

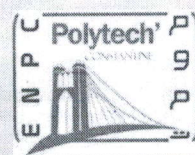
Semestre : 1

Unité d'enseignement : UEF 1.1

Matière : Automatique 1 / Code : Auto1F11

VHH: 3h (C) / 1h30 TD / 45mn TP /

Crédits : 5 Coefficients : 5



Objectifs de l'enseignement: La matière Automatique 1 a pour objectifs d'enseigner aux étudiants comment :

- Modéliser un système dynamique en utilisant des équations différentielles, des équations d'état et des fonctions de transfert.
- Analyser les propriétés des systèmes dynamiques dans le domaine temporel, telles que la stabilité, la précision, le temps de montée,...
- Concevoir des systèmes de commande pour réguler, stabiliser ou suivre des trajectoires spécifiques.
- Comprendre les différentes approches de conception d'un régulateur PID, etc.

Compétences visées : À la fin de cette matière, les étudiants seront en mesure de comprendre, modéliser et analyser des systèmes linéaires et mettre en œuvre des lois de commande en vue de les appliquer dans divers domaines, tels que l'ingénierie, l'industrie, la robotique.

Connaissances préalables recommandées: Mathématiques de base

Contenu de la matière

1. Chapitre 1 : Introduction (1 semaine)

Définition de l'automatique, position du problème.

2. Chapitre 2 : Modélisation et représentation des systèmes dynamiques (3 semaines)

les fonctions de transfert et schéma blocs, Représentation d'état.

3. Chapitre 3 : Systèmes en boucle fermée : Stabilité et précision (4 semaines)

Stabilité ; régime transitoire: systèmes du 1^{er} et 2^{ème} ordre, Précision des systèmes en boucle fermée

4. Chapitre 4 : La commande PID analogique (4 semaines)

Définitions, réalisation analogique, Méthodes de calcul empiriques et paramétriques

5. Chapitre 5 : Analyse et synthèse des systèmes de commande par la méthode du lieu des pôles (3 semaines)

TP

TP1: Simulation en boucle ouverte

TP2: Régime transitoire 1^{er} ordre, 2^{ème} ordre et plus

TP3: Analyse de la précision

TP4 : Etude du PID

TP5 : Simulation d'une commande en boucle fermée

Bibliographie

- [1] Yves Granjon, Automatique : systèmes linéaires, non linéaires, à temps continu, à temps discret, représentation d'état : cours et exercices corrigés, Dunod, 2015.
- [2] Jean Mbihi, Automatique analogique et techniques de commande et régulation numérique, ISTE editions, 2018.
- [3] Patrick Prouvost, Automatique : contrôle et régulation; cours et exercices corrigés, Dunod, 2010.
- [4] J. D'Azzo, C. Houpis, S. Sheldon, Linear control system analysis and design with matlab, Marcel Dekker, 2003

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UEF 2.5

Matière : Commande intelligente et adaptative / Code : CIAF25

VHH: 1h30 (C) / 1h30 (TD) / 45mn (TP) /

Crédits : 5 Coefficients : 4



Objectifs de l'enseignement: La matière Commande intelligente et commande adaptative a pour objectif d'enseigner aux étudiants les concepts de la commande intelligente et de la commande adaptative. Et présenter les méthodes et outils nécessaires à l'intégration de la logique floue et des réseaux de neurones dans les schémas d'identification et de commandes de processus industriels et des approches d'adaptation utilisées dans ces domaines.

Compétences visées : À la fin de cette matière, les étudiants seront en mesure de concevoir, développer et mettre en œuvre des systèmes de commande intelligents et adaptatifs avancés pour une large gamme d'applications, y compris la robotique, les systèmes de contrôle de processus

Connaissances préalables recommandées: Système asservis linéaire, commande dans l'espace d'état.

Contenu de la matière	
1^{ère} Partie : la commande Intelligente (7 semaines)	
1. La théorie de la logique floue ; Modèle de Mamdani et Modèle de Takagi Sugeno ; le contrôleur à logique floue ; stabilité de la commande à logique floue	
2. Les différents réseaux de neurones artificiels ; la commande par réseaux de neurones	
2^{ème} Partie la commande adaptative (8 semaines)	
1. La commande self tuning : le PID self tuning	
2. Introduction à la commande adaptative à modèle de référence	
3. La commande adaptive basée sur les approximateurs universels : réseaux de neurones et logique floue. Méthodes directe et indirecte	
4. Stabilité de la commande adaptative	
TP	
TP1 : Contrôleur a logique floue	
TP2: Modélisation et commande par réseaux de neurones	
TP3 : Self tuning pid	
Bibliographie	
[1] H. Nguyen et al. A first course on fuzzy and neural network control, Chapman Hall/CRC 2003	
[2] L. Foulloy, S. Galichet, A. Titli, Commande floue; T1 et T2 : de la stabilisation à la supervision, Hermès science publications, 2003.	

Unité d'enseignement fondamentale: UEF 1.1
Matière: Electrotechnique générale
Code: ETG-F11

I. Objectifs de la matière

Le module "électrotechnique générale" a pour objectif d'acquérir et d'appliquer les techniques d'analyse et de synthèse des circuits électriques en courant alternatif et les appliqués en faisant une analogie aux circuits magnétiques.

II. Compétences visées

À la fin de cette matière, les étudiants devraient être capables de :

- Comprendre les définitions, les lois, les conventions et théorèmes d'électricité en AC et être en mesure de les appliquer
- Analyser des circuits en termes de grandeurs tension/courant ou en termes de puissance (circuit monophasé)
- Analyser des systèmes triphasés équilibrés/déséquilibrés.
- Synthèse des circuits électriques
- Analyse des circuits magnétiques

III. Connaissances préalables recommandées

Pour réussir cette matière, les étudiants devraient avoir une compréhension des notions :
De Physique :

- Notion de mailles et de nœuds dans un circuit
- Les lois de base de l'électricité en DC (loi d'ohm, association de résistances,...)
- Champs magnétique et ces grandeurs dérivés (flux, densité,...)

De Mathématique :

- Les fonctions trigonométriques et exponentielles
- Les notions d'intégrale et de dérivé
- Les nombres complexes.

IV. Contenu

Analyse de circuit et système monophasé (02 semaines)

- Définitions, conventions, lois et règles
- Notation complexe et représentation vectorielle des grandeurs électriques
- Théorèmes fondamentaux en AC (Thévenin, Norton ...)
- Méthodes d'analyse des circuits électriques : Analyse par mailles et analyse par nœuds.

Synthèse de circuit & Quadripôles (03 semaines)

- Définitions, gains, impédance d'entrée/sortie, fonction de transfert, ...
- Types de quadripôle et règles d'association
- Notions de filtrage

Systèmes triphasés (03 semaines)

- Introduction : intérêt d'un système triphasé par rapport au mono

- Définition : système direct et inverse, grandeurs simples/composées, couplage étoile/triangle, ...
- Transformation triangle-étoile
- Puissances en triphasées : Active, réactive et Apparente
- Amélioration du facteur de puissance

Systèmes triphasés déséquilibrés (03 semaines)

- Composantes symétriques – Transformation de Fortescue -Applications
- Puissances en déséquilibré
- Notions d'impédance directe, inverse et homopolaire

Circuits Magnétiques (04 semaines)

- Introduction : Grandeur magnétique, courbe $B(H)$, induction, ...
- Inductance propre/mutuelle et convention du point
- Energie dans un circuit couplé magnétiquement
- Modélisation et analyse d'un circuit magnétique : théorème d'Ampère, notion reluctance, perméance, f.m.m., ...
- Application des circuits magnétiques :
Transformation de tension,
Conversion électrique-mécanique
Filtrage
Stockage temporaire de l'énergie (buffering)

Travaux pratique

- TP01: Phénomènes électromagnétiques
- TP02: Système monophasé
- TP03: Système triphasé équilibré
- TP04: Système triphasé déséquilibré
- TP05: Circuits magnétiques couplés

V. Bibliographie

- [1] 537/03 Electricité générale (exo. Et problèmes)
- [2] 537/20 Electricité et magnétisme, Hecht
- [3] 537/27 Les lois de l'électricité, M. Piou
- [4] 537/15 Electromagnetics, Schaum
- [5] 537/16 Matériaux diélectriques 2
- [6] 537/17 Electromagnétisme, Aide-mémoire
- [7] 537/18 Electromagnétisme 1, Feynman
- [8] 537/19 Electromagnétisme 2, Feynman
- [9] 537/21 Electromagnétisme, R. Taillet
- [10] 537/25 Electromagnétisme : fondements et applications
- [11] 621/142 Analyse des circuits électriques, De Boeck

Unité d'enseignement fondamentale: UEF 1.2

Matière: Machines électriques 1

Code: ME1-F12

I. Objectifs de la matière

Le module "Machine Électrique 1" est généralement un cours qui fait partie du programme d'études en génie électrique (électrotechnique et automatique). Les objectifs principaux de ce module sont les suivants :

- Comprendre les principes de base : Le module vise à fournir aux étudiants une compréhension approfondie des principes fondamentaux des machines électriques. Cela comprend les principes de fonctionnement des moteurs électriques, des générateurs et des transformateurs
- Étudier les caractéristiques et les performances : Le module vise à examiner en détail les caractéristiques et les performances des machines électriques. Cela inclut l'étude des paramètres tels que le couple, la vitesse, la puissance, le rendement et les pertes associées
- Analyser les différents types de machines électriques : Le module vise à présenter les différents types de machines électriques, tels que les machines à courant continu, les machines à courant alternatif (synchrone et asynchrone) et les transformateurs. Les étudiants apprennent à analyser les caractéristiques de chaque type de machine et à comprendre leurs applications spécifiques
- Conception des machines : Le module peut également aborder des aspects de conception des machines électriques. Les étudiants peuvent apprendre les méthodes de conception des bobinages, la sélection des matériaux, les considérations thermiques et mécaniques.
- Applications pratiques : Le module inclut des travaux pratiques permettant aux étudiants d'appliquer les concepts théoriques appris. Cela peut impliquer la manipulation réelle de machines électriques, l'analyse de performances, la mesure de paramètres et la résolution de problèmes liés aux machines électriques

II. Compétences visées

Les compétences visées dans le module "Machines Électriques 1" permettent aux étudiants de développer une solide base de connaissances et de compétences pratiques dans le domaine des machines électriques, ce qui leur sera utile pour leur future carrière en génie électrique ou dans des domaines connexes :

- Compréhension des principes fondamentaux : Les étudiants devraient développer une compréhension approfondie des principes fondamentaux des machines électriques, y compris les concepts tels que les champs magnétiques, l'induction électromagnétique, les forces électromagnétiques et les interactions entre les champs magnétiques et les courants électriques
- Analyse des caractéristiques et des performances : Les étudiants devraient être capables d'analyser les caractéristiques et les performances des machines électriques, y compris les relations entre le couple, la vitesse, la puissance, le rendement et les pertes. Ils devraient également être en mesure d'évaluer les performances des machines électriques dans différentes conditions de fonctionnement
- Étude des types spécifiques de machines électriques : Les étudiants devraient être familiarisés avec différents types de machines électriques, tels que les machines à courant continu, les machines à courant alternatif (synchrone et asynchrone), les générateurs et les transformateurs. Ils devraient être en mesure d'analyser les caractéristiques, les principes de fonctionnement et les applications spécifiques de chaque type de machine

- Résolution de problèmes : Les étudiants devraient être capables d'appliquer les connaissances acquises pour résoudre des problèmes liés aux machines électriques, tels que le calcul des paramètres de fonctionnement, la détermination des pertes ou la recherche de solutions à des problèmes de performances spécifiques

III. Connaissances préalables recommandées

Les connaissances préalables recommandées pour le module "Machines Électriques 1" sont souvent couvertes dans les cours préliminaires du programme d'études dans l'année commune des deux spécialités électrotechnique et automatique. Les étudiants qui ont déjà suivi des cours tels que l'électromagnétisme, les circuits électriques et la physique générale devraient être bien préparés pour aborder ce module.

- Électromagnétisme de base : Il est utile d'avoir une compréhension des concepts fondamentaux de l'électromagnétisme, tels que les champs magnétiques, les forces électromagnétiques, l'induction électromagnétique et les lois de Faraday et d'Ampère.
- Circuit électrique : Une connaissance de base des circuits électriques est généralement requise. Cela comprend la compréhension des lois fondamentales de Kirchhoff, les circuits en série et en parallèle, les concepts de tension et de courant, et la résistance électrique.
- Théorie des circuits : Des connaissances de base en théorie des circuits, y compris les concepts de réactance, d'impédance et de courant alternatif, peuvent être utiles pour comprendre le comportement des machines électriques.
- Mathématiques : Des compétences en mathématiques de base sont généralement requises, notamment l'algèbre, les équations différentielles et le calcul intégral.
- Physique : Une compréhension générale des principes de base de la physique, tels que les lois du mouvement, la mécanique et l'énergie, peut également être bénéfique dans le contexte des machines électriques.

IV. Contenu

1. Transformateurs (03 semaines)

- 1.1. Principe de fonctionnement - Différents types – Technologies
- 1.2. Transformateur parfait
- 1.3. Transformateur réel – Diagrammes – Hypothèse de Kapp
- 1.4. Détermination expérimentale des éléments du schéma monophasé équivalent
- 1.5. Etude du transfo. en charge
- 1.6. Transformateurs triphasés en régime équilibré – Couplage en parallèle
- 1.7. Transformateurs spéciaux

2. Machines à courant continu fonctionnement génératrice et moteur (04 semaines)

- 2.1. Constitution et principe de fonctionnement
- 2.2. Force électromotrice, couple électromagnétique et Conservation de l'énergie
- 2.3. Différents modes d'excitation
- 2.4. Bilan des puissances
- 2.5. Régimes de démarrage et de freinage
- 2.6. Fonctionnement MCC dans les quatre quadrants de la caractéristique $C = f(n)$

3. Moteurs monophasés à courant alternatif (02 semaines)

- 3.1. Création du champ magnétique tournant (théorème de Leblanc)
- 3.2. Constitution et principe de fonctionnement des:
 - Moteurs à enroulement auxiliaire de démarrage
 - Moteurs à condensateur (de marche, de démarrage et de marche et de démarrage)

4. Machines asynchrones triphasées (03 semaines)

- 4.1. Création du champ magnétique tournant (théorème de Ferraris)
- 4.2. Constitution et principe fonctionnement de la machine asynchrone
- 4.3. Bilan des puissances
- 4.4. Régimes de démarrage et de freinage
- 4.5. Fonctionnement dans les quatre quadrants de la caractéristique mécanique $C = f(n)$

5. Machines synchrones triphasée (03 semaines)

- 5.1. Construction et principe de fonctionnement
- 5.2. Machines synchrones à pôles lisses
- 5.3. Machines synchrones à pôles saillants
- 5.4. Couplage de machines synchrones au réseau
- 5.5. Machines à réluctance variable et Moteurs pas à pas

Travaux pratiques :

TP1 : Transfo. Monophasé à vide, en cc et en charge

TP2 : Transfo. Triphasé

TP 3 :Génératrice à courant continu à excitation séparée à vide

TP 4:Génératrice à courant continu à excitation Shunt en charge

TP 5 :Caractéristiques du moteur DC à excitation séparée

TP 6 :Moteur Asynchrone Triphasé à cage d'écureuil (Essai direct en charge)

TP 7 :Etude de la génératrice synchrone triphasée (alternateur) : essais à vide et en charge

V. Bibliographie

- 621/124 Electrotechnique industrielle, Seguiet et Notelet
- 621/122 Les moteurs électriques, Guiheneuf
- 621/129 Moteurs électriques industriels, P. Mayé
- 621/130 Entraînements électriques 2, R. Perret
- 621/132 Génie électrique, G. Heberle
- 621/134 Electrotechnique, Aide-mémoire, P. Mayé
- 621/151 Les entraînements électriques, M. Jufer
- 621/01,02,03 Machines à courant alternatif, D. Sator
- 621/06 Vade-mecum d'électrotechnique, Le Trionnaire
- 621/26 Electrotechnique, M. Jufer
- 621/28 Electrotechnique & Energie électrique, L. Lasne
- 621/90 Electrotechnique & Energie électrique, L. Lasne
- 621/47 Problèmes corrigés d'électrotechnique, P. Mayé
- 621/94 Machines asynchrones à vitesse variable 1
- 621/95 Machines asynchrones à vitesse variable 2
- 621/96 Machines électriques tournantes : exo. corrigés, Zaim et Le Doeuf
- 621/97 Electrotechnique, De Boeck
- 621/98 Electric Machinery, Fitzgerald & Kingsley
- 621/99 Principes d'électrotechnique, cours et exo. corrigés
- 621/100 Exercices et problèmes d'électrotechnique
- 621/119 Electrotechnique expérimentale, C. Haouy

Unité d'enseignement fondamentale: UEF 1.3

Matière: Machines électriques 2

Code: ME2-F13

I. Objectifs de la matière

Le module "Machines Électriques 2" est généralement une continuation du module "Machines Électriques 1" et approfondit l'étude des machines électriques. Voici quelques objectifs typiques de ce module :

- Analyse avancée des machines électriques : Le module vise à approfondir l'analyse des machines électriques, en mettant l'accent sur des aspects plus avancés tels que les pertes et les rendements, la réponse transitoire, la stabilité, les harmoniques et les résonances.
- Conception avancée des machines électriques : Les étudiants sont initiés aux techniques de conception avancées des machines électriques, notamment la conception des enroulements, la sélection des matériaux, la gestion des pertes, l'optimisation des performances et la considération des contraintes mécaniques et thermiques.
- Applications industrielles : Le module peut inclure des études de cas et des exemples d'applications industrielles des machines électriques, notamment dans les domaines de l'automatisation, de l'énergie renouvelable, des transports électriques, etc.
- Étude des machines spéciales : Le module peut aborder des types spécifiques de machines électriques plus avancées, telles que les machines électriques de puissance, les machines spéciales utilisées dans l'industrie, les machines à aimants permanents, les machines linéaires, etc.

II. Compétences visées

L'objectif global du module "Machines Électriques 2" est de développer chez les étudiants des compétences avancées dans l'analyse, la conception et l'application des machines électriques. Ces compétences sont essentielles pour aborder des défis plus complexes dans le domaine de l'ingénierie électrique et pour préparer les étudiants à des carrières spécialisées dans des secteurs tels que l'industrie électrique, l'automatisation, les énergies renouvelables et la recherche scientifique. Cependant, voici quelques compétences généralement visées dans ce module:

- Analyse avancée des machines électriques : Les étudiants développent des compétences avancées dans l'analyse des machines électriques, y compris la compréhension des pertes et des rendements, l'étude de la réponse transitoire, l'analyse des harmoniques et des résonances, et l'évaluation de la stabilité
- Conception avancée des machines électriques : Les étudiants apprennent les techniques de conception avancées des machines électriques, y compris la conception des enroulements, la sélection des matériaux, la gestion des pertes, l'optimisation des performances et la prise en compte des contraintes mécaniques et thermiques.
- Étude des machines spéciales : Les étudiants approfondissent leur compréhension des machines spéciales, telles que les machines électriques de puissance, les machines spécifiques à l'industrie, les machines à aimants permanents, les machines linéaires, etc. Ils étudient leurs caractéristiques, leurs applications spécifiques et les considérations de conception associées.
- Applications industrielles : Les étudiants étudient des exemples concrets d'applications industrielles des machines électriques, en se familiarisant avec les exigences spécifiques de l'industrie, les normes et les pratiques courantes.

III. Connaissances préalables recommandées

Les connaissances préalables recommandées pour le module "Machines Électriques 2" sont généralement acquises grâce à des cours préliminaires dans le programme d'études en électrotechnique. Cependant, voici quelques connaissances préalables couramment recommandées :

- Connaissances en machines électriques de base : Il est généralement attendu que les étudiants aient une solide compréhension des principes fondamentaux des machines électriques couverts dans le module "Machines Électriques 1" ou des cours équivalents. Cela inclut la compréhension des types de machines électriques, des principes de fonctionnement, des caractéristiques de performance et des applications spécifiques.
- Électromagnétisme avancé : Les étudiants doivent avoir une compréhension approfondie de l'électromagnétisme avancé, y compris les lois de Maxwell, les équations de Maxwell, l'analyse des champs magnétiques, les forces électromagnétiques, l'induction électromagnétique et les phénomènes associés.
- Analyse des circuits électriques : Les étudiants doivent maîtriser l'analyse des circuits électriques complexes, y compris la résolution d'équations différentielles, l'analyse de circuits à courant alternatif, la résolution de systèmes d'équations linéaires et la compréhension des phénomènes transitoires.
- Mathématiques avancées : Des compétences en mathématiques avancées sont souvent nécessaires, notamment en calcul intégral et différentiel, en équations différentielles ordinaires, en algèbre linéaire et en analyse vectorielle.

IV. Contenu

Introduction Générale

1. Concepts Fondamentaux (04 semaines)

- 1.1. Conversion Electromécanique d'énergie
- 1.2. Force Magneto-motrice – Coef. Bobinage
- 1.3. Champs tournants – Théorèmes
- 1.4. Fem induite - Puissance échangée
- 1.5. Matrices Inductances - Flux - Fem

2. Machines Synchrones (04semaines)

- 2.1. Généralités (principe, constitution,...)
- 2.2. Alternateur à pôles lisses
- 2.3. Alternateur à pôles saillants
- 2.4. Réversibilité machine synchrone
- 2.5. Caractéristiques Alternateur
- 2.6. Caractéristiques Moteur
- 2.7. Couplage des alternateurs – Marche en parallèle

3. Machines Asynchrones (04 semaines)

- 3.1. Généralités (principe, constitution,...)
- 3.2. Equations - Schéma équivalent
- 3.3. Marche industrielle (bilan énergétique, caractéristiques,...)
- 3.4. Diagramme du cercle
- 3.5. Caractéristiques - Essais
- 3.6. Démarrage/Freinage – Variation Vitesse

- 3.7. Moteur asynchrone monophasé
- 3.8. Génératrice asynchrone
- 3.9. Fonctionnements particuliers
- 4. **Machines Innovantes (03 semaines)**
 - 4.1. Machines synchrone à aimant permanent (PMSM)
 - 4.2. Machine Brushless (BLDCM)
 - 4.3. Machines Synchrone à Réductance Variable (MSRV)
 - 4.4. Machines à reluctance variable MRV à grande couple et grande vitesse
 - 4.5. Moteurs pas à pas

Travaux pratiques :

- TP1: Essais à vide et en cc Alternateur Synchrone(BehnEschenburg, Potier)
- TP2: Essais en charge Alternateur Synchrone
- TP3: Couplage de l'Alternateur triphasé avec le réseau
- TP4: Essais en charge d'un Moteur synchrone
- TP5 : Essais directs Moteur Asynchrone
- TP6: Essais indirects Moteur Asynchrone

V. Bibliographie

- 621/124 Electrotechnique industrielle, Segulier et Notelet
- 621/122 Les moteurs électriques, Guiheneuf
- 621/129 Moteurs électriques industriels, P. Mayé
- 621/130 Entraînements électriques 2, R. Perret
- 621/132 Génie électrique, G. Heberle
- 621/134 Electrotechnique, Aide-mémoire, P. Mayé
- 621/151 Les entraînements électriques, M. Jufer
- 621/01,02,03 Machines à courant alternatif, D. Sator
- 621/06 Vade-mecum d'électrotechnique, Le Trionnaire
- 621/26 Electrotechnique, M. Jufer
- 621/118 Electrotechnique, M. Jufer
- 621/28 Electrotechnique & Energie électrique, L. Lasne
- 621/90 Electrotechnique & Energie électrique, L. Lasne
- 621/47 Problèmes corrigés d'électrotechnique, P. Mayé
- 621/91 Dynamic simulation of electric machinery using MATLAB
- 621/94 Machines asynchrones à vitesse variable 1
- 621/95 Machines asynchrones à vitesse variable 2
- 621/96 Machines électriques tournantes : exo. corrigés, Zaim et Le Doeuf
- 621/97 Electrotechnique, De Boeck
- 621/98 Electric Machinery, Fitzgerald & Kingsley
- 621/99 Principes d'électrotechnique, cours et exo. corrigés
- 621/100 Exercices et problèmes d'électrotechnique
- 621/115 Du composant magnétique à l'électronique de puissance, SUPELEC
- 621/119 Electrotechnique expérimentale, C. Haouy
- 621/120 Les enroulements des machines électriques, R. Abdessamed

Semestre 2:

Intitulé du module : Transfert de matière

Code : TDM12

Contenu du module

I. Objectifs de la matière

Savoir écrire des bilans de masse dans n'importe quel phénomène physique où un gradient de concentration existe.

II. Connaissances préalables recommandées

Connaissances en transfert de quantité de mouvement

III. Contenu

Chapitre I: Généralités

- 1.1 Introduction
- 1.2 Définition des concentrations et fractions
- 1.3 Définition des vitesses moyennes
- 1.4 Définition du flux
- 1.5 La première loi de Fick
- 1.6 Estimation des coefficients de diffusion pour les gaz et les liquides

Chapitre II : Description du Transfert de Matière (Bilans de matière et équations de continuité)

- 2.1 Introduction
- 2.2 Equations de continuité
 - 2.2.1 En coordonnées cartésiennes
 - 2.2.2 En coordonnées cylindriques
 - 2.2.3 En coordonnées sphériques
- 2.3 Exemples d'application pour un système binaire
 - 2.3.1 Diffusion de A à travers B stagnant
 - 2.3.2 Diffusion équimolaire
 - 2.3.3 Diffusion avec réaction chimique
 - 2.3.4 Cas d'un mélange
- 2.4 Relation générale du transfert de matière

Chapitre III : Transfert de matière convectif et entre phases

- 3.1 Introduction
- 3.2 Corrélation pour l'estimation du coefficient de transfert de matière
 - 3.2.1 Nombre de Sherwood
 - 3.2.2 Nombre de Stanton
 - 3.2.3 Nombre de Peclet massique
 - 3.2.4 Nombre de Schmidt
 - 3.2.4 Nombre de Reynolds
 - 3.2.5 Exemples de corrélations

3.3 Modèles de transfert de matière à l'interface d'un système biphasique

3.3.1 Courbe de distribution

3.3.2 Modèles de transfert de matière global

3.4 Expression du transfert de matière global

Chapitre IV : Transfert de matière convectif et entre phases

4.1 Introduction

4.2 Procédés à co-courants

4.3 Procédés à contre-courant

4.4 Procédés étagés ou cascade

4.5 Débit liquide minimal

4.6 Notions sur les nombres d'unité de transfert d'un contacteur

TPs :

TP 01 : Coefficient de Diffusion d'Acétone dans l'air

TP 02 : Coefficient de Diffusion dans les Liquides

IV. Bibliographie

. R. B. Bird, W. E. Stewart & E. N. Lightfoot, "*Transport phenomena*", John Wiley & Sons, 2002.

. H. D. Baehr & K. Stephan, "*Heat and mass transfer*", Springer, 2006.

. A. K. Datta, "*Biological and bioenvironmental heat and mass transfer*", Marcel Dekker, 2002.

Semestre 4 :

Intitulé du module : Traitement des eaux usées **Code : PTEU22**

Contenu du module

I. Objectifs de la matière

La caractérisation des rejets et la maîtrise des différents procédés biologiques de traitement des eaux usées.

II. Connaissances préalables recommandées

Calcul des réacteurs, cinétique chimique, transfert de matière et de chaleur plus la microbiologie.

III. Contenu de la matière

Chapitre I : Généralités sur les réactions biologiques

- I.1 Taux de croissance dans les réacteurs discontinus
- I.2 Cinétique de la réaction biologique
- I.3 Modèle de Mechailis-Menten

Chapitre II : Constantes cinétiques des réactions biologiques

- II.1 Constantes cinétiques provenant d'études de réacteurs discontinus
- II.2 Constantes cinétiques provenant d'études de réacteurs continus
- II.3 Paramètres influençant la cinétique des réactions biologiques

Chapitre III : Modèles des réacteurs biologiques

- III.1 Réacteur discontinu
- III.2 Réacteurs totalement mélangés sans retour
- III.3 Réacteurs totalement mélangés avec retour
- III.4 Réacteur piston

Chapitre IV : procédés de traitement des eaux usées

- IV.1 prétraitement
 - IV.1.1 dégrillage ; dessablage ; déshuilage
- IV.2 Traitement primaire
 - IV.2.1 Décanteur primaire (forme circulaire)
- IV.3 Traitement secondaire
 - IV.3.1 Procédés par boues activées
 - IV.3.2 Lagunage
 - IV.3.3 Lits bactériens
- IV.3 Traitement tertiaire
 - IV.3.1 Elimination de l'azote

- IV.3.2 Elimination du phosphore
- IV.4 Traitement des boues
 - IV.4.1 Epaississeur
 - IV.4.2 Digesteur
 - IV.4.3 Lits de séchage

Chapitre V: procédés par boue activé

Chapitre VI: procédé par filtre biologique

Chapitre VII: procédé par lagunage

Chapitre VIII : dimensionnement des procédés biologiques de traitement des eaux usées

TPs du module :

TP 01 : Mesure de la DBO₅

TP 02 : Mesure de la DCO

TP 03 : Mesure du COT

IV. Bibliographie

- Wastewater engineering, treatment and resource recovery, Metcalf and Eddy Aecom, Fifth Edition, Mc Graw Hill, 2014.
- Wastewater treatment, Donald W. Sundstrom and Herbert E. Klei, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1979.
- L'analyse de l'eau, Jean Rodier, Edition Dunod, 8^{ème} édition, 1996
- Memento technique de l'eau, Degrement, Edition lavoisier, 1992.

Intitulé du module : Pharmacie Galénique

VHH : 3h00 C /1h00 TP

Code :PGA22

Coef./Crédits: 3

Contenu du module

Objectifs de la matière

Connaitre les principes de fabrication des médicaments, les formes médicamenteuses et les conditions de mise sur le marché.

Connaissances préalables recommandées

Chimie générale, Opération pharmaceutique

1. Contenu de la matière :

Chapitre 1 : DESCRIPTIF ET TECHNOLOGIE DE PREPARATION DE MEDICAMENTS

4. Principe actif et excipients

5. Formulation

3. Conditionnement

4. Contrôle et assurance de la qualité

Chapitre 2 : FORMES MEDICAMENTEUSES SOLIDES

1- Les comprimés non enrobés

2- Les comprimés enrobés

3- Les capsules

4- Les granules

Chapitre 3: FORMES MEDICAMENTEUSES SEMI- SOLIDES

1. Les pommades

2. Les crèmes

3. Les gels

4. Les suppositoires

Chapitre 4: FORMES MEDICAMENTEUSES LIQUIDES

1. Les solutions buvables

2. Les sirops

3. Les émulsions et les suspensions

4. Les collyres

5. Les formes parentérales

TPs

TP01: Formulation et contrôle physico-chimique de l'alcool iodé 1%

TP02: Compression et contrôle pharmacotechnique des comprimés

TP03: Formulation et contrôle physico-chimique d'une pommade à base d'acide salicylique

Bibliographie

Pharmacie galénique : formulation et technologie pharmaceutique, P Wehrlé , **MALOINE. 2012**

Pharmacie galénique BP, O Allo, **P Blanc, M Dalmasso et J Reynier, PROPHYRE. 2013**

Aide-Memoire De Pharmacie Galenique, **L Jammes, 2012**

Unité d'enseignement Fondamentale
Matière Phénomènes de transfert et de diffusion de la matière
Code : GMat-F314

I. Objectifs de la matière

Ce cours porte sur le transfert de la chaleur par conduction, convection et rayonnement, ainsi que sur la diffusion à l'état solide. D'après les règles phénoménologiques (Equations de Fourier et Fick). Son objectif est d'entraîner l'étudiant en génie des matériaux à manipuler les coefficients transfert de la chaleur et de diffusion de la matière dans les matériaux cristallins. Il permet d'estimer le temps nécessaire soit pour atteindre un état d'équilibre, soit de déterminer un coefficient de diffusion à partir d'un état d'équilibre.

II. Compétences visées

A la fin de ce cours l'étudiant doit être capable de:

- Estimer les mécanismes importants du transfert de chaleur
- Faire des calculs détaillés pour des problèmes de transfert de chaleur à 1D et 2D
- Expliquer le mécanisme de diffusion pour les solides
- Estimer le temps nécessaire pour d'estimer le temps nécessaire pour atteindre un état d'équilibre.
- Déterminer un coefficient de diffusion à partir d'un état d'équilibre.

III. Connaissances préalables recommandées

- Thermodynamique.
- Analyse.
- Cristallographie

IV. Contenu

Partie I : Transfert de chaleur

1. Notions fondamentales, définitions
2. Bilan de chaleur
3. Transfert de chaleur par conduction thermique
4. Transfert de chaleur par convection thermique
5. Transfert de chaleur par rayonnement

Partie II : Phénomènes de diffusion

1. Les défauts de la microstructure
2. Les lois de diffusion dans les matériaux cristallins (les lois de Fick) ;
3. Mécanismes de diffusion dans les solides cristallins.
4. La théorie atomique de la diffusion dans les solides.
5. La diffusion dans les alliages métalliques

V. Bibliographie

- Ana-Maria Bianchi , Yves Fautrelle , Jacqueline Etay Transferts thermiques.
- Jean Taine, Franck Enguehard, Estelle Iacona, Transferts thermiques - 6e édition Introduction aux transferts d'énergie.
- Yves Adda, Jean Philibert, La Diffusion dans les solides, Volume 1

VI. Travaux Pratiques :

1. La diffusion dans les liquides sous différentes conditions de température et concentration.
2. La diffusion dans les gaz sous différentes conditions de température et concentration.
3. Formation des couches d'interdiffusion dans les solides.
4. Transfert de la chaleur par convection.
5. Transfert de la chaleur par rayonnement.

- Développer des aptitudes relationnelles, du travail en équipe, de l'autonomie et de la discipline du milieu professionnel.

III. Connaissances préalables recommandées

Connaissances préalables de toutes les matières enseignées

IV. Contenu (entreprise sélectionner)

Les étudiants sont libres de sélectionner les entreprises dans lesquels leurs stages prendront lieux. Une confirmation de ce choix doit être validée par le chef du département ou l'adjoint du chef du département.

V. Bibliographie

- 1- Les étudiants sont libres d'utiliser toutes les ressources bibliographiques nécessaires pendant leur stage et qui peuvent enrichir leur culture par rapport au milieu professionnel.

Unité d'enseignement fondamentale Matière : Construction mécanique Code : GMC-F411

	Cours	TD	TP	Coefficients	Crédit
VHH	3h00	1h30	1h30	4	6

I. Objectifs de la matière

Le cours traite une partie de la construction mécanique, à savoir les techniques d'assemblage, le calcul et dimensionnement des organes utilisés pour effectuer ces assemblages, et ce dans un esprit pédagogique visant à organiser la méthode de calcul.

Le premier chapitre constitue une introduction à la résistance des matériaux. Les huit chapitres suivants traitent les types de liaisons, les techniques d'assemblages, l'étude de la résistance des organes

d'assemblages, de déterminer et de vérifier leurs dimensions afin qu'ils supportent les charges dans des conditions de sécurité satisfaisantes. Le dernier chapitre est consacré au calcul des arbres à la fatigue.

II. Compétences visées

- Identifier les différents types de liaison entre les éléments mécaniques ; liaison complète
- Identifier les différents types de liaison entre les éléments mécaniques ; liaisons démontables
- Utiliser les différents modes de soudages et d'assemblage des pièces
- Identifier les différents étapes dimensionnement des arbres

III. Connaissances préalables recommandées

Résistance des matériaux - Métrologie - Fabrication Mécanique – Dessin Assisté par Ordinateur

IV. Contenu

Le cours est divisé en 10 chapitres :

Le cours est divisé en trois chapitres principaux plus deux chapitres supplémentaires :

CHAPITRE I : RAPPELS DE RDM

- I.1 Traction et compression
- I.2 Le cisaillement simple
- I.3 La torsion simple
- I.4 La flexion simple, la flexion composée
- I.5 Sollicitations composées

CHAPITRE II : LIAISON COMPLÈTE

- II.1 Principe
- II.2 Liaison encastrement démontable
- II.3 Liaison indémontable ou permanente

CHAPITRE III : LIAISON PARTIELLE

- III.1 Principe
- III.2 Les guidages - translation, glissement, rotation
- III.3 Précision d'un guidage
- III.4 Critères de choix d'une solution

CHAPITRE IV : ASSEMBLAGES SOUDÉS

- IV.1 Différents procédés de soudage
- IV.2 Règles pour la conception des pièces soudées
- IV.3 Préparation des assemblages soudés
- IV.4 Le calcul de soudures

CHAPITRE V : RIVETAGE

- V.1 Généralités, les types de rivets
- V.2 Transmission des efforts dans un assemblage riveté
- V.3 Hypothèses de calcul et dimensionnement d'une rivure
- V.4 Calculs pratiques

CHAPITRE VI : ASSEMBLAGE PAR COLLAGE

- VI.1 Conception des pièces collées
- VI.2 Calcul des structures collées

CHAPITRE VII : EMMANCHEMENTS FORCÉS

- VII.1 Principe
- VII.2 Dimensions de l'assemblage

VII.3	Méthode de calcul
CHAPITRE VIII : LIAISONS COMPLETES DEMONTABLES ARBRES-MOYEUX	
VIII.1	Les goupilles
VIII.2	Les clavettes
VIII.3	Cannelures
CHAPITRE IX : ASSEMBLAGES FILETES	
IX.1	Caractéristiques mécaniques des boulons
IX.2	Couple de serrage
IX.3	Calcul des assemblages montés sans précharge
IX.4	Calcul des assemblages montés avec préserrage
CHAPITRE X : CALCUL DES ARBRES	
X.1	Dimensionnement des arbres
X.2	Dimensionnement en statique
X.3	Effet des concentrations de contraintes
X.4	Dimensionnement en dynamique

TP assemblage fileté
 TP assemblage liaison complète 1
 TP assemblage liaison complète 2
 TP pratique soudage et rivetage
 TP assemblage liaison complète 3

V. Bibliographie

- 1- B.R. Burchardt, P.W. Merz Elastic Bonding and Sealing in Industry. Handbook of Adhesives and Sealants Volume 2. 2006.
- 2- J.L. Fanchon, Guide des sciences et technologies industrielles, Nathan/VUEF, 2001.
- 3- Rivures J.F. Debongnie 7 novembre 2012.
- 4- Huth H. (1986) Influence of Fastener flexibility on the prediction of load transfer and fatigue life for multiple row joints, Fatigue in mechanically fastened composite and metallic joints, ASTM STP 927, John M. Potter, Ed., Philadelphia, PA, pp. 221-250.
- 5- A. Chevalier, Guide du dessinateur industriel, Hachette 2004.
- 6- Mr Pernot Chapitre 3 – Architecture de la liaison glissière CPGE – PT.
- 7- Rocardier, Cours pour apprendre la soudure et la chaudronnerie.
- 8- Gilbert Riverin Jean-Guy Ménard Soudage et assemblage-soudage Guide d'auto-apprentissage CSMOFMI.
- 9- M. Thierry Sancier, structures métalliques ; dossier IER calcul des soudures, Centre National de Ressources Structures Métalliques.
- 10- M. Aublin, R. Boncompain, M. Boulaton, D. Caron et All, Systèmes mécaniques, Théorie et dimensionnement, Dunod. 2020.
- 11- C. L.Jones, Utilisation correcte d'une goupille dans un ensemble arbre/moyeu, SPIROL.
- 12- Catalogue, NTN-SNR guidages linéaires.
- 13- Catalogue, FLI Guidages linéaires à billes & à rouleaux.
- 14- Catalogue, guide de sélection, Electrodes de soudage 1ère édition, ESAB, 2014.

Unité d'enseignement méthodologie
Matière: Eléments finis en Mécanique des Solides
Code: GMC- M412

Unité d'enseignement fondamentale
Matière : Mécanique des Fluides 1
Code : GM-F311

	Cours	TD	TP	Coefficients	Crédit
VHH	3h00	1h30	1h30	4	6

I. Objectifs de la matière

Le cours de MDF1 fera la suite du cours de mécanique des fluides enseigné dans la classe préparatoire. Pour cela des rappels concernant les chapitres faits seront donnés. Par la suite, les nouveaux chapitres permettent aux étudiants, d'étudier les écoulements internes dans les conduites en tenant compte de la viscosité des fluides. Le nombre de Reynolds et sa signification physique, les caractéristiques de l'écoulement, le type et calcul des chutes de pressions (pertes de charge) associées au régime laminaire et turbulent sont abordés. En outre, ils étudieront les équations de Navier-Stokes où certains problèmes d'écoulement visqueux incompressibles simples mais importants, seront résolus analytiquement, tels que l'écoulement de Hagen Poiseuille et l'écoulement de Couette. Au chapitre suivant, ils étudieront le théorème de Reynolds pour faire la distinction entre les approches intégrales et différentielles pour dériver les équations de conservation. Dans le dernier chapitre l'analyse dimensionnelle et la similitude où les méthodes de Rayleigh et Buckingham-pi sont appliquées, et les concepts de similitudes géométriques, cinématiques et dynamiques pour définir la similitude complète (similitude) sont introduits entre un prototype et son modèle afin d'identifier les paramètres de contrôles adimensionnels.

II. Compétences visées

A la fin du semestre l'étudiant serait capable de :

- Connaître les concepts fondamentaux, les différents domaines d'application de la mécanique des fluides, ainsi que les propriétés des fluides.
- Savoir appliquer le principe fondamental de la statique des fluides.
- Connaître la méthode Eulérienne décrivant l'écoulement d'un fluide et son aspect qualitatif et quantitatif.
- Utiliser les lois de conservation d'énergie permettant de déterminer les paramètres de l'écoulement d'un fluide supposé parfait dans n'importe quelle section du circuit hydraulique.
- Utiliser les lois de conservation d'énergie permettant de déterminer les paramètres de l'écoulement d'un fluide réel (visqueux), en présence d'une machine à fluide génératrice ou réceptrice d'énergie.
- Appliquer le théorème de Reynolds dans les équations de conservations et des équations de Navier-Stokes pour un écoulement visqueux.
- Faire l'analyse dimensionnelle pour obtenir les nombres adimensionnels et déterminer la similitude complète entre un modèle et un prototype.

III. Connaissances préalables recommandées

IV. Contenu

Le cours est divisé en quatre chapitres principaux :

CHAPITRE I : RAPPELS DE MÉCANIQUE DES FLUIDES

- I.1. Propriétés des fluides
- I.2. Statique des fluides
- I.3. Cinématique des fluides
- I.4. Dynamique des fluides parfaits

CHAPITRE II : DYNAMIQUE DES FLUIDES RÉELS

- II.1 Introduction
- II.2 Pertes de charge
- II.3 Différents régimes d'écoulement – expérience de Reynolds
- II.4 Écoulement de Poiseuille
- II.5 Pertes de charges régulières (linéaires) en régimes laminaire et turbulent – Diagramme de Moody
- II.6. Pertes de charges dans les conduites non circulaires
- II.7. Pertes de charges singulières
- II.8. Équations de Navier-Stokes
- II.9. Relation entre la contrainte de cisaillement et gradient de pression
- II.10. Flux laminaire dans les tuyaux circulaires (Théorie Hagen-Poiseuille)
- II.11. Flux laminaire traversant un anneau
- II.12. Flux laminaire entre deux Plaques parallèles lorsque les deux plaques sont au repos
- II.13. Flux laminaire entre deux parallèles plaques lorsqu'une plaque se déplace et l'autre est fixe (Écoulement de Couette)
- II.14. Mesure de la viscosité (Viscosimètres)

CHAPITRE III : FORME INTÉGRALE DES ÉQUATIONS DE CONSERVATION

- III.1 Théorème de Reynolds.
- III.1. Conservation de la masse
- III.3. Conservation de la quantité de mouvement
- III.4. Conservation de l'énergie
- III.5. Principe du moment angulaire

CHAPITRE IV : ANALYSE DIMENSIONNELLE ET SIMILITUDE

ANALYSE DIMENSIONNELLE

- IV.1. Analyse dimensionnelle—Introduction
- IV.2. Dimensions
- IV.3. Homogénéité dimensionnelle
- IV.4. Méthodes d'analyse dimensionnelle
 - IV.4.1. Méthode de Rayleigh
 - IV.4.2. π -méthode/théorème de Buckingham
 - IV.4.3. Limites de l'analyse dimensionnelle

SIMILITUDE

- IV.5. Analyse de modèle—Introduction
- IV.6. Similitude
- IV.7. Forces influençant les phénomènes hydrauliques
- IV.8. Les nombres sans dimension et leur signification

Unité d'enseignement fondamentale
Matière : Mécanique des Fluides 2
Code : GM-F321

	Cours	TD	TP	Coefficients	Crédit
VHH	3h00	1h30	1h30	4	5

I. Objectifs de la matière

Le cours de MDF 2 se fait au deuxième semestre. Les étudiants apprennent au premier chapitre le calcul de la hauteur manométrique d'une pompe placée dans un circuit hydraulique, ainsi que son point de fonctionnement. De plus, ils étudient les montages en série et en parallèle des pompes dans un circuit hydraulique. Par ailleurs, ils découvriront le phénomène de cavitation qui défavorise le bon fonctionnement de la pompe, et les différents calculs préventifs pour l'éviter. Les deuxième et troisième chapitres permettent aux étudiants d'identifier et discuter les caractéristiques de l'écoulement externe. Les étudiants connaissent les caractéristiques fondamentales d'une couche limite, y compris les régimes laminaires, transitionnels et turbulents. De plus, ils apprennent à calculer les forces de portance et de traînée de divers objets. Finalement, après avoir étudié le dernier chapitre, les étudiants pourront calculer le débit s'écoulant à travers les différents types d'orifice et embout et calculer le temps de vidange d'un réservoir selon sa forme à travers un orifice.

II. Compétences visées

A la fin du semestre l'étudiant serait capable de :

- Faire un calcul d'un circuit hydraulique en déterminant la hauteur manométrique requise, le rendement d'une pompe, ainsi que les mesures à prendre pour éviter le phénomène de cavitation. De plus, ils sauront faire le calcul pour les montages en série et en parallèle des pompes
- Calculer les valeurs des forces de traînée et de portance et connaître les caractéristiques de la couche limite laminaire et turbulente, pour bien contrôler l'écoulement
- Connaître les différents types d'orifices et embouts et savoir faire le calcul du temps de vidange pour les différentes géométries de réservoirs.

III. Connaissances préalables recommandées

Connaissances préalables en thermodynamique.

IV. Contenu

Le cours est divisé en quatre chapitres principaux :

Chapitre I : LES POMPES

I.1. Définition et domaine d'application

I.2. Installation hydraulique de pompage

- I.3. Courbes caractéristiques d'une pompe
- I.4. Point de fonctionnement d'une pompe
- I.5. Courbe de réseau
- I.6. Montages en parallèle et en série des pompes
- I.7. Cavitation dans les pompes

CHAPITRE II : THÉORIE DE LA COUCHE LIMITE

- II.1. Introduction
- II.2. Définitions et caractéristiques de la couche limite
- II.2. Épaisseurs de la couche limite
- II.3. Équation de quantité de mouvement pour la couche limite par Von Karman
- II.4. Couche limite laminaire
- II.5. Couche limite turbulente
- II.6. Traînée totale due aux couches laminaires et turbulentes
- II.7. Séparation de la couche limite et son contrôle

CHAPITRE III : ÉCOULEMENT AUTOUR DES CORPS SUBMERGÉS—TRAÎNÉE ET PORTANCE

- III.1. Introduction
- III.2. Force exercée par un fluide qui s'écoule sur un corps
- III.3. Expressions de la traînée et de la portance
- III.4. Analyse dimensionnelle de la traînée et de la portance
- III.6. Traînée exercée sur une sphère
- III.7. Traînée exercée sur un cylindre
- III.7. Circulation et portance sur un cylindre circulaire

CHAPITRE IV : ÉCOULEMENT À TRAVERS LES ORIFICES

- IV. 1. Introduction
- IV.2. Classement des orifices
- IV.3. Écoulement à travers un orifice
- IV.4. Coefficients hydrauliques
- IV.5. Détermination expérimentale des coefficients hydrauliques
- IV.6. Débit volumique à travers un grand orifice rectangulaire
- IV. Débit volumique à travers un orifice entièrement submergé
- IV. Débit volumique à travers un orifice partiellement submergé
- IV.9. Temps nécessaire pour vider un réservoir par un orifice en son fond
- IV.10. Temps nécessaire pour vider un réservoir hémisphérique
- IV.13. Débit volumique par un embout externe
- IV.14. Débit volumique à travers un embout convergent-divergent
- IV.15. Débit volumique par un embout buccal interne (orifice de Borda)

V. Bibliographie

- 1- R. W. Fox « Introduction to fluid mechanics », 6th, John Wiley & Sons, 1985.
- 2- Sakir amiroudine, Jean Luk Battaglia « Mécanique des fluides, cours et exercices », Dunod, Paris, 2011.
- 3- R. Comollet, « Mécanique des fluides expérimentale, tome 2 », 4^{ème} édition, 2006.
- 4- R. Ouziaux et J. Perrier « Mécanique des fluides appliquée », Dunod, 2004.
- 5- R. Joulié « Mécanique des fluides appliquée », Ellipse, 1998
- 6- Y. Munson, et Okiishi's « Fundamentals of Fluid Mechanics ». 6^{ed}, Wiley, 2009
- 7- G T Mase, R Smelser & G E Mase « Continuum Mechanics for Engineers », 3rd Edition, CRC Press, 2010.
- 8- J Coirier & C Nadot-Martin « Mécanique des Milieux Continus », 4^{eme} Edition, Dunod, 2013.

Unité d'enseignement Fondamentale

Matière : Nanomatériaux

Code : GMat-F513

I. Objectifs de la matière

Ce module est destiné à la cinquième année d'études en ingénierie des matériaux. Nous nous concentrons ici sur ce qui se passe lorsque la taille des particules devient faible, de l'ordre de 1 à 100 nm. À l'échelle nanométrique, les propriétés physiques (optiques, mécaniques, magnétiques, etc.) et chimiques des matériaux peuvent différer de manière significative de celles des matériaux structurés en bulk de la même composition.

II. Compétences visées

Fabrication et application de nanomatériaux pour différentes applications (cellules solaires, biomédical, photocatalyse, production d'hydrogène, ...).

III. Connaissances préalables recommandées

Propriétés conventionnelles des matériaux (propriétés physiques à l'échelle micro et macro).

IV. Contenu

- L'effet de la taille, en particulier les effets de taille quantique où la structure
- Électronique normale en bulk est remplacée par une série de niveaux électroniques
- Discrets (effets nanométriques).
- L'effet induit par la surface ou l'interface, qui est important en raison de l'énorme
- Augmentation de la surface spécifique dans les systèmes de particules.
- Techniques de synthèse (de haut en bas et de bas en haut), techniques de
- Caractérisation (AFM, STM, BET, XPS et TEM)
- Propriétés mécaniques à l'échelle nanométrique
- Propriétés magnétiques à l'échelle nanométrique
- Propriétés électroniques à l'échelle nanométrique
- Propriétés optiques à l'échelle nanométrique
- Applications (capteurs de gaz, nanoélectronique, photocatalyse, etc.).

V. Bibliographie

Cours MIT en ligne

- Deyu Li, Thermal conductivity of Si/SiGe superlattice nanowires, Appl. Phys.Lett., Vol. 83, No. 15, 13 October 2003.