industriels.

Chapitre 4. Valorisation des déchets (4 Semaines)

Traitement et valorisation; Valorisation par filières; Stockage des déchets ultimes; Les emballages, les éco-produits.

Chapitre 5. Évolutions constatées (3 Semaines)

La production des déchets dangereux et non dangereux; L'élimination des déchets dangereux et non dangereux.

Mode d'évaluation:

Examen: 100 %.

Références bibliographiques:

- 1- Claude Duval, "Matières plastiques et environnement", Dunod.
- 2- Alain Damien, "Guide du traitement des déchets", Dunod.
- 3- Analyse de cycle de vie – Bilan environnemental comparé, ACOB (Association Française des Fabricants de Charpentes en Béton), février 2009
- 4- Norme NF EN ISO 14044 : Analyse du cycle de vie
- 5- http://www.enrdd.com/documents/documents/Construction-Ecoconstruction/ Architecture %20responsable%20et%20developpement%20durable/batiment_sante_b31.pdf.
- 6- Dr. Hakim BENSABRA, Cours de Corrosion et Protection des Métaux, Université de JIJEL 2016.
- 7- Okba belahssen, corrosion cours et exercice, 2014.

Semestre: 6
Unité d'enseignement: UET 3.2
Matière 1: Projet professionnel et pédagogie
VHS: 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Se préparer à l'insertion professionnelle en fin d'études par un processus de maturation à la fois individuel et collectif. Mettre en œuvre un projet post licence (poursuite d'études ou recherche d'emploi). Maîtriser les outils méthodologiques nécessaires à la définition d'un projet post licence. Se préparer à la recherche d'emploi. Etre sensibilisé à l'entrepreneuriat par la présentation d'un aperçu des connaissances de gestion utiles à la création d'activités.

Connaissances préalables recommandées:

Connaissances de base + Langues.

Compétences visées:

Capacités d'analyser, de synthétiser, de travailler en équipe, de bien communiquer oralement et par écrit, d'être autonome, de planifier et de respecter les délais, d'être réactif et proactif.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Rédaction de lettre de motivation, Rédaction de CV	(3 Semaines)
Chapitre 2. Recherche documentaire sur les métiers de la filière	(3 Semaines)
Chapitre 3. Conduite d'interview avec les professionnels du métier	(3 Semaines)
Chapitre 4. Simulation d'entretiens d'embauches	(2 Semaines)
Chapitre 5. Exposé et discussion individuels et/ou en groupe	(2 Semaines)
Chapitre 6. Mettre en projet une idée, une recherche collective pour donner du sens au parcours individuel	(2 Semaines)

Séquence 1. Séance plénière

Présentation des objectifs du module, Inventaire des sources d'informations disponibles sur les métiers et les études, Remise d'une fiche individuelle à compléter sur le secteur et le métier choisi.

Séquence 2. Préparation du travail en groupe

Constitution des groupes de travail (4 étudiants/groupe), Remise des consignes pour la recherche documentaire, Etablissement d'un plan d'actions pour réaliser les interviews auprès de professionnels, Présentation d'un questionnaire-type.

Séquence 3. Recherche documentaire et interviews sur le terrain

Horaire libre. Chaque étudiant devra fournir une attestation signée par un professionnel qu'il intégrera dans son rapport final.

Séquence 4. Mise en commun en groupe

Présentation individuelle et échange des résultats en groupe, Préparation d'une synthèse de groupe qui sera annexée au rapport final de chaque étudiant.

Séquence 5. Préparation à la recherche d'emploi

Rédaction d'un CV et des lettres de motivation, Exemples d'épreuves de recrutement (interviews, tests).

Séquence 6. Focus sur la création d'activités

Présentation des éléments de gestion liés à l'entrepreneuriat.

Alternative - prévoir deux séances sur le sujet :

Créer son activité : depuis la conception jusqu'à la mise en œuvre (Contenu : le métier d'entrepreneur, la définition du projet, l'analyse du marché et de la concurrence, les outils pour élaborer un projet de business plan, les démarches administratives à l'installation, un aperçu des grands principes de management, etc.).

Séquence 7. Elaboration du projet individuel post licence

Présentation du canevas du rapport final individuel, Préparation supervisée par les encadrants.

Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

Références bibliographiques:

1. Patrick Koenblit, Carole Nicolas, Hélène Lehongre, « Construire son projet professionnel », ESF Editeur, 2011.
2. Lucie Beauchesne, Anne Riberolles, « Bâtir son projet professionnel », L'Etudiant, 2002.
3. Coulon, Alain. « Le Métier d'étudiant. L'entrée dans la vie universitaire ». *Bulletin des bibliothèques de France (BBF)*, 1998, n° 1. Disponible en ligne : <<http://bbf.enssib.fr/consulter/bbf-1998-01-0132-010>>. ISSN 1292-8399.
4. CROS F. (1999). – Innovation et formation des enseignants. Recherche et formation.
5. MAGGIO F. (1997). – Le Projet Professionnel ou comment inscrire un projet singulier au sein d'une pluralité de projets. Mémoire de DESS, Paris VIII, dir. C. Mérini.
6. MÉRINI C. (1995). – Entre Savoirs scolaires et pratiques sociales : le partenariat à l'école. Spirale.

IV- Accords / Conventions

LETTRE D'INTENTION TYPE

(En cas de licence coparrainée par un autre établissement universitaire)

(Papier officiel à l'entête de l'établissement universitaire concerné)

Objet : Approbation du coparrainage de la licence intitulée:

Par la présente, l'université (ou le centre universitaire) déclare coparrainer la licence ci-dessus mentionnée durant toute la période d'habilitation de la licence.

A cet effet, l'université (ou le centre universitaire) assistera ce projet en :

- Donnant son point de vue dans l'élaboration et à la mise à jour des programmes d'enseignement,
- Participant à des séminaires organisés à cet effet,
- En participant aux jurys de soutenance,
- En œuvrant à la mutualisation des moyens humains et matériels.

SIGNATURE de la personne légalement autorisée:

FONCTION:

Date:

LETTRE D'INTENTION TYPE

(En cas de licence en collaboration avec une entreprise du secteur utilisateur)

(Papier officiel à l'entête de l'entreprise)

OBJET : Approbation du projet de lancement d'une formation de Licence intitulée:

Dispensée à :

Par la présente, l'entreprise _____ déclare sa volonté de manifester son accompagnement à cette formation en qualité d'utilisateur potentiel du produit.

A cet effet, nous confirmons notre adhésion à ce projet et notre rôle consistera à :

- Donner notre point de vue dans l'élaboration et à la mise à jour des programmes d'enseignement,
- Participer à des séminaires organisés à cet effet,
- Participer aux jurys de soutenance,
- Faciliter autant que possible l'accueil de stagiaires soit dans le cadre de mémoires de fin d'études, soit dans le cadre de projets tuteurés.

Les moyens nécessaires à l'exécution des tâches qui nous incombent pour la réalisation de ces objectifs seront mis en œuvre sur le plan matériel et humain.

Monsieur (ou Madame)*.....est désigné(e) comme coordonateur externe de ce projet.

SIGNATURE de la personne légalement autorisée :

FONCTION:

Date:

CACHET OFFICIEL ou SCEAU DE L'ENTREPRISE

V - Avis et Visas des organes Administratifs et Consultatifs**Intitulé de la Licence : Génie des matériaux****Chef de département + Responsable de l'équipe de domaine**Date et visa:Date et visa:**Doyen de la faculté (ou Directeur d'institut)**Date et visa :**Chef d'établissement universitaire**Date et visa:

VI – Avis et Visa de la Conférence Régionale

VII – Avis et Visa du Comité pédagogique National de Domaine