

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

## **HARMONISATION**

# **OFFRE DE FORMATION MASTER**

## **ACADEMIQUE/PROFESSIONNALISANT**

<b>Etablissement</b>	<b>Faculté / Institut</b>	<b>Département</b>
Université Mohamed Boudiaf - M'sila	Sciences	Physique

**Domaine : Sciences de la matière**

**Filière : Physique**

**Spécialité : Physique des Matériaux**

**Année Universitaire: 2016/2017**

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

مواصفة عرض تكوين

ماستر أكاديمي

القسم	الكلية/ المعهد	المؤسسة
الفيزياء	العلوم	جامعة محمد بوضياف- المسيلة

الميدان : علوم المادة

الشعبة : الفيزياء

التخصص : فيزياء المواد

السنة الجامعية: 2017/2016

# SOMMAIRE

I - Fiche d'identité du Master	04
1 - Localisation de la formation	05
2 - Partenaires de la formation	05
3 - Contexte et objectifs de la formation	06
A - Conditions d'accès	06
B - Objectifs de la formation	07
C - Profils et compétences visées	08
D - Potentialités régionales et nationales d'employabilité	08
E - Passerelles vers les autres spécialités	08
F - Indicateurs de suivi de la formation	08
G - Capacités d'encadrement	08
4 - Moyens humains disponibles	09
A - Enseignants intervenant dans la spécialité	09
B - Encadrement Externe	10
5 - Moyens matériels spécifiques disponibles	11
A - Laboratoires Pédagogiques et Equipements	11
B- Terrains de stage et formations en entreprise	12
C - Laboratoires de recherche de soutien au master	13
D - Projets de recherche de soutien au master	14
E - Espaces de travaux personnels et TIC	14
II - Fiche d'organisation semestrielle des enseignements	15
1- Semestre 1	16
2- Semestre 2	17
3- Semestre 3	18
4- Semestre 4	19
5- Récapitulatif global de la formation	19
III - Programme détaillé par matière	20
IV – Accords / conventions	54

**I – Fiche d'identité du Master**  
**(Tous les champs doivent être obligatoirement remplis)**

## **1 - Localisation de la formation :**

**Faculté (ou Institut) : Sciences**

**Département : Physique**

## **2- Partenaires de la formation \*:**

- autres établissements universitaires :

- entreprises et autres partenaires socio économiques :

- Partenaires internationaux :

\* = Présenter les conventions

### **3 – Contexte et objectifs de la formation**

#### **A – Conditions d'accès** (*indiquer les spécialités de licence qui peuvent donner accès au Master*)

##### **Liste des licences qui donnent accès au Master:**

- Licence en physique des matériaux
- Licence en Physique Appliquée

##### **Validation du M1 :**

a- L'année M1 est validée pour tout étudiant qui satisfait aux conditions :

60 crédits capitalisés ou la moyenne compensée est supérieure ou égale à 10/20 au S1 et au S2.

b- L'orientation vers le M2 se fait parmi les étudiants ayant validé le M1.

Les étudiants ayant validé le M1 dans d'autres spécialités de physique des matériaux ou génie des matériaux peuvent être acceptés après étude du dossier par l'équipe de formation.

##### **Validation du M2 :**

L'année M2 est validée si l'étudiant obtient les 30 crédits du S3 ou la moyenne compensée est supérieure ou égale à 10/20 et avoir obtenu au moins une note de 10/20 de la partie pratique du S4. Cette note est établie à l'issue des travaux de recherche de l'étudiant réalisés dans le cadre de son stage de recherche. Le stage fait l'objet d'un rapport et d'une soutenance devant un jury d'au moins 3 personnes averties du domaine concerné, ce jury évalue le travail effectué, l'initiative individuelle du candidat, la qualité rédactionnelle de son rapport, et enfin la pédagogie de sa soutenance. Il établit la note de stage.

A titre exceptionnel, le jury peut permettre le redoublement d'un étudiant en M2.

#### **B - Objectifs de la formation** (*compétences visées, connaissances pédagogiques acquises à l'issue de la formation- maximum 20 lignes*)

Cette formation consiste en un approfondissement en matériaux, procédés de mise en forme, élaboration et caractérisation (morphologique, chimique, structurelle et

fonctionnelle). Fournir aux étudiants les outils nécessaires à la compréhension des phénomènes et à la modélisation. L'objectif consiste en l'amélioration des propriétés d'usage des matériaux tout en portant un intérêt particulier aux performances de fonctionnalités. Le champ d'application permet d'aborder les aspects «Relation procédés de fabrication - Microstructure – Propriétés physiques » et Modélisation en s'appuyant sur des exemples technologiques concrets.

La démarche pluridisciplinaire traite de l'élaboration et de la mise en œuvre des matériaux, de leurs propriétés physiques et mécaniques ainsi que de leurs utilisations industrielles.

Cette formation aborde la compréhension des mécanismes de volume, de surfaces et interfaces en matériau (métallique, céramique, polymère, composite ...) afin de : Maîtriser et contrôler les aspects de surfaces (état de surface, contrainte, usure, oxydation, corrosion, frottement ...); Améliorer leurs fonctionnalités par un choix de procédés d'élaboration.

Une partie importante de la formation est consacrée à la compréhension des phénomènes physiques et les outils de caractérisation physico-chimiques, mécaniques et morphologiques, en précisant leurs avantages, leurs inconvénients et l'échelle spatiale de pertinence. Les cours sont illustrés par des démonstrations effectuées dans les laboratoires. Au cours de cette formation, des notions de simulation numérique permettant de modéliser les mécanismes rencontrés sont introduites aux échelles macroscopiques (éléments finis) et mésoscopique (Monte Carlo, automate cellulaire). Une introduction aux nanotechnologies et nanomatériaux, couplée à une approche multi-échelles, permettra à l'auditeur d'appréhender les avancées prometteuses obtenues par ces nouvelles technologies.

### **C – Profils et compétences métiers visés** *(en matière d'insertion professionnelle - maximum 20 lignes) :*

Cette formation a pour profils d'initier les étudiants à la recherche théorique et expérimentale de haut niveau et de les préparer à une éventuelle formation doctorale dans la physique et génie des matériaux (métallurgie, nanotechnologie, biomatériaux, céramiques....). La maîtrise des procédés de mise en forme, d'élaboration, de caractérisation des matériaux et de la modélisation.

## **D- Potentialités régionales et nationales d'employabilité**

La contribution de certains chercheurs et laboratoires nationaux à ce master va permettre à nos étudiants d'acquérir un ensemble d'éléments scientifiques de base à l'initiation à la recherche pour une éventuelle formation doctorale future.

## **E – Passerelles vers d'autres spécialités**

Passerelles avec tous les Masters de socle commun avec ce parcours ou tout M1 reconnu équivalent et cela après avis de l'équipe de formation

## **F – Indicateurs de suivi de la formation**

L'équipe pédagogique effectue le suivi des enseignements en organisant périodiquement des comités pédagogiques et établit un rapport d'évaluation semestriel

**G – Capacité d'encadrement** (donner le nombre d'étudiants qu'il est possible de prendre en charge)

**20 étudiants**

## 4 – Moyens humains disponibles

### A : Enseignants de l'établissement intervenant dans la spécialité :

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement
Charifi Zoulikha	DES Matériaux et composants	Doctorat en Physique des Matériaux	Prof	Cours+TD+encad	
Baaziz Hakim	DES Physique du solide	Doctorat en Physique des Matériaux	Prof	Cours+TD+encad	
Boucenna Mustapha	DES Physique du solide	Doctorat en Physique des Matériaux	Prof	Cours+TD+encad	
Saib salima	DES Matériaux et composants	Doctorat en Physique des Matériaux	Prof	Cours+TD+encad	
Belhouchet Hocine	DES Physique du solide	Doctorat en Optique et mécanique de précision	Prof	Cours+TD+TP+encad	
Latelli H'mida	DES Physique électronique	Doctorat en Physique et chimie des matériaux	Prof	Cours+TD+encad	
Sahnoune Foudil	DES Physique du solide	Doctorat Physique des Matériaux	M.C.A	Cours+TD+TP+encad	
Belouadah Rabah	Licence Physique	Doctorat en Physique appliquée	M.C.A	Cours+TD+TP+encad	
Heraiz Menad	DES Physique du solide	Doctorat en Physique du solide	M.C.A	Cours+TD+TP+encad	
Boussendel Abdelmadjid	DES Physique du solide	Doctorat d'état en Physique du solide	M.C.A	Cours+TD+encad	
Ouali Ameer	DES Physique du solide	Doctorat en Sciences des Matériaux	M.C.A	Cours+TD+encad	
Ibrir Miloud	DES Physique du solide	Doctorat en Sciences des Matériaux	M.C.A	Cours+TD+encad	
Mezahi Fatima	DES Physique du solide	Doctorat en Sciences des Matériaux	M.C.A	Cours+TD+encad	
Bachiri Rabah	DES Physique du solide	Magister physique du solide	M.A.A	Cours+TD	
Assous Boubaker	DES Physique du solide	Magister en cristallographie	M.A.A	Cours+TD	

\* = Cours, TD, TP, Encadrement de stage, Encadrement de mémoire, autre ( à préciser)

**B : Encadrement Externe :**

**Etablissement de rattachement :**

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement

**Etablissement de rattachement :**

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement

**Etablissement de rattachement :**

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement

\* = Cours, TD, TP, Encadrement de stage, Encadrement de mémoire, autre ( à préciser)

## 5 – Moyens matériels spécifiques disponibles

**A- Laboratoires Pédagogiques et Equipements :** Fiche des équipements pédagogiques existants pour les TP de la formation envisagée (1 fiche par laboratoire)

**Capacité en étudiants :** 05

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
	Diffractomètre des RX	01	
	Microscope métallographique	02	
	Ellipsomètre	01	

**Intitulé du laboratoire :** laboratoire des analyses thermiques

**Capacité en étudiants :** 06

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
	ATD/ATG 1400°C	01	
	DSC 1600°C	01	
	Dilatomètre à 1600°C	01	
	Four programmable à 1800°C	02	
	Four programmable à 1200°C	02	
	Thermocouple	03	

**Intitulé du laboratoire :** laboratoire des analyses chimiques

**Capacité en étudiants :** 06

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
	Fluorescence X	01	
	Spectromètre (UV-Vis, FTIR)	01	
	Spectromètre de masse	01	
	Spectromètre RAMAN	01	

**Intitulé du laboratoire :** laboratoire des essais mécaniques

**Capacité en étudiants :** 06

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
	Machine de traction universelle	01	
	Micro dureté	01	
	Résilience	01	

**Intitulé du laboratoire :** laboratoire de préparation des échantillons

**Capacité en étudiants :**06

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
	Broyeur planétaire à billes	01	
	Tamiseuse	01	
	Balance de précision	01	
	Presse uniaxiale et isostatique	01	
	Fours	03	
	polisseuse	02	

**Intitulé du laboratoire :** laboratoire de mesures électriques

**Capacité en étudiants :** 10

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
	Amplificateur de courant	2	
	Amplificateur de tension	2	
	Oscilloscope	6	
	Générateur de fonction	6	
	teslametre	2	
	Alimentation continue de tension et de courant	6	
	Amplificateur de tension	2	
	Voltmètre	6	
	ampèremètre	6	

## **B- Terrains de stage et formation en entreprise :**

Lieu du stage	Nombre d'étudiants	Durée du stage
Laboratoire Physique et chimie des Matériaux: Université de M'sila	08	3 à 4 mois
Laboratoire de Physique des Matériaux et Applications	08	3 à 4 mois



## D- Projet(s) de recherche de soutien au master :

Intitulé du projet de recherche	Code du projet	Date du début du projet	Date de fin du projet
Etude, élaboration caractérisation et simulation des propriétés magnétoélectriques de multicouches et composites piézo-magnétiques	D05620090013	01/01/2010	01/01/2013
Etude tribologique des aciers	E05620080028	01/01/2009	01/01/2012
Synthèse et caractérisation de nano composites pour matériaux d'électrolyte et d'électrodes de générateurs électrochimiques	J0305620080006	01/01/2009	01/01/2012
Les propriétés des alliages à base de Ni déposés par projection thermique et calculs par méthode ab-initio.	D05620090001	01/01/2010	01/01/2013
Élaboration et caractérisation des nano-céramiques à base des oxydes (Kaolin, alumine, $LiMO_3$ (M=Ta, Nb))	D 05620110015	01/01/2012	01/01/2015
Détermination des paramètres cinétiques de quelques matériaux céramiques	D 05620140009	01/01/2015	01/01/2018

## E- Espaces de travaux personnels et TIC :

08 laboratoires pour les différentes manipulations répartie en :

- 1- Traitements thermiques
- 2- Physique atomique et Nucléaire
- 3- Optique
- 4- Electronique
- 5- Vibrations et ondes
- 6- Métallurgie
- 7- Préparation des échantillons
- 8- Laboratoire des analyses des RX

Salles d'informatique de la faculté des sciences et sciences de l'ingénieur.

## **II – Fiche d'organisation semestrielle des enseignements**

(Prière de présenter les fiches des 4 semestres)

## 1- Semestre 1 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
<b>UE fondamentales</b>	<b>13h30</b>				<b>9</b>	<b>18</b>			
<b>UEF</b>									
Physique du Solide approfondie (PSA)	67h30	3h	1h30			3	6	33,33%	66,67%
Propriétés physiques des cristaux	45h	1h30	1h30			2	4	33,33%	66,67%
Diffusion et précipitation	45h	1h30	1h30			2	4	33,33%	66,67%
Cristallographie géométrique	45h	1h30	1h30			2	4	33,33%	66,67%
<b>UE méthodologie</b>	<b>7h</b>				<b>5</b>	<b>9</b>			
<b>UEM</b>									
Interaction rayonnement matière	45h	1h30	1h30			2	4	33,33%	66,67%
Physique statistique	60h	2h30	1h30			3	5	33,33%	66,67%
<b>UE découverte</b>	<b>3h</b>				<b>2</b>	<b>2</b>			
<b>UED</b>									
Méthodes Mathématiques et Algorithme pour la Physique	45h	1h30	1h30			2	2	33,33%	66,67%
<b>UE transversales</b>	<b>1h30</b>				<b>1</b>	<b>1</b>			
<b>UET</b>									
Anglais Scientifique	22h30	1h30				1	1	33,33%	66,67%
<b>Total Semestre 1</b>	<b>375h</b>	<b>14h30</b>	<b>10h30</b>			<b>17</b>	<b>30</b>		

## 2- Semestre 2 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
<b>UE fondamentales</b>	<b>13h30</b>				<b>9</b>	<b>18</b>			
<b>UEF</b>									
Méthodes de Caractérisation des Matériaux	67h30	3h	1h30			3	6	33,33%	66,67%
Physique des transitions de phases	45h	1h30	1h30			2	4	33,33%	66,67%
Contrôle microstructurale des Aciers	45h	1h30	1h30			2	4	33,33%	66,67%
Physique des Semi-conducteurs	45h	1h30	1h30			2	4	33,33%	66,67%
<b>UE méthodologie</b>	<b>7h</b>				<b>5</b>	<b>9</b>			
<b>UEM</b>									
Méthodes d'Elaboration des Matériaux	60h	3h	1h			3	5	33,33%	66,67%
Travaux Pratiques	45h			3h		2	4	33,33%	66,67%
<b>UE découverte</b>	<b>3h</b>				<b>2</b>	<b>2</b>			
<b>UED</b>									
Corrosion : processus et protection	45h	3h				2	2	33,33%	66,67%
<b>UE transversales</b>	<b>1h30</b>				<b>1</b>	<b>1</b>			
<b>UET</b>									
Ethique et déontologie	22h30	1h30				1	1	33,33%	66,67%
<b>Total Semestre 2</b>	<b>375h</b>	<b>15h</b>	<b>7h</b>	<b>3h</b>		<b>17</b>	<b>30</b>		

### 3- Semestre 3 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
<b>UE fondamentales</b>	<b>13h30</b>				<b>9</b>	<b>18</b>			
<b>UEF</b>									
Déformation et rupture des Matériaux	67h30	3h	1h30			3	6	33,33%	66,67%
Modélisation et simulation des Matériaux	45h	1h30	1h30			2	4	33,33%	66,67%
Diélectriques et couplages multi physique	45h	1h30	1h30			2	4	33,33%	66,67%
Magnétisme du solide	45h	1h30	1h30			2	4	33,33%	66,67%
<b>UE méthodologie</b>	<b>7h</b>				<b>5</b>	<b>9</b>			
<b>UEM</b>									
Nanotechnologie et matériaux avancés	60h	3h	1h			3	5	33,33%	66,67%
Biomatériaux	45h	3h				2	4	33,33%	66,67%
<b>UE découverte</b>	<b>3h</b>				<b>2</b>	<b>2</b>			
<b>UED</b>									
Outils Informatiques pour la Physique	45h	1h30	1h30			2	2	33,33%	66,67%
<b>UE transversales</b>	<b>1h30</b>				<b>1</b>	<b>1</b>			
<b>UET</b>									
Gestion des projets de recherche	22h30	1h30				1	1	33,33%	66,67%
<b>Total Semestre 3</b>	<b>375h</b>	<b>16h30</b>	<b>8h30</b>			<b>17</b>	<b>30</b>		

#### 4- Semestre 4 :

Domaine : Sciences de la Matière (SM)  
Filière : Physique  
Spécialité : Physique des Matériaux

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	270h	2	12
Stage en entreprise			
Séminaires			
Autre (Soutenance)	2	3	18
Total Semestre 4		5	30

#### 5- Récapitulatif global de la formation : (indiquer le VH global séparé en cours, TD, pour les 04 semestres d'enseignement, pour les différents types d'UE)

VH \ UE	UEF	UEM	UED	UET	Total
Cours	337h30	195h	90h	67h30	690h
TD	270h	75h	45h		390h
TP		45h			45h
Travail personnel	607h30	292h30			900h
Autre (préciser)					
Total	1215h	607h30	135h	67h30	2025h
Crédits	72	36	08	04	120
% en crédits pour chaque UE	60%	30%	6.67%	3.33%	100%

### **III - Programme détaillé par matière** (1 fiche détaillée par matière)

**Intitulé du Master :** Physique des matériaux

**Semestre :** 1

**Intitulé de l'UE :** Fondamentale

**Intitulé de la matière :** Physique du solide approfondie

**Crédits :** 6

**Coefficients :** 3

**Objectifs de l'enseignement :** Etude des propriétés fondamentales des matériaux solides cristallins, physique des électrons, les bandes d'énergie phénomène de transport.

**Connaissances préalables recommandées** Connaissances de base en Physique quantique

**Contenu de la matière :**

***Chapitre I: fondements de l'équation mono-électronique***

I.1.L'équation de Schrödinger d'un cristal

I.2. Approximation de Born-Openheimer

I.3. Equation mono-électronique (Hartree et Hartree-Fock)

***Chapitre II. Les conséquences de la symétrie cristalline***

II.1.Introduction

II.2. Theoreme de Bloch; opérateur de translation

II.3. Modele de Kroning-Penney

II.4.équation d'onde d'un électron dans un potentiel périodique.

II.5.Zone de Brillouin (Généralités)

II.6.Propriétés des états de Bloch

II.7.Zone de Brillouin réduite

II.8.périodicité des états

II.9.Symétrie de l'énergie

Etude de l'énergie au voisinage de ses extrema (masse effective)

Densité d'états

***Chapitre III: Les états d'électrons dans le cristal***

III.1.Approximation de l'électron libre

III.1.1.Etats propres des électrons libres

III.1.2.Répartition des électrons sur les niveaux d'énergie

III.2.Chaleur spécifique

III.3.Effet thermoélectronique

III.4.Approximation de l'électron presque libre

III.4.1Discontinuité d'énergie sur les limites de zones: lien avec la réflexion de Bragg

III.4.2.Bandes d'énergie

III.4.3Surface de Fermi

III.5.Approximation de l'électron fortement lié

III.5.1.Approximation à une seule orbitale

III.5.2.Bandes d'énergie

III.5.3.Approximation L.C.A.O

III.6.Autres méthodes de calcul de structure de bande (à citer brièvement)

III.6.1.Méthode des ondes planes

III.6.2.Méthode cellulaires

III.6.3.Méthode Wigner-Seitz

- III.6.4.Méthode des ondes planes orthogonales(Herring)
- III.6.5.Méthode des ondes planes associées (slater)
- III.6.6.Méthode pseudo-potentiel
- III.6.7.Méthode fonction de Green
- III.6.8.Méthode variationnelles ou de Kohn-Korinng-Rostoker
- III.6.9.Méthode de k.p
- III.7.Classification des Matériaux

#### **Chapitre IV: Effet des défauts sur la structure de bande**

- IV.1. Défauts dans les solides
- IV .2.Etats localisés et états d'impuretés

#### **Chapitre V : Dynamique des électrons**

- V. Propriétés générales de la dynamique des électrons
- V.1. Vitesse moyenne
- V .2.Force Appliquée
- V .3. Accélération-masse effective
- V .4. Equation du mouvement de l'électron en représentation Vannier (procédé de la masse effective)
- V.5. Excitation élémentaire ou quasi particules à trous

#### **Chapitre VI: Phénomènes de transport**

- VI. Equation de Boltzmann -forme linéaire
- VI.1. Approximation du temps de relaxation
- VI.1.1. Temps de relaxation pour une diffusion par impuretés
- VI.1.2. Temps de relaxation pour une diffusion par phonon
- VI.1.3. Temps de relaxation pour une diffusion multiple
- VI.2 Résolution de l'équation de Boltzmann
- VI.3. Densité de courant électrique- densité de flux d'énergie-coefficients de transport
- VI. 4.Transport en absence de champ magnétique
- VI.5. Transport isotherme.
- VI. 6. Conductivité électrique
- VI.7. Conductivité thermique électronique
- VI.7.1 Pouvoir thermoélectrique
- VI.7.2 Effet électrothermique Thomson
- VI.8. Transport en présence de champ magnétique

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu, examen, etc...*

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

#### **Références :**

1. Physique des solides, N.W. Ashcroft, N.D Mermin, traduit par F. Biet, H. Kachkachi, EDP Sciences, 2002
2. Introduction to solid state physics, C. Kittel, 5<sup>th</sup> , Wiley .1983.
3. H.E Hall, Solid state physics, Wiley ELBS ed ,1979
4. Physique des matériaux, Yves Quéré, ellipses, 1988

**Intitulé du Master :** Physique des matériaux

**Semestre :** 1

**Intitulé de l'UE :** Fondamentale

**Intitulé de la matière :** Propriétés physiques des cristaux

**Crédits :** 4

**Coefficients :** 2

**Objectifs de l'enseignement :** Etude des propriétés physiques des cristaux: Susceptibilité, tenseur des contraintes, tenseurs des déformations, élasticité, conductivité thermique et électrique, thermoélectricité.

**Connaissances préalables recommandées :** Physique des matériaux cristallins. Physique de la matière condensée.

**Contenu de la matière :**

- I. Principes généraux
  - 1 Scalaires, vecteurs et tenseurs de second ordre
  - 2 Transformation des axes, coordonnées, composantes d'un tenseur
  - 3 Quadratique représentative
  - 4 Propriétés géométriques dans la quadratique représentative
- II. Susceptibilités paramagnétique et diamagnétique
  - 1 Relations générales
  - 2 Energie d'un cristal aimanté
  - 3 Couples et forces
  - 4 Susceptibilité magnétique d'une poudre
- III. Tenseur de contraintes
  - 1 Notions de contraintes
  - 2 Contraintes sous forme tensorielle
  - 3 Quadratique représentative
  - 4 Tenseurs particuliers de contraintes
- IV. Tenseur des déformations
  - 1 Déformation unidimensionnelle
  - 2 Déformation bidimensionnelle
  - 3 Déformation tridimensionnelle
  - 4 Dilatation thermique
- V. Elasticité, tenseur de rang 4
  - 1 Loi de Hooke
  - 2 Notion matricielle
  - 3 Energie d'un cristal déformé
  - 4 Effet de symétrie cristalline
  - 5 Compressibilités volumique et linéaire d'un cristal
- VI. Conductivité thermique et électrique
  - 1 Conductivité thermique et tenseur de la résistivité
  - 2 Ecoulement de la chaleur dans le cas général
  - 3 Conductivité électrique

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu, examen, etc...*

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

**Références :**

1. Les Cristaux : Propriétés physiques, effets thérapeutiques, Ulrike Tholken, 2001.
2. Propriétés et comportements des matériaux, Alain Cornet , Françoise Hlawka, Ellipses, 1ère édition, 2003.
3. Traité des Matériaux : Tome 2, Caractérisation expérimentale des matériaux : propriétés physiques, thermiques et mécaniques, de Suzanne Degallaix, Bernhard Ilchner, Michel Boussuge, Jean-Marc Chaix, presses polytechniques, 1997.

**Intitulé du Master :** Physique des matériaux

**Semestre :** 1

**Intitulé de l'UE :** Fondamentale

**Intitulé de la matière :** Diffusion et précipitation

**Crédits :** 4

**Coefficients :** 2

**Objectifs de l'enseignement :** Il est important de connaître les divers types de diffusion atomique qui existent et de savoir comment ils modifient les comportements des matériaux.

**Connaissances préalables recommandées :** Physique quantique, Physique du solide et Physique des matériaux cristallins.

**Contenu de la matière :**

- I. Les théories macroscopiques et microscopiques de la diffusion
  1. les mécanismes de diffusion
  2. les théories macroscopiques de diffusion
  3. les théories microscopiques de diffusion
  4. coefficient de diffusion
- II. Méthodes expérimentales
  1. Méthodes macroscopiques
  2. Méthodes microscopiques
- III. Autodiffusion dans les métaux purs et les alliages
  1. Autodiffusion normale
  2. L'anomalie d'autodiffusion
  3. Prédiction des coefficients d'autodiffusion
- IV. Diffusion dans les alliages concentrés
  1. diffusion dans les alliages désordonnés
  2. diffusion dans les alliages ordonnés
  3. diffusion chimique (effet de Kirkendall)
- V. Précipitation
  1. Equilibre d'un alliage à deux constituants

2. Calcul de H et S
3. Variation de l'enthalpie libre avec la concentration
4. Energie libre de la phase liquide
5. Diagramme d'équilibre
6. germination
7. croissance

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu, examen, etc...*

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

**Références :**

1. J. Philibert et J. Talbot, J. Benard , A. Michel, *Métallurgie Générale*, Masson, 1991.
2. Jean Philibert, Yves Bréchet, Alain Vignes, Pierre Combrade, *Métallurgie du minerai au matériau*, Masson, Paris 1998.
3. Yves Quéré, *Physique des matériaux*, Edition Marketing (ellipses) 1988.
4. Wiliam D. Callister, Jr, *Science et Génie des Matériaux*, 5<sup>e</sup> Edition, Dunod, Modulo Editeur 2001.

**Intitulé du Master :** Physique des matériaux

**Semestre :** 1

**Intitulé de l'UE :** Fondamentale

**Intitulé de la matière :** Cristallographie géométrique

**Crédits :** 4

**Coefficients :** 2

**Objectifs de l'enseignement :** Etude de la géométrie descriptive des cristaux.

**Connaissances préalables recommandées :** Physique du solide – Cristallographie.

**Contenu de la matière :**

Chapitre I : Rappel - Description de l'état cristallin

1. Définition d'un réseau
2. Caractéristiques d'un réseau ponctuel
3. Notion de maille
4. Rangées, période et plans réticulaires
5. Réseau réciproque

Chapitre II : Systèmes cristallins

1. Systèmes bidimensionnels (systèmes plans : couches minces)
2. Systèmes tridimensionnels (systèmes cristallins)

Chapitre III : Symétrie d'orientation

1. Introduction
2. Représentation des éléments de symétrie
3. Application des opérateurs de symétrie aux plans (hkl)
4. Relations avec la notation de Schoenflies

## 5. Combinaisons d'opérations

### Chapitre IV : Les 32 classes de symétrie d'orientation dans les cristaux

1. Dénombrement et stéréogrammes des 32 classes
2. Degré de symétrie d'une classe cristalline
3. Classes centrosymétriques - classes de Laue
4. Classification des 32 classes de symétrie
5. Directions de symétrie dans les systèmes cristallins

### Chapitre V : Réseaux de Bravais

1. Introduction
2. Dénombrement des modes de réseaux de Bravais

### Chapitre VI : Groupes spatiaux-Symétrie de position

1. Introduction
2. Axes hélicoïdaux
3. Plans de glissement
4. Coordonnées des positions équivalentes
5. Nature et localisation de l'élément de symétrie
6. Groupes spatiaux à deux dimensions
7. Groupes spatiaux à trois dimensions
8. Exemple de dénombrement des groupes spatiaux
9. Relations entre groupes spatiaux et groupes ponctuels
10. Positions générales
11. Positions spéciales et symétrie de site
12. Utilisation des tables internationales de cristallographie

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu, examen, etc...*

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

### Références :

1. B. D. Cullity, 'Elements of X-Ray diffraction', 2nd ed., Addison-Wesley, 1978.
2. C. Delepine, 'Introduction à la cristallographie', Dunod, Paris 1971.
3. E. Flint, 'Principes de cristallographie', Edition MIR, Moscou 1981.
4. R. Gay, 'Cours de cristallographie, Livre I : Cristallographie géométrique', Gauthier-Villars 1959.
5. C. Hammond, 'Introduction to cristallography', Oxford Univ. Press, New York 1990.
6. E. Mooser, 'Introduction à la physique des solides', Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne 1993.
7. M. Roubault, 'Détermination des minéraux des roches au microscope polarisant', Editions Lamarre-Poinat, Paris 1963.
8. J.-J. Rousseau, 'Cristallographie géométrique et radiocristallographie avec exercices corrigés', Edition Masson, Paris 1995.
9. D. Schwarzenbach, 'Cristallographie', Presses polytechniques et universitaires romandes, 1993.
10. Y. Sirotine et M. Chaskolskaia, 'Fondements de la physique des cristaux', Edition MIR, Moscou 1984.
11. J. Sivardière, 'Lasymétrie en \*Mathématiques, Physique et Chimie', PUG, Grenoble 1995.

12. M. Van Meerssche et J. Feneau-Dupont, 'Introduction à la cristallographie et à la chimie structurale', Peeters Press, Louvain 1984.
13. D. Weigel, 'Cristallographie et structure des solides, Tome 1 : Algèbre et géométrie cristalline et moléculaire', Edition Masson et Cie 1971.

**Intitulé du Master : Physique des matériaux**

**Semestre : 1**

**Intitulé de l'UE : Méthodologie**

**Intitulé de la matière : Interaction rayonnement matière**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

**Objectifs de l'enseignement :** L'étudiant aura une maîtrise de la physique de l'interaction des photons, électrons et particules lourdes chargées. Cette maîtrise est nécessaire pour la caractérisation expérimentale des matériaux (caractérisation morphologique, chimique, structurelle et fonctionnelle)

**Connaissances préalables recommandées :**

**Contenu de la matière :**

- I- Notions générales sur les rayonnements et la matière
  - 1- Définitions et nature des rayonnements
  - 2- Unités et grandeurs caractérisant les rayonnements
  - 3- Dualité onde-corpuscule. Réseau de diffraction
  - 4- Classification des rayonnements
  - 5- Rappels sur la théorie atomique de la matière
- II- Notions fondamentales sur les interactions des rayonnements sur la matière
  - 1- Lois de conservation dans les interactions
  - 2- Section efficace
  - 3- Libre parcours moyen
- III- Interaction des rayons X avec la matière
  - 1- Processus principaux d'interaction des photons
  - 2- Absorption
- IV- Interaction des électrons avec la matière
  - 1- Perte d'énergie par ionisations
  - 2- Perte d'énergie par émission de rayonnement de freinage
  - 3- Le transfert linéique d'énergie (TEL)
  - 4- Parcours
  - 5- Cas particulier des électrons de très hautes énergies
- V- Interaction des particules lourdes chargées avec la matière
  - 1- Passage des particules lourdes chargées dans la matière
  - 2- Ionisation par les particules lourdes chargées
  - 3- Interaction des particules lourdes chargées avec la matière condensée

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu, examen, etc...*

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

**Références :**

1. R. Ouahes et B. Devallez, chimie générale, OPU, Alger, 1988
2. Daniel Blanc, les rayonnements ionisants, Masson, Paris, 1990-1997
3. J. Michel Hollas, Spectroscopie, Dunod, Paris, 1998
4. Sekkal Zohir, atomes et liaisons chimiques, OPU, Alger, 1988
5. Kadi-Hanafi Mouhyddine, Electricité Rayonnement et Radioactivité, OPU, Alger, 1982
6. Alonso-Finn, Physique générale, Champs et Ondes, InterEdition, Paris, 1977
7. Pierre CHEVALIER, Interaction du rayonnement avec la matière, technique de l'ingénieur

**Intitulé du Master :** Physique des matériaux

**Semestre :** 1

**Intitulé de l'UE :** Méthodologie

**Intitulé de la matière :** Physique statistique

**Crédits :** 5

**Coefficients :** 3

**Objectifs de l'enseignement :** Cette unité comprendre les phénomènes probabilistes dans l'environnement physique. En effet, la physique statistique permet de faire le lien entre le monde microscopique et le monde macroscopique.

**Connaissances préalables recommandées :** Connaissances élémentaires en probabilité statistique.

**Contenu de la matière :**

I- Approche statistique de la Physique

II- Théorie cinétique des gaz

III- Théorie du transport

IV- Théorie de Boltzmann et application aux systèmes de particules sans interaction

V- Ensembles statistiques et applications

VI- Mécanique statistique quantique

VII- Applications

(Modèle d'Einstein, modèle de Debye, modèle des phonons. Emission thermoionique Rayonnement du corps noir).

### **I- L'approche probabiliste**

1. l'approche probabiliste.
2. Quelques éléments de théorie des probabilités.
3. Evénements et probabilités.
4. Variable aléatoire discrète, variable aléatoire continue, moyenne, variance, microétats, macroétats.

### **II- RAPPELS DE MECANIQUE CLASSIQUE**

L'espace de Phase, l'équation de Liouville, le Rôle de l'Ensemble en mécanique statistique, le Flux dans l'Espace de Phase, Les Ensembles Stationnaires.

### **III- LES ENSEMBLES D'EQUILIBRE**

1. Introduction.
2. L'Ensemble Microcanonique.
3. L'Ensemble Canonique.
4. L'Ensemble Grand-Canonique.

### **IV- L'EQUIVALENCE DES ENSEMBLES D'EQUILIBRE**

1. La Limite Thermodynamique.
2. L'Extensivité des Propriétés Thermodynamiques
3. La Dispersion (les "Fluctuations") de l'énergie dans l'Ensemble canonique
4. Relation entre les Ensembles Microcanonique et Canonique
5. Relation entre les Ensembles Canonique et Grand-Canonique

### **V- LES PRINCIPES DE LA THERMODYNAMIQUE**

1. L'Equilibre entre deux Systèmes en Contact
2. Le Deuxième Principe de la Thermodynamique

### **VI-MECANIQUE STATISTIQUE DES SYSTEMES QUANTIQUES**

1. Rappels en Mécanique Quantique
2. La Matrice Densité
3. Les Matrices-Densité Stationnaires

### **VII- APPLICATIONS**

#### **VII-1 LES SYSTEMES MAGNETIQUES**

1. Systèmes Magnétiques
2. Mécanique Statistique du Modèle d'Ising
3. Calcul de la Fonction de Partition Canonique d'un Système Magnétique Simple :spins sans interaction

#### **VII-2 LES GAZ PARFAITS QUANTIQUES**

1. GAZ DE FERMIONS INDEPENDANTS
2. GAZ DE BOSONS INDEPENDANTS
3. Le Corps Noir : un Système de Photons à l'Equilibre

### **VIII- LES TRANSITIONS DE PHASE**

1. Observations expérimentales
2. Modèle d'Ising
3. Généralisation, théorie de Landau
4. Classification des transitions

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu, examen, etc...*

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

**Références :**

1. L. D. Landau and E. Lifchitz, Physique statistique, Mir (1966), tome 5
2. B. Diu, C. Guthman, D. Lederer and B. Roulet, Physique Statistique, Hermann, Paris (1989)
3. F. Reif, Physique statistique, Armand Colin, Paris (1972), Berkeley : cours de physique, volume 4. C. Ngô and H. Ngô, Physique Statistique, Dunod, Paris (2008), 3\_eme \_edition.
5. R. K. Pathria and P. D. Beale, Statistical mechanics, Academic Press, Elsevier (2011), 3rd edition.
6. B. Diu, C. Guthman, D. Lederer and B. Roulet, Physique Statistique, Hermann, Paris (1989).
7. A. Georges and M. Mezard, Physique Statistique, édité par l'Ecole Polytechnique, Palaiseau (2008), ISBN 978-2-7302-1484-1.
8. M. Kardar, Statistical physics of particles, Cambridge University Press (2007).
9. H. Krivine and J. Treiner, La physique statistique en exercices, Vuibert, Paris (2003).
10. Physique statistique, Christian Ngô et Hélène Ngô , Dunod, 3e édition, 2008.
11. Physique statistique hors d'équilibre. Processus irréversibles linéaires, POTTIER Noelle, EDP sciences, 2007.
12. Physique statistique, L. Couture et R. Zitoun, ellipses, 1992.

**Intitulé du Master :** Physique des matériaux

**Semestre :** 1

**Intitulé de l'UE :** Découverte

**Intitulé de la matière :** Méthodes Mathématiques et Algorithmes pour la Physique

**Crédits :** 2

**Coefficients :** 2

**Objectifs de l'enseignement :** Apprendre à l'étudiant les différents algorithmes mathématiques pour résoudre des problèmes de physique. Acquérir un certain nombre de méthodes et outils de Mathématiques appliqués à la Physique.

**Connaissances préalables recommandées :** bonne connaissance en mathématique.

**Contenu de la matière :**

- Introduction à la simulation
- Les espaces physiques
- Les polynômes orthogonaux et leurs connections aux opérateurs physiques.
- Introduction à des équations différentielles ordinaires et partielles linéaires et non linéaires dans un environnement quantique.
- Etude de plusieurs approches d'actualité pour résoudre certains systèmes non linéaires.
- Fonctions de Green et applications

- Les méthodes d'approximation
- Applications directes de ces méthodes.

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu, examen, etc...*

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

**Références :**

1. Fundamentals of Quantum Mechanics: WWW. Canbridge.org
2. Principles of Nonlinear Optics. New York: John Wiley & Sons, 1984.
3. Numerical Methods, Second Edition, Brooks/Cole Publishing Company, 1998

**Intitulé du Master :** Physique des matériaux

**Semestre :** 1

**Intitulé de l'UE :** Transversale

**Intitulé de la matière :** Anglais scientifique

**Crédits :** 1

**Coefficients :** 1

**Objectifs de l'enseignement :**

**Connaissances préalables recommandées :**

**Contenu de la matière :**

**1. Ecouter :**

Comprendre les points essentiels sur des sujets familiers : présentation d'une expérience, consignes à caractère technique et scientifique, mode opératoire. Comprendre l'essentiel d'émissions de radio ou télévision sur l'actualité.

**2. Lire :**

Comprendre des textes relatifs au travail : notice d'appareil, document technique ; comprendre la description d'évènements, ...

**3. Prendre part à une conversation :**

Converser sans préparation sur des sujets familiers ; faire face à la majorité des situations que l'on peut rencontrer au cours d'un voyage.

**4. S'exprimer oralement en continu :**

Raconter des expériences, des évènements.

**5. Ecrire :**

Ecrire des textes sur des sujets familiers : rédaction d'un CV, d'une lettre de motivation, d'une demande de stage ou de documentation.

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu, examen, etc...*

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

**Intitulé du Master : Physique des matériaux**

**Semestre : 2**

**Intitulé de l'UE : Fondamentale**

**Intitulé de la matière : Méthodes de Caractérisation des Matériaux**

**Crédits : 6**

**Coefficients : 3**

**Objectifs de l'enseignement :** l'objectif principal est de former l'étudiant dans plusieurs techniques de caractérisation de structures ou de surfaces des matériaux. Les compétences acquises de module sont: familiariser les étudiants avec les différentes méthodes de caractérisations des matériaux, reconnaître les bases théoriques de différentes techniques, pouvoir analyser une structure cristalline, analyser de différents spectres ou déterminer les paramètres des échantillons étudiés.

**Connaissances préalables recommandées :** une bonne connaissance en cristallographie et des notions de base en spectroscopie.

**Contenu de la matière :**

I- Introduction

II- Caractérisation physico-chimique

II-1. Excitation par des électrons

II-1-1. Spectrométrie des rayons X (XES, EMP)

II-1-2. Spectroscopie d'électrons Auger (AES)

II-2. Excitation par des photons

II-2-1. Fluorescence X (XRF)

II-2-2. Spectrométrie des photoélectrons (ESCA, XPS)

II-3. Excitation par des ions

II-3-1. Spectrométrie de masse des ions secondaires (SIMS)

II-3-2. Rétrodiffusion Rutherford (RBS)

II-3-3. Analyse par réaction nucléaire (NRA)

II-4. Excitation par des neutrons

II-4-1. Analyse par activation neutronique (NAA)

III- Caractérisation structurale

III-1. Excitation par des électrons:

III-1-1-Diffraction par des électrons de basse énergie (LEED)

III-1-2-Microscope électronique en transmission (TEM)

III-2. Excitation par des photons

III-2-1. Méthode de Laue

III-2-2. Méthode de Debye-Sherrer

III-2-3. Montages « 4 cercles » et plus

III-3. Excitation par des ions

III-3-1. Rétrodiffusion Rutherford en condition de canalisation

VI- Analyse thermique

VI-1. Analyse thermique différentielle ATD, Calorimétrie différentielle à balayage DSC

VI-2. Analyse thermogravimétrique ATG, Analyse dilatométrique

VI-3. Fonctionnement et applications

VI-4. Détermination des paramètres cinétiques

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu, examen, etc...*

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

**Références :**

1. Traité des matériaux, tome 3, J. L. Martin et A. George, presses polytechniques.
2. Analyse structure et chimique des matériaux, J.P. Eberhart, Dunod, 1997.
3. Diffraction des rayons X sur échantillons polycristallins, R. Guinebretière, Lavoisier, 2002.
4. Cristallographie géométrique et radiocristallographie, J.J. Rousseau et A. Gibaud, 3<sup>e</sup> édition, 2006.
5. Métallographie et techniques d'analyse, ATTT, Dunod, 1988

**Intitulé du Master :** Physique des matériaux

**Semestre :** 2

**Intitulé de l'UE :** Fondamentale

**Intitulé de la matière :** Physique des transitions de phases

**Crédits :** 4

**Coefficients :** 2

**Objectifs de l'enseignement :** cette unité traite les grandes classes de transition de phases dans les solides: vaporisation, fusion, solidification, transition magnétiques, phénomènes critiques....

**Connaissances préalables recommandées :** bonne connaissance de physique du solide et technologie des matériaux.

**Contenu de la matière :**

I. Considération générale

- 1 Introduction
- 2 les forces motrices, changements d'énergie libre
- 3 courbes d'énergie stable et instable
- 4 les deux types de transformation de Gibb's
- 5 techniques pour l'étude des transformations de phases

II. Nucléation et croissance

- 1 Théorie de nucléation
- 2 Processus de croissance
- 3 Précipitation et dissolution
- 4 Croissance compétitive
- 5 Réactions discontinus
- 6 Transformations bainitiques

### III. Transformations continues

- 1 Décomposition Spinodale
- 2 Arrangement Continue

### IV. Applications de la théorie de transformation de phase aux systèmes d'alliages spécifiques

### V. Problèmes dans les transformations de phase

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu, examen, etc...*

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

#### **Références :**

1. Physical metallurgy, R.W. Cahn, P. Haasen, 4ed, N-H. 1996.
2. J. Philibert et J. Talbot, J. Benard , A. Michel, Métallurgie Générale, Masson, 1991
3. Jean Philibert, Yves Bréchet, Alain Vignes, Pierre Combrade, Métallurgie du minerai au matériau, Masson, Paris 1998
4. Métallurgie, G. Chaussin, G. Hilly, T1 et T2, 2ed, DUNOD, 1976.

**Intitulé du Master :** Physique des matériaux

**Semestre :** 2

**Intitulé de l'UE :** Fondamentale

**Intitulé de la matière :** Contrôle Microstructurales des Aciers

**Crédits :** 4

**Coefficients :** 2

**Objectifs de l'enseignement :**

**Connaissances préalables recommandées :**

**Contenu de la matière :**

I- Structure des aciers

1. Diagramme d'équilibre Fe-C
2. Aciers non alliés
3. Aciers alliés
4. Effet de précipitation contrôlée
5. Effet de dimension de la ferrite fondamentale

II. Transformations microstructurales des aciers

1. Transformation isotherme des aciers
2. Transformation d'austénite au perlite: mécanisme et morphologie, effet de température et dimension du grain, force de perlite.
3. Transformation d'austénite au martensite: caractéristiques de transformation de la martensite, morphologie de martensite, mécanisme et cinétique de transformation, force et dureté de martensite.
4. Transformation d'austénite au bainite
5. Transformation isotherme des aciers non-eutectoides,

6. Transformation continue dans les aciers du carbone ordinaires.
7. Effet de dimension du grain sur les propriétés mécaniques
8. Effet de dimension du grain de l'austénite sur la morphologie du ferrite.
9. Transformation de perlite aux ferrites et cémentites: Transformation eutectoïde, structure de perlite, cinétique de la transformation du perlite, précipitation de l'interphase.

III. Transformation de Martensite et de bainite:

1. Considérations générales
2. Cinétique de la transformation du martensitique
3. Cristallographie de transformation du martensitique
4. Morphologie des martensites

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu, examen, etc...*

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

**Références :**

1. Mangonon P. L., (1999), The Principles of Materials Selection for Engineering Design, Prentice Hall International.
2. Reed-Hill, R. E. and Abbaschian, R., (1994), Physical Metallurgy Principles, 3rd edition, PWS Publishing Co.
3. Krauss G., [1981], Steel: Heat Treatment and Processing Principles, Am. Soc. of Metals.
4. ASM Handbook, [1990], Heat Treatment, Volume 4.
5. Smith W. F., [1993], Structure and Properties of Engineering Alloys, International (2nd) edition, McGraw-Hill.
6. Schaffer J. P., Saxena A., Antolovich S. D., Sanders T. H. and Warner S. B., [1999], The Science and Design of Engineering Materials, 2nd edition, McGraw-Hill.
7. Callister Jr., W. D., (2002), Materials Science and Engineering An Introduction, 5th edition, John Wiley & Sons.
8. Hench, L.L., (1995), Inorganic Biomaterials, in Materials Chemistry : An Emerging Discipline, Interrante, L.V., et al (eds), ACS Washington, DC.
9. Ravaglioli, A. and Krajewski, A. (1992), Bioceramics: Materials, Properties, and Applications, Chapman and Hall.
10. Ravaglioli, A. and Krajewski, A. (1992), Bioceramics and the Human Body, Kluwer Academic.

**Intitulé du Master :** Physique des matériaux

**Semestre :** 2

**Intitulé de l'UE :** Fondamentale

**Intitulé de la matière :** Physique des semi-conducteurs

**Crédits :** 4

**Coefficients :** 2

**Objectifs de l'enseignement :** L'objectif principal de cette unité est de donner des notions fondamentales sur la physique des semi-conducteurs cristallins et non cristallins.

**Connaissances préalables recommandées :** bonne connaissance de physique du solide.

**Contenu de la matière :**

I- RAPPELS

- 1- Semi-conducteurs, métal, isolant.
- 2- Structure de bande d'un semi-conducteur : exemple de semi-conducteur et leurs structures cristallines.
- 3- Notion d'électron et de trou.
- 4- Semi-conducteur intrinsèque et semi-conducteur extrinsèque : SC de type N et SC de type P,
- 5- Statistique des porteurs de charge à l'équilibre thermodynamique,

II- semi-conducteur hors équilibre

- 1- Fonction de distribution-Equation de Boltzmann
- 2- applications :
- 3- Conduction électrique en champ faible-Mobilité des porteurs
- 4- Diffusion
- 5- Equation de dérive-diffusion
- 6- Génération et recombinaison des porteurs de charges  
génération des porteurs de charges- Théories des recombinaisons :
  - 1- Equations de continuité (équations de conservation de chaque type de porteurs)
  - 2- Equation de poisson
  - 3- applications : photoconductivité

III- Contact entre deux matériaux différents: hétérostructures

- 1- Travail de sortie-affinité électronique-barrière de potentiel
- 2- Jonction p-n- jonction métal-semi-conducteur
- 3- Diagramme énergétique d'une hétéro structure

IV- transistor bipolaire

- Composants à effet tunnel: exemple diode tunnel.

V- Effet de la Lumière

- 1- Absorption de la lumière par les semi-conducteurs
- 2- Processus de recombinaison
- 3- La photoconductivité et ses applications
- 4- Injection de porteurs par la lumière

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu, examen, etc...*

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

**Références :**

1. Physics of semiconductor devices S.M. Sze, 2ed, Wiley.1981
2. Semiconductor physics and devices, Basic principles , A. Neamen , 3 ed Donald.2003
3. wave mechanics applied to semiconductor heterostructure, G. Bastard , les éditions de physique.1990

4. Theory of modern electronic semiconductor devices, K.F. Brennan, A.S. Brown, Wiley 2002
5. Physique des semi-conducteurs et ses composants électroniques, Pierre Lefebvre, Dunod, 2001.
6. Physique des semi-conducteurs et des composants électroniques, Henry Mathieu, Hervé Fanet, Dunod, 6<sup>e</sup> édition, 2009.

## **Intitulé du Master : Physique des matériaux**

**Semestre : 2**

**Intitulé de l'UE : Méthodologie**

**Intitulé de la matière : Méthodes d'élaborations des Matériaux**

**Crédits : 5**

**Coefficients : 3**

**Objectifs de l'enseignement :** L'industrie besoin des gens à savoir faire des choses concret, cette matière assure de former des étudiants à des compétences et de réaliser des matériaux d'ordre supérieure.

**Connaissances préalables recommandées :** Physique de la matière condensée,

### **Contenu de la matière :**

- Elaboration des céramiques
  - Technologie des céramiques et composants électroniques
- Elaboration des couches minces
- Elaboration des verres
- Elaboration des semi-conducteurs
- Elaboration des polymères intelligents (ferroélectriques, électrostrictifs, ...etc.)
- Elaboration des nanomatériaux.

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu, examen, etc...*

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

### **Références :**

- 1- Traité de céramique et matériaux minéraux, C. A. JOUENNE, Editions Septima. Paris 1990.
- 2- Caractérisation Expérimentale des matériaux, Michel BOUSSUGE et Al. , Presse polytechniques et universitaire romandes.
- 3- Technique de L'ingénieur.

**Intitulé du Master : Physique des matériaux**

**Semestre : 2**

**Intitulé de l'UE : Méthodologie**

**Intitulé de la matière : Travaux Pratiques**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

**Objectifs de l'enseignement :** Choisir parmi le contenu du programme, les manipulations possibles à réaliser pour approfondir les connaissances théoriques acquises pendant la formation

**Connaissances préalables recommandées :** Notions théoriques acquises pendant toute la formation.

**Contenu de la matière :**

- \* Conductivité thermique et électrique des métaux.
- \* Expansion thermique.
- \* Représentation et analyse de spectre de raies atomiques (spectre de raies et de bandes de divers gaz, décalage des isotopes des raies de Balmer, structure fine et spectre pour un électron atomique, spectre à deux électrons par le spectromètre à prisme).
- \* Cristallographie (constructions de réseaux cristallins, analyse de clichés obtenus par diffraction de rayons X, cristallisation).
- \* Déformation d'un matériau (déformation élastique et plastique, module d'Young, coefficient de Poisson, hystérésis mécanique).
- \* Expériences avec utilisation de l'appareil à rayons X (relevé du spectre, réflexion de Bragg, loi de Moseley, clichés de Debye Scherrer, analyse de la cristallographie de différentes substances, absorption de rayons X).
- \* Effet Hall (zone interdite entre bandes, conductivité spécifique, type de porteur de charge, mobilité des porteurs, effets Hall normaux et anormaux).
- \* Propriétés magnétiques des substances (substances diamagnétiques, paramagnétiques et ferromagnétiques dans un champ magnétique non homogène, courbe de première aimantation, cycle d'hystérésis, susceptibilité magnétique, résolutions de Quincke).
- \* Diffraction d'une onde électronique: mesure de la distance entre les plans réticulaires.
- \* Fluorescence de rayons X.
- \* Pénétration et absorption de rayons X.
- \* Spectroscopie (coefficient d'absorption en fonction de l'énergie).

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu, examen, etc...*

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

**Références :**

1. R. Ouahes et B. Devallez, chimie générale, OPU, Alger, 1988.
2. Traité des matériaux, toutes la collection (20 tome), presses polytechniques.
3. Métallographie et traitements thermiques des métaux, I. Lakhtine, 3<sup>e</sup> édition, 1977.
4. Métallographie et techniques d'analyse, ATTT, Dunod, 1988.
5. Physique des matériaux, Yves Quéré, Edition Marketing (ellipses) 1988

**Intitulé du Master :** Physique des matériaux

**Semestre :** 2

**Intitulé de l'UE :** Découverte

**Intitulé de la matière :** Corrosion : processus et protection

**Crédits :** 2

**Coefficients :** 2

**Objectifs de l'enseignement :** Connaître les types de corrosion et de dégradation que de bien en comprendre les mécanismes et les causes, car il devient alors possible de prendre des mesures de prévention en ce sens qu'il s'agisse de modifier le milieu ambiant, de choisir un matériau relativement non réactif ou de protéger le matériau contre toute détérioration notable

**Connaissances préalables recommandées :** une bonne base en réaction chimique et des phénomènes de réactions oxydo-réduction.

**Contenu de la matière :**

- Introduction
- Définition de la corrosion
- Thermodynamique des réactions de corrosion
- Surfaces et interfaces
- Vitesse des réactions de corrosion
- Etude expérimentale des réactions d'électrode
- Passivité des métaux
- Mécanismes de corrosion
- Oxydation et corrosion atmosphérique
- Corrosion à haute température
- Usure: aspects mécaniques et chimiques
- Fissuration sous contrainte
- Protection contre la corrosion
-

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu, examen, etc...*

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

**Références :**

1. J. Philibert et J. Talbot, J. Benard , A. Michel, Métallurgie Générale, Masson, 1991.
2. Jean Philibert, Yves Bréchet, Alain Vignes, Pierre Combrade, Métallurgie du minerai au matériau, Masson, Paris 1998.
3. Wiliam D. Callister, Jr, Science et Génie des Matériaux, 5<sup>e</sup> Edition, Dunod, Modulo Editeur 2001.

**Intitulé du Master :** Physique des matériaux

**Semestre :** 2

**Intitulé de l'UE :** Transversale

**Intitulé de la matière :** Ethique et déontologie

**Crédits :** 1

**Coefficients :** 1

**Objectif du module :** Informer et sensibiliser l'étudiant du risque de la corruption et le pousser à contribuer dans la lutte contre la corruption.

**Connaissances préalables recommandées :**

**Contenu de la matière :**

**1\* concept de la corruption :**

- Définition de la corruption.
- Religion et corruption.

**2\* les types de corruption :**

- Corruption financière.
- Corruption administrative.
- Corruption morale.
- Corruption politique.....etc.

**3\* les manifestations de la corruption administrative et financière :**

- Népotisme
- Favoritisme
- Médiation
- Extorsion et fraude.
- Le pillage d'argent public et des dépenses illégales.
- Le ralentissement dans l'achèvement de transactions (réalisation des projets .....etc.).
- Écarts administratifs, fonctionnels ou organisationnels de l'employé et le responsable.
- Violations émis par le fonctionnaire en exerçant ses taches au cours de l'année.
- Manque de respect des heures de travail, prendre le temps de lire les journaux, recevoir des visiteurs et de s'abstenir d'effectuer des travaux et le manque de responsabilité.

#### **4\* les raisons de la corruption administrative et financière :**

##### **4.1\* Causes de la corruption du point de vue des théoriciens :**

Les théoriciens et les chercheurs dans la science de la gestion et du comportement organisationnel, ont souligné la présence de trois catégories identifiées ces raisons, qui sont :

- Selon la première catégorie :
  - Les causes civilisationnelles.
  - Pour des raisons politiques.
- Selon la deuxième catégorie :
  - Raisons structurelles.
  - Les causes de jugements de valeur.
  - Raisons économiques.
- Selon la troisième catégorie :
  - Raisons biologiques et physiologiques
  - Causes sociales.
  - Des raisons complexes.

##### **4.2\* causes générales de la corruption :**

Institutions faibles, les conflits d'intérêts, la recherche rapidement du bénéfice et profits, faible prise de conscience du rôle des établissements d'enseignements et des médias et le non-exécution de la loi .... etc.

##### **5\* Les effets de la corruption administrative et financière :**

- L'impact de corruption administrative et financière sur les aspects sociaux
- L'impact de corruption financière et administrative sur le développement économique
- L'impact de corruption administrative et financière sur le système politique et de la stabilité.

##### **6\* La lutte contre la corruption par les organismes et les organisations locales et internationales**

- Organisation de Transparence International :
- Convention des Nations Unies sur la lutte contre la corruption administrative.
- Programme de la Banque mondiale pour aider les pays en voie de développement dans la lutte contre la corruption administrative.
- Fonds monétaire international.
- Efforts de l'Algérie contre la corruption : loi anti-corruption 06-01, le rôle de la police judiciaire dans la lutte contre la corruption, etc).

##### **7\* Méthodes de traitement et moyens de lutter contre le phénomène de la corruption**

(Le côté religieux, le côté éducatif, le côté politique, côté économique, le côté législatif, côté juridique, administratif, côté humain...).

##### **8\* Modèles de l'expérience de certains pays dans la lutte contre la corruption:**

-L'expérience Indienne , l'expérience de Singapour , l'expérience des États-Unis , l'expérience de Hong Kong et l'expérience de la Malaisie et l'expérience de la Turquie

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu, examen, etc...*

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

**Références** (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

**Intitulé du Master :** Physique des matériaux

**Semestre :** 3

**Intitulé de l'UE :** Fondamentale

**Intitulé de la matière :** Déformation et rupture des Matériaux

**Crédits :** 6

**Coefficients :** 3

**Objectifs de l'enseignement :** Comprendre comment se mesurent les divers propriétés mécaniques. Comprendre la mécanique et réduire le plus possible les divers risques de défaillance (rupture, fatigue et fluage). Avoir assimilé les principes de conception pertinents pour prévenir les défaillances en service.

**Connaissances préalables recommandées :** Une connaissance précise de la nature des dislocations et défauts.

**Contenu de la matière :**

**I. Propriétés Mécaniques des Matériaux**

1. Introduction
2. Concepts de contrainte et de déformation: comportement contrainte - déformation
3. Anélasticité et propriétés élastiques des matériaux
4. Restauration élastique durant la déformation plastique
5. Déformation par compression, cisaillement, torsion et traction
6. dureté

**II. Dislocations et Mécanismes de Durcissement**

1. Caractéristiques des dislocations
2. Systèmes de glissement: glissement dans les monocristaux
3. Déformation plastiques des matériaux polycristallins: Déformation par maclage
4. Durcissement des matériaux
5. Restauration, Recristallisation et croissance des grains
6. Déformation à haute température :
  - Fluage newtonien
  - Fluage non newtonien

**III. Défaillance et rupture des Matériaux**

1. Introduction
2. Principe de la mécanique de la rupture: rupture ductile et rupture fragile
3. Contraintes cycliques et théorie de clivage
4. Amorçage et propagation des fissures: initiation des fissures et vitesse de fissuration
5. Rupture versus déformation.
6. Facteurs d'incidence sur la durée de vie en fatigue
7. Méthodes d'extrapolation des données

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu, examen, etc...*

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

**Références :**

1. J. Philibert et J. Talbot, J. Benard , A. Michel, *Métallurgie Générale*, Masson, 1991

2. Jean Philibert, Yves Bréchet, Alain Vignes, Pierre Combrade, Métallurgie du minerai au matériau, Masson, Paris 1998
3. Yves Quéré, Physique des matériaux, Edition Marketing (ellipses) 1988
4. William D. Callister, Jr, Science et Génie des Matériaux, 5<sup>e</sup> Edition, Dunod, Modulo Editeur 2001
5. Lawrence H. Van Vlack, Elements of Materials Science and Engineering, Addison-Wesley Publishing Company, Sixth Edition 1989
6. Richard A. Flinn / Paul K. Trojan, Engineering Materials and their Applications, Houghton Mifflin company, Third Edition 1986

**Intitulé du Master : Physique des matériaux**

**Semestre : 3**

**Intitulé de l'UE : Méthodologie**

**Intitulé de la matière : Modélisation et simulation des matériaux**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

**Objectifs de l'enseignement :** Cette matière précise le contexte scientifique associé aux méthodes de modélisation et simulation, afin de mieux appréhender le fonctionnement de telles méthodes.

**Connaissances préalables recommandées :** physique de la matière condensée, distribution, analyse fonctionnelle, analyse complexe.

**Contenu de la matière :**

- 1 - Analyse numérique appliquée à la physique.
- 2 - Construction des modèles physiques.
- 3 - Utilisation et conception de programmes de simulation aux problèmes physiques.
- 4 - Principe de la modélisation moléculaire.
  - 4.1 - Méthodes ab initio
  - 4.2 - Méthodes semi-empiriques
  - 4.3 - Méthode DFT
  - 4.4 - Méthodes empiriques
  - 4.5- Méthode de Monté-Carlo.
- 5- Modélisation des structures par éléments finis
- 6- Modélisation mésoscopique des matériaux
  - 6.1- Nécessité des méthodes
  - 6.2- Fondements des méthodes
  - 6.3- Méthode mésoscopique basée sur la dynamique moléculaire.
  - 6.4- Méthode mésoscopique basée sur la fonctionnelle de la densité
  - 6.5- Choix des méthodes

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu, examen, etc...*

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

**Références :**

- KOTELYANSKII M.J. et THEODOROU D.N. – Simulation methods for polymers. Marcel Dekker Inc. (2002).
- GELIN (B.). – Molecular modeling of polymer structures and properties. Hanser Publisher, Munich (1994).
- BICERANO. J. – Computational modeling of polymers. Marcel Dekker Inc. New York (1992).
- MONNERIE L. et SUTER U.W. – Atomistic modeling of physical properties. Springer-Verlag, Berlin (1994).
- BINDER (K.). – Monte Carlo and molecular dynamics simulations in polymer science. Oxford University Press, New-York (1995).
- ROE (R.J.). – Computer simulation of polymers. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ (1991).

**Intitulé du Master : Physique des matériaux**

**Semestre : 3**

**Intitulé de l'UE : Fondamentale**

**Intitulé de la matière : Diélectriques et couplages multi physique**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

**Objectifs de l'enseignement :** Présenter les notions essentielles du domaine de diélectrique ainsi que les principaux couplages physiques observés (électromécanique, piézoélectrique, électro-calorifique, magnétoélectrique.....)

**Connaissances préalables recommandées :**

**Contenu de la matière :**

**DIELECTRIQUES :**

**I- Diélectriques -Bases théoriques-**

**1- Généralités**

1.1 Conduction et structure des matériaux

1.1.1 Rappel sur la théorie des bandes

1.1.2 Métaux-Semi-conducteurs-Isolants

1.1.3 Isolants réels

1.2 Courants de conduction, de diffusion, de déplacement et de polarisation

**2- Polarisation des diélectriques**

2.1 Définitions

2.2 Polarisation des diélectriques

2.3 Généralisation de la loi de Gauss

2.4 Conditions aux limites de deux diélectriques

2.5 Interface conducteur-isolant

**3. Différents types de polarisation**

3.1 Généralités

3.2 Description des principaux modèles

3.3 Champ local

3.4 Relation de Clausius-Mossotti

**4. Courants de conduction et de déplacement dans un isolant**

4.1 Loi d'Ohm

4.2 Courant de déplacement

4.3 Conduction des isolants

## **5. Courants transitoires dans les isolants**

- 5.1 Généralités
- 5.2 Courant d'absorption
- 5.3 Polarisation interfaciale

## **6. Réponse en fréquence et pertes diélectriques des isolants**

- 6.1 Facteurs de dissipation diélectrique et de puissance
- 6.2 Réponse en fréquence
- 6.3 Pertes diélectriques
- 6.4 Étude des phénomènes de polarisation en fonction de la fréquence

## **II- Propriétés diélectriques des plastiques**

### **1. Comportement diélectrique des polymères**

- 1.1 Définitions
- 1.2. Diélectrique parfait
- 1.3. Permittivité complexe
- 1.4. Polarisation dans les polymères
- 1.5 Signification pratique
- 1.6 Influence de la fréquence et de la température sur  $\epsilon$  et  $\tan \delta$
- 1.7 Influence d'autres facteurs
- 1.8 Absorption des micro-ondes
- 1.9 Polymères ferroélectriques
- 1.10 Polymères thermostables

### **2. Résistivité**

- 2.1 Définitions
- 2.2 Domaine des résistivités
- 2.3 Différents types de conductivité
- 2.4 Influence de différents facteurs sur la résistivité transversale
- 2.5 Résistivité superficielle

### **3. Polymères semi-conducteurs et conducteurs**

- 3.1 Polymères conducteurs intrinsèques
- 3.2 Polymères conducteurs composites
- 3.3 Polymères conducteurs ioniques

### **4. Rigidité diélectrique**

- 4.1 Définition
- 4.2 Rigidité diélectrique

## **COUPLAGES MULTIPHYSIQUES**

### **III- Piézoélectricité :**

- 1. La piézoélectricité
  - 1.1. L'effet piézoélectrique
  - 1.2. Symétrie et piézoélectricité
- 2. Propriétés mécaniques d'un matériau piézoélectrique
  - 2.1. Conversion électromécanique
  - 2.2. Equations piézoélectriques
  - 2.3. Quantification du couplage électromécanique et facteur de qualité mécanique
- 3. Matériaux piézoélectriques.
  - 3.1. Généralité.
  - 3.2. Description de la structure pérovskite
  - 3.3. Effet de la température
  - 3.4. Effet de la contrainte uni axiale
- 4. Applications des matériaux piézoélectriques

### **IV- Pyroélectricité :**

- 1. La pyroélectricité

- 1.1. L'effet pyroélectrique
- 1.2. Le coefficient pyroélectrique
- 1.3. Origine de la pyroélectricité.
- 2. Applications des matériaux pyroélectrique
- 3. Matériaux pyroélectriques.
  - 3.1. Généralité.
  - 3.2. Techniques expérimentales

## **V- Ferroélectricité**

### **1. Ferroélectricité et applications électroniques**

- 1.1. Définition de la ferroélectricité et exemples
- 1.2. Température de Curie et transition de phase
- 1.3. Cycle d'hystérésis.
- 1.4. Origine de la polarisation rémanente, Energie libre, théorie de Landau
- 1.5 Intérêt pratique des ferroélectriques

### **2. Ferroélectricité et applications optiques**

- 2.1 Effets non linéaires optiques
- 2.2 Effets électro-optiques

### **3. Progrès sur les matériaux ferroélectriques en couches minces**

- 3.1 Couches minces ferroélectriques et avenir des films ferroélectriques
- 3.2 Polymères ferroélectriques

## **VI- Magnétoélectricité :**

- 1- Généralité sur l'effet magnétostrictif
  - 1.1. Phénomène de magnétostriction
  - 1.2. Matériaux magnétostrictifs
  - 1.3. Les équations de la magnétostriction
  - 1.4. Les applications
- 2- Magnétoélectricité
  - 2.1. L'effet magnétoélectrique
  - 2.2. L'origine microscopique de la magnétoélectricité
  - 2.3. Techniques expérimentales du mesure
  - 2.4. Les applications

## **VII- Application : Capteurs**

- 1. Définitions
  - 1.1. Capteur
  - 1.2. Chaîne de mesure
  - 1.3. Types de grandeur physique
- 2. Classification des capteurs
  - 2.1. Capteurs passifs
  - 2.2. Capteurs actifs
- 3. Performances d'un capteur
  - 3.1. Résolution
  - 3.2. Caractéristique d'entrée-sortie d'un capteur
  - 3.3. Sensibilité
  - 3.4. Finesse
  - 3.5. Linéarité
  - 3.6. Caractéristiques statistiques d'un capteur
    - 3.6.1. Fidélité
    - 3.6.2. Justesse
    - 3.6.3. Précision
    - 3.6.4. Rapidité

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu, examen, etc...*

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

**Références :**

- 1- Dielectrics. **J. C. Anderson**. Modern electrical studies.
- 2- Ferroelectric devices. **Kenji UCHIND**. Merceel Dekker inc.
- 3- Technique de l'ingénieur.
- 4- Physique de l'état solide. **Charles Kittel**. Dunod.
- 5- Physique de la matière condensée, cours, exercices et problèmes corrigés. **Hungt. Diep**. Dunod.

**Intitulé du Master :** Physique des Matériaux

**Semestre :** 3

**Intitulé de l'UE :** Fondamentale

**Intitulé de la matière :** Magnétisme du solide

**Crédits :** 4

**Coefficients :** 2

**Objectifs de l'enseignement** Ce cours permet aux étudiants de comprendre les différentes propriétés magnétiques des matériaux et les méthodes expérimentales de préparation des couches minces, ainsi que leurs applications dans le domaine de l'industrie.

**Connaissances préalables recommandées** Cristallographie, physique du solide et la physique statistique

**Contenu de la matière :**

- 1- Introduction et rappels de magnétisme
- 2- Origine du magnétisme dans la matière
- 3- Magnétisme localisé et itinérant
- 4- Diamagnétisme et Paramagnétisme
- 5- Ferromagnétisme
- 6- Antiferromagnétisme et Ferrimagnétisme
- 7- Anisotropie Magnétique
- 8- Propriétés magnétiques des couches minces et les multicouches
- 9- Méthodes expérimentales en magnétisme
- 10- Quelques applications du magnétisme

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu, examen, etc...*

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

**Références** (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

- 1- Introduction au magnétisme. Abdelhamid Layadi
- 2- Physics of magnetism and magnetic materials.  
K. H. J. Buschow and F. R. De Boer
- 3- Magnetism in solid state. P. Mohn.
- 4- The theory of magnetism I, Daniel C. Mattis.
- 5- Spin Fluctuations in Itinerant Electron Magnetism, Tôru Moriya.

## **Intitulé du Master : Physique des Matériaux**

**Semestre : 3**

**Intitulé de l'UE : Méthodologie**

**Intitulé de la matière : Nanotechnologie et matériaux avancés**

**Crédits : 5**

**Coefficients : 3**

**Objectifs de l'enseignement :** Etude des technologies de fabrication des matériaux nano-métriques et des matériaux avancés tel que les céramiques. Connaître leurs applications dans la vie quotidienne, en impliquant à la fois les aspects d'élaboration et de caractérisation de ces matériaux.

**Connaissances préalables recommandées :** Transformations de phase et Défauts ponctuels et diffusion

### **Contenu de la matière :**

#### LES GRANDES FAMILLES DE NANOMATERIAUX

##### I- 1. INTRODUCTION

##### I.2. CLASSEMENT ET APPLICATIONS DES NANOMATERIAUX

I.2.1 Nanomatériaux de dimension 0 : nanopoudres et poudres ultrafines

I.2.2 Nanomatériaux de dimension 1 : nanofils, nanotubes et tétrapodes

I.2.3 Nanomatériaux de dimension 2 : matériaux pour revêtements de surface

I.2.4 Nanomatériaux de dimension 3 : les nanocomposites

I.2.5 Nanodispersions en milieu liquide

Préparation et synthèse des nanomatériaux :

##### II.1 APPROCHES « BOTTOM UP » ET « TOP DOWN »

##### II.2 METHODES PHYSIQUES

II.2.1 Evaporation / condensation sous pression partielle inerte ou réactive

II.2.2 Pyrolyse LASER

II.2.3 Flammes de combustion

II.2.4 Fluide supercritique (sans réaction chimique entre composants)

II.2.5 Micro-ondes

II.2.6 Irradiation ionique / électronique

II.2.7 Recuit à basse température de phases amorphes « massives »

II.2.8 Plasma thermique

II.2.9 Dépôt physique en phase vapeur

II.3 METHODES CHIMIQUES

II.3.1 Réactions en phase vapeur

II.3.2 Réactions en milieu liquide

II.3.3 Réactions en milieu solide

II.3.4 Techniques sol-gel

II.3.5 Fluide supercritique avec réaction chimique

II.4 METHODES MECANIQUES

II.4.1 Mécanosynthèse et activation mécanique de procédés de la métallurgie des poudres

II.4.2 Consolidation et densification

II.4.3 Forte déformation (hypercorroyage: laminage, coude, torsion, friction, haute vitesse

II.5 METHODES SPECIFIQUES POUR LES NANOTUBES, FULLERENES ET STRUCTURES CAGES (A BASE DE CARBONE ET D'AUTRES MATERIAUX)

II.6 TABLEAU DE SYNTHÈSE

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu, examen, etc...*

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

**Références :**

1. Chiang, Y.M., Birnie III, D., Kingery, W.D., (2002), *Physical Ceramics*, Wiley.
2. Clark, D.E., Folz, D.C., McGee, T.D., (2002), *Ceramic Engineering Design*, The American Ceramic Society.
3. Kingery, W.D., Bowen, H.K. Uhlmann, D.R., (1976), *Introduction to Ceramics*, John Wiley
4. Shewmon, P., (1989), *Diffusion in Solids*, PA Balluffi, R.W., Sutton, A.P., (1995), *Interfaces in Crystalline Materials*, Pergamon Press.
5. Métallurgie des poudres, D. Bouvard, Lavoisier, 2002.
6. Matériaux et processus céramiques, P. Boch, Hermes, 2001
7. Sintered metallic and ceramic materials, G.S. Upadhyaya, John wiley & sons, LTD, 2000.
8. Physical ceramics, Y.M. Chiang, D.P. Birnie and W.D. Kingery, John wiley & sons, LTD, 1997.
9. Traité de matériaux céramiques, C.A. Jouenne, Septima, 1990.
10. Traité de matériaux, Céramiques et verres, tome 16, J.M. Haussonne et C. Carry, Presses polytechniques, 2005
11. Les Nano-technologies, Dominique Vinck, 2008.

**Intitulé du Master : Physique des Matériaux**

**Semestre : 3**

**Intitulé de l'UE : Méthodologie**

**Intitulé de la matière : Biomatériaux**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

**Connaissances préalables recommandées :**

**Chapitre I: Généralités sur les biomatériaux**

- 1- Introduction
- 2- Domaines d'application des biomatériaux
- 3- Définitions

**Chapitre II : L'interface os/ biomatériau et les différents types de biomatériaux**

- 1- Classification des biomatériaux en fonction de l'interface formé avec les tissus
- 2- Différents biomatériaux
  - a- Métaux et alliages métalliques
  - b- Céramiques au sens large
  - c- Polymères
  - d- Matériaux d'origine naturelle

**Chapitre III : Evaluation d'un biomatériau**

- 1- Tests « in vitro »
- 2- Tests « in vivo »

**Chapitre IV : Tissu osseux**

- 1 - Différents types d'os du point de vue macroscopique
- 2 - Composition de l'os naturel
- 3 - Mécanisme de remodelage osseux

**Chapitre V : Hydroxyapatite**

- 1- Structure et formule chimique
- 2- Les différentes hydroxyapatites
- 3- Décomposition de HA
- 4- Processus de formation de « bone like-apatite »
- 5- Facteurs influençant la bioactivité de HA

**Chapitre VI : Verres bioactifs**

- 1- Définition et description d'un verre
- 2- Vitrification
- 3- Différentes voies pour l'obtention d'un verre
- 4- Bioactivité du verre

**Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc...***

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

**Références :**

1- F. Hulbert, J. C. Bokros, L. L. Hench, « Ceramics in clinical applications: past, present and future », High Tech Ceramics, Edition: P. Vincenzini, Elsevier, Amsterdam (1987).

2- D. F. Williams, « Definitions in Biomaterials », Second Consensus Meeting, Eur. Soc. Biomat., Edition: Elsevier, Chester, UK (September 1991).

3- J. Elliot, « Structure and chemistry of the apatites and other calcium orthophosphates », Edition: Elsevier (1994).

4- J. Zarzycki, « les verres et l'état vitreux », Edition : Masson, Paris (1982).

5- A. C. Pierre, « Introduction aux procédés sol-gel », Edition : SEPTIMA, Paris (1992).

## **Intitulé du Master : Physique des Matériaux**

**Semestre : 3**

**Intitulé de l'UE : Découverte**

**Intitulé de la matière : Outils informatiques pour la physique**

**Crédits : 2**

**Coefficients : 2**

**Objectifs de l'enseignement :** Apprendre l'utilisation des principaux logiciels utilisés dans le domaine de la physique des matériaux

**Connaissances préalables recommandées :** Windows, Microsoft office, linux.

### **Contenu de la matière :**

- Fortran sur linux
- Origine
- xmgrace
- Labview
- Matlab
- VESTA
- Logiciels pour la physique (Materials studio)

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu, examen, etc...*

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

### **Références :**

- Manuel d'utilisation et l'aide de Fortran, Excel, Origine, Matlab, Maple, VESTA, Labview
- internet

## **Intitulé du Master : Physique des Matériaux**

**Semestre : 3**

**Intitulé de l'UE : Transversale**

**Intitulé de la matière : Gestion des projets de recherche**

**Crédits : 1**

**Coefficients : 1**

**Connaissances préalables recommandées :** Apprendre les techniques de recherche et de rédaction du mémoire

## **Contenu de la matière :**

### Chapitre 1

- Les caractéristiques de la science
- La recherche scientifique
- Les techniques de recherche

### Chapitre 2

- Définir une stratégie dans le domaine de l'élaboration et de la caractérisation.
- Conduire et optimiser un protocole expérimental.
- Maîtrise des instruments et des techniques d'élaboration et de caractérisation

### Chapitre 2

- Présentation des outils statistiques : Utilisation d'un logiciel de statistique.
- Caractérisation d'une méthode de mesure.
- Détermination ou amélioration des conditions opératoires optimales.
- Exemples et application.

### Chapitre 3

- Compréhension des documents utilisés en science physique.
- Compréhension d'articles scientifiques.
- Différentes étapes de rédaction d'un mémoire de fin d'études.
- Rédaction de résumé d'articles.

**Mode d'évaluation :** *Contrôle continu, examen, etc...*

**66.67% Examen et 33.33% contrôle continu**

## **Références :**

- Sites internet

## **V- Accords ou conventions**

**Oui**

**NON**

(Si oui, transmettre les accords et/ou les conventions dans le dossier papier de la formation)

# LETTRE D'INTENTION TYPE

**(En cas de master coparrainé par un autre établissement universitaire)**

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

Objet : Approbation du coparrainage du master intitulé :

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

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 master 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 master intitulé :

Dispensé 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**