RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

OFFRE DE FORMATION L.M.D.

MASTER ACADÉMIQUE

Établissement	Faculté / Institut	Département
Université Kasdi Merbah – Ouargla	Faculté des Sciences et Technologie et des Sciences de la Matière	Sciences de la Matière

Domaine	Filière	Spécialité
Sciences de la Matière	Physique	Physique des Matériaux

Année Universitaire 2013-2014

(Elaboré en Décembre 2012)

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

عرض تكوين

ل. م. د.

ماستر أكاديمي

المؤسسة	الكلية/ المعهد	القسم
جامعة قاصدي مرباح ورقلة	كلية العلوم و التكنولوجيا و علوم المادة	علوم المادة

الميدان	الشعبة	التخصص
علوم المادة	الفيزياء	فيزياء المواد

السنة الجامعية 2013-2014
(أنجِز في ديسمبر 2012)

I – Fiche d'identité du Master

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
UE fondamentales						***18***	***18***		
UEF1(Obligatoire)						**10**	**10**		
Physique de la Matière Condensée	67h30	3h00	1h30			6	6	Oui	Oui
Physique Statistique & Phénomènes de Transport	45h00	1h30	1h30			4	4	Oui	Oui
UEF2(Obligatoire)						**8**	**8**		
Métallurgie Physique	67h30	3h00	1h30			5	5	Oui	Oui
Défauts dans les Matériaux	45h00	1h30	1h30			3	3	Oui	Oui
UE méthodologie						***7***	***7***		
UEM1(Obligatoire)						**7**	**7**		
Théorie des Groupes & Cristallographie	37h30	1h00		1h30		3	3	Oui	Oui
Modélisation & Simulation Numérique 1	45h00	1h30		1h30		4	4	Oui	Oui
UE découverte						***3***	***3***		
UED1(Obligatoire)						**3**	**3**		
Physique des Lasers & Optoélectronique	22h30	0h45	0h45			2	2	Oui	Oui
Énergies Renouvelables	22h30	0h45	0h45			1	1	Oui	Oui
UE transversales						***2***	***2***		
UET1(Obligatoire)						**2**	**2**		
Anglais Scientifique & Technique 1	22h30	1h30				2	2	Oui	Oui
Total Semestre 1	**375h00**	**14h30**	**7h30**	**3h00**		**30**	**30**		

2- Semestre 2 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales						***18***	***18***		
UEF3(Obligatoire)						**10**	**10**		
Physique Quantique du Solide	67h30	3h00	1h30			6	6	Oui	Oui
Modélisation & Simulation Numérique 2	45h00	1h30		1h30		4	4	Oui	Oui
UEF4(Obligatoire)						**8**	**8**		
Transformations de Phase dans les Matériaux	67h30	3h00	1h30			5	5	Oui	Oui
Phénomènes de Diffusion	45h00	1h30	1h30			3	3	Oui	Oui
UE méthodologie						***6***	***6***		
UEM2(Obligatoire)						**6**	**6**		
Techniques Spectroscopiques	30h00			2h00		3	3	Oui	Oui
Traitement du Signal	30h00			2h00		3	3	Oui	Oui
UE découverte						***4***	***4***		
UED2(Obligatoire)						**4**	**4**		
Élaboration des Matériaux en Couches Minces	22h30	0h45	0h45			2	2	Oui	Oui
Introduction à la Physique des Plasmas	22h30	0h45	0h45			2	2	Oui	Oui
UE transversales						***2***	***2***		
UET2(Obligatoire)						**2**	**2**		
Anglais Scientifique & Technique 2	22h30	1h30				2	2	Oui	Oui
Total Semestre 2	**352h30**	**12h00**	**6h00**	**5h30**		**30**	**30**		

3- Semestre 3 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales						***18***	***18***		
UEF5(Obligatoire)						**10**	**10**		
Traitements des Métaux	45h00	1h30	1h30			5	5	Oui	Oui
Méthodes d'Analyse & de Caractérisation des Matériaux	45h00	1h30	1h30			5	5	Oui	Oui
UEF6(Obligatoire)						**8**	**8**		
Semiconducteurs & Diélectriques	45h00	1h30	1h30			4	4	Oui	Oui
Supraconductivité & Magnétisme	45h00	1h30	1h30			4	4	Oui	Oui
UE méthodologie						***8***	***8***		
UEM3(Obligatoire)						**8**	**8**		
TP Matériaux	30h00			2h00		3	3	Oui	Oui
Utilisation & Manipulation de Logiciels	45h00	1h30		1h30		3	3	Oui	Oui
Recherche Bibliographique & Communication Scientifique	30h00			2h00		2	2	Oui	Oui
UE découverte						***2***	***2***		
UED3(Obligatoire)						**2**	**2**		
Spintronique & Nanotechnologies	22h30	0h45	0h45			2	2	Oui	Oui
UE transversales						***2***	***2***		
UET3(Obligatoire)						**2**	**2**		
Introduction à la Gestion d'Entreprise	22h30	0h45	0h45			2	2	Oui	Oui
Total Semestre 3	**330h00**	**9h00**	**7h30**	**5h30**		**30**	**30**		

4- Semestre 4 :

Domaine : Sciences de la Matière
Filière : Physique
Spécialité : Physique des Matériaux

Un stage à plein temps en laboratoire de recherche et/ou développement (universitaire ou industriel) sera sanctionné par la rédaction d'un mémoire et sa soutenance orale devant un jury.

L'évaluation du projet de Master sera basée sur :
- la méthodologie de la réalisation du travail de recherche,
- les résultats scientifiques obtenus et leur discussion (interprétation, comparaison avec la littérature),
- la qualité de la rédaction du mémoire et de la présentation de l'exposé oral.

	VHS	Coeff.	Crédits
Travail Personnel & Stage	310	3	15
Mémoire	50	2	10
Séminaires & Soutenance du mémoire	10	1	05
Total Semestre 4	370	6	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)

UE / VH	UEF	UEM	UED	UET	Total
Cours	360	60	56,25	56,25	532,5
TD	247,5	00	56,25	11,25	315
TP	22,5	187,5	00	00	210
Travail personnel	700	300	110	90	1200
Autre (préciser)					
Total	1330	547,5	222,5	157,5	2257,5¤¤
Crédits	84¤	21	9	6	120
% en crédits pour chaque UE	70	17,5	7,5	5	100

¤ Les 30 crédits du S4 ont été comptabilisés avec les UEF.
¤¤ Le VH du S4 n'a pas été comptabilisé en cours, TD ou TP.

IV - Programme détaillé par matière

(1 fiche détaillée par matière)

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Physique de la Matière Condensée (code PM1.1)*

Semestre : *1* **Unité d'Enseignement :** *UEF1*

Enseignant responsable de l'UE : *A. BOUKRAA*

Enseignant responsable de la matière : *A. BOUKRAA*

Objectifs de l'enseignement :
Fournir aux étudiants la base théorique nécessaire à la compréhension des phénomènes observés dans les matériaux solides.

Connaissances préalables recommandées :
Mécanique quantique

Contenu de la matière :
Structure cristalline et diffraction : *introduction, réseaux cristallins, réseaux de Bravais, réseaux réciproques, zones de Brillouin, cellule de Wigner-Seitz, diffusion élastique, diffraction par un réseau : rayons X/électrons/neutrons, conditions de Laue, loi de Bragg, facteur de structure, facteur de forme atomique, règles de sommes, analyse de Fourier, facteur de Debye-Waller*
Liaisons chimiques dans les solides : *métallique, ionique, covalente, mixte, de van der Waals, à pont hydrogène, énergie de cohésion*
Vibrations thermiques du réseau – phonons : *Cristal à un atome par maille, modes acoustiques, cristal à deux atomes par maille, modes optiques, relation de dispersion des phonons, polarisation, densité d'états, propriétés thermiques, température de Debye, constantes élastiques, chaleur spécifique, modèles d'Einstein et de Debye, loi de Dulong-Petit, effets harmoniques et anharmoniques, dilatation et conductivité thermique, diffusion des phonons, détermination expérimentale : diffusion inélastique des neutrons*
Cinétique des électrons : *modèle de Drude, collisions, libre parcours moyen, temps de relaxation, vitesse d'entraînement, mobilité, conductivité électrique, loi d'Ohm, loi de Matthiessen, conductivité thermique, loi de Wiedemann-Franz, émission thermoionique des électrons, fonction de travail, potentiel de contact, effet Hall*
Bandes d'énergie I : Modèle des électrons presque libres : *Fonction d'onde d'un électron dans un potentiel périodique, fonction de Bloch, représentation de zone étendue, représentation de zone réduite, modèle des électrons presque libres, électron dans un potentiel périodique, remplissage d'une bande d'énergie, classification des matériaux*
Bandes d'énergie II : Modèle des liaisons fortes : *bande d'énergie à une dimension, cas de trois dimensions, vitesse de groupe, accélération, masse effective*

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références *(Livres et polycopiés, sites internet, etc.)*
M.P. MARDER – Condensed matter physics – 2010
H. IBACH et al – Solid state physics – 4th Edition – 2009
C. KITTEL – Introduction to solid state physics – 8th Edition – 2005
H.T. DIEP - Physique de la matière condensée – 2003
L. MIHALY – Solid state physics – Problems & solutions – 1996
H.M. ROSENBERG – The solid state: An introduction to the physics of crystals – 1978
N.W. ASHCROFT et al – Solid state physics – 1976

Intitulé du Master : Physique des Matériaux
Intitulé de la matière : *Physique Statistique & Phénomènes de Transport (code PM1.2)*

Semestre : *1* **Unité d'Enseignement :** *UEF1*

Enseignant responsable de l'UE : *A. BOUKRAA*

Enseignant responsable de la matière : *M.T. MEFTAH*

Objectifs de l'enseignement :
Familiariser l'étudiant aux concepts physiques et aux méthodes de base nécessaires à la description de systèmes faisant intervenir un très grand nombre de particules.

Connaissances préalables recommandées :
Mécanique quantique

Contenu de la matière :
♦ *Intérêt de la physique statistique à l'équilibre et hors d'équilibre, non déterminisme intrinsèque, espace des phases, distribution binomiale, de Poisson, loi des grands nombres.*
♦ *Rappels sur la distribution de Boltzmann, fonction de partition, calcul de moyennes usuelles, rappels de théorie cinétique des gaz et lien avec la thermodynamique classique.*
♦ *Ensembles de la physique statistique d'équilibre : micro-canonique, canonique, grand canonique.*
♦ *Calcul de grandeurs thermodynamiques : entropie, fonction de partition du gaz parfait monoatomique, capacité calorifique, applications au magnétisme, potentiel chimique.*
♦ *Évolution des densités d'états : opérateur densité, équations de Liouville, fluctuations.*
♦ *Statistiques quantiques : Bose-Einstein, Fermi-Dirac, applications : gaz d'électrons.*
♦ *Phénomènes de transport : introduction, équation de Boltzmann, équation de Boltzmann linéarisée, applications : loi d'ohm, autres conductivités, calcul du coefficient de diffusion par l'équation de Boltzmann, électrons dans un champ électrique fort, différents types de collisions dans les solides*

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :
R.K. PATHRIA – Statistical mechanics, 3rd Edition – 2011
K. HUANG – Introduction to statistical physics – 2010
C. HERMANN – Statistical physics: applications to condensed matter – 2005
L.A. GIRIFALCO – Statistical mechanics of solids – 2000
D. TER HAAR – Elements of statistical mechanics – 1995
L.E. REICHL – A modern course in statistical mechanics – 1991

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Métallurgie Physique (code PM1.3)*

Semestre : *1* **Unité d'Enseignement :** *UEF2*

Enseignant responsable de l'UE : *R. GHERIANI*

Enseignant responsable de la matière : *R. GHERIANI*

Objectifs de l'enseignement :
Fournir aux étudiants les bases nécessaires à la compréhension des phénomènes observés dans les matériaux métalliques.

Connaissances préalables recommandées :
Mécanique, électricité & magnétisme

Contenu de la matière :
Classes de matériaux : *Céramiques et oxydes, verres, métaux, polymères*
Structure : *structures cristallines, structures amorphes, imperfections*
Diffraction des rayons X : *production et détection, méthodes expérimentales, applications*
Propriétés mécaniques : *constantes élastiques, rapport de Poisson, élasticité – plasticité, défauts ponctuels et dislocations, déformation à basse et haute température, point de rupture, fluage – fatigue, dureté, durcissement, clivage, fissuration, fracture*
Autres propriétés : *électroniques, thermiques, électriques, magnétiques, optiques, thermodynamiques*

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :
W.D. CALLISTER Jr – Materials science & engineering: Introduction – 8th Edition – 2010
D.R. ASKELAND – Essentials of materials science & engineering – 2009
J. MARTIN – Materials for engineering – 3rd Edition – 2006
R.A. HIGGINS – Engineering metallurgy. 1. Applied physical metallurgy – 6th Edition – 1993
D.A. PORTER et al – Phase transformations in metals & alloys – 1981

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Défauts dans les Matériaux (code PM1.4)*

Semestre : *1* **Unité d'Enseignement :** *UEF2*

Enseignant responsable de l'UE : *R. GHERIANI*

Enseignant responsable de la matière : *K. BELAKROUM*

Objectifs de l'enseignement :
Découvrir les différents défauts et leurs rôles dans les matériaux.

Connaissances préalables recommandées :
Mécanique quantique, cristallographie

Contenu de la matière :
0. Introduction : *structure et propriétés des défauts dans les matériaux solides*
I : Rappels et compléments sur la structure cristalline : *introduction, définitions, principaux types de structures cristallines, polymorphisme – transformations allotropiques, anisotropie cristalline, projection stéréographique*
II : Les défauts ponctuels : *définitions, interstitiels, lacunes, atomes en substitution, mise en évidence expérimentale, énergie de formation et concentration de défauts, applications : approche microscopique de la diffusion et coloration des cristaux ioniques*
III : Les dislocations : *introduction, concept de dislocations, caractérisation d'une dislocation, types de dislocations, mouvements des dislocations, dislocations imparfaites et défauts d'empilement, champs de contraintes et de déformations, forces exercées sur une dislocation, interactions de dislocations, multiplication de dislocations, dissociation de dislocations, méthodes d'observation des dislocations, application : approche microscopique de la déformation plastique*
IV : Joints de grains : *définitions, paramètres du joint de grains, joints de grains–dislocations, joints de grains–contraintes, caractéristiques géométriques de la désorientation, orientation d'un grain, axe de désorientation, angle de désorientation, classification des joints de grains, joints à faible angle, joints C.S.L. (Coincidence Site Lattice), réseau 'O' et dislocations primaires, réseau DSC et dislocations secondaires, critères de spécialité*
V : Surfaces
VI : Ségrégations, amas et précipités : *solutions solides et précipitation, amas de surstructures, pré-précipités et précipités*

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :
D. HULL – Introduction to dislocations – 5th Edition – 2011
H.J. BUTT – Physics & chemistry of interfaces – 2003
P.B. HIRSCH – Physics of metals: 2.defects – 1975

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Théorie des Groupes et Cristallographie (code PM1.5)*

Semestre : *1* **Unité d'Enseignement :** *UEM1*

Enseignant responsable de l'UE : *A. OUAHAB*

Enseignant responsable de la matière : *B. DAOUDI*

Objectifs de l'enseignement :
Fournir aux étudiants les bases nécessaires à la compréhension des phénomènes de diffraction par les réseaux.

Connaissances préalables recommandées :
Électricité & magnétisme

Contenu de la matière :

A. Définition d'un groupe, exemple
Opérations de symétrie
Représentations irréductibles
Caractères d'une représentation
Table de caractères
Notation de Schönfliess, notation de Hermann-Mauguin
Détermination de groupes spatiaux et de structures cristallines, réseaux de Bravais

B. Production et propriétés des rayons X, équations de Laue, loi de Bragg
Géométrie de la diffraction des rayons X : utilisation du réseau réciproque
Distance interplanaire de différent systèmes cristallins
Techniques expérimentales : monocristal, méthode de Laue, polycristal, méthode de Debye-Scherrer

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :

Y. WASEDA et al – X-ray diffraction crystallography – 2011
C. HAMMOND – Basics of crystallography & diffraction – 3rd Edition – 2009
S.K. CHATTERJEE – Crystallography & world of symmetry – 2008
M.S. DRESSELHAUS et al – Group theory. Application to the physics of condensed matter – 2008

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Modélisation & Simulation Numérique 1 (code PM1.6)*

Semestre : *1* **Unité d'Enseignement :** *UEM1*

Enseignant responsable de l'UE : *A. OUAHAB*

Enseignant responsable de la matière : *A. OUAHAB*

Objectifs de l'enseignement :
Familiariser l'étudiant aux outils de la modélisation et de la simulation numérique : système d'exploitation UNIX, langage de programmation et algorithmes élémentaires.

Connaissances préalables recommandées :
Analyse numérique

Contenu de la matière :
0. Introduction aux méthodes de programmation des algorithmes numériques appliquées aux matériaux, système UNIX, langage de programmation évolué, quelques logiciels utiles.
1. Rappels sur les systèmes d'équations linéaires et les inversions de matrices.
2. Résolution des équations et systèmes non linéaires : application à la recherche des valeurs nulles des équations transcendantes.
3. Interpolation polynomiale.
4. Approximations de données, lissage des courbes, méthode des moindres carrés.
5. Intégrations numériques.
6. Résolution des équations différentielles.
7. Calculs des équations aux dérivées partielles.
8. Description par la théorie des milieux continus : méthode des éléments finis

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :
R.L. BURDEN – Numerical analysis, 9th Edition – 2011
M. PALMER – Guide to Unix using Linux – 4th Edition – 2008
S.J. CHAPMAN – Fortran 95-2003 for scientists & engineers – 3rd Edition – 2007

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Physique des Lasers & Optoélectronique (code PM1.7)*

Semestre : *1* **Unité d'Enseignement :** *UED1*

Enseignant responsable de l'UE : *K.E. AÏADI*

Enseignant responsable de la matière : *K.E. AÏADI*

Objectifs de l'enseignement :
Comprendre le rayonnement laser et ses applications dans les systèmes de transmission et de traitement des signaux photoniques.

Connaissances préalables recommandées :
Électromagnétisme, optique, électronique

Contenu de la matière :
Rappels sur les interactions rayonnement-matière
Rappels de l'optique physique et de l'optique géométrique
Résonances optiques
Oscillations laser
Différents types de laser
Effet électro-optique et modulation optique
Transmission guidée
Matériaux optoélectroniques

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :
O. SVELTO – Principles of lasers – 5th Edition – 2010
F. MITSCHKE – Fiber optics: physics & technology – 2009
R. MENZEL – Photonics: linear & nonlinear interactions of laser light & matter – 2007
K. THYAGARAJAN – Fiber optic essentials – 2007
J. PIPREK – Optoelectronic devices: simulation & analysis – 2005
E. ROSENCHER et al – Optoélectronique – 2002
K. SHIMODA – Introduction to laser physics – 1991

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Énergies Renouvelables (code PM1.8)*

Semestre : *1* **Unité d'Enseignement :** *UED1*

Enseignant responsable de l'UE : *B. BOUCHEKIMA*

Enseignant responsable de la matière : *B. BOUCHEKIMA*

Objectifs de l'enseignement :
Comprendre l'enjeu économique et écologique du développement de nouvelles sources d'énergie non épuisables afin de remplacer des énergies fossiles précaires.

Connaissances préalables recommandées :
Mécanique, thermodynamique

Contenu de la matière :
1. Rappels de thermodynamique
2. Ressources en énergie renouvelables
3. Énergie solaire : conversion thermique et photovoltaïque
4. Autres formes d'énergies renouvelables
5. Hydrogène : vecteur d'énergie
6. Stockage de l'énergie
7. Évaluation des besoins en énergie

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :
N. ARMAROLI – Energy for a sustainable world: from oil to sun – 2011
I. GALARRAGA – Handbook of sustainable energy – 2011
M.F. HORDESKI – Megatrends for energy efficiency & renewable energy – 2011
B. LIPTAK – Post-oil energy technology - Solar hydrogen – 2009
J.F. MANWELL – Wind energy explained: theory, design & application – 2009
A. ZÜTTEL – Hydrogen as a future energy carrier – 2008

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Anglais Scientifique et Technique 1 (code PM1.9)*

Semestre : *1* **Unité d'Enseignement :** *UET1*

Enseignant responsable de l'UE : *H. BOUGUETTAÏA*

Enseignant responsable de la matière : *H. BOUGUETTAÏA*

Objectifs de l'enseignement :
Maîtriser la langue anglaise qui est aujourd'hui la langue véhiculaire internationale dans le domaine des sciences et technologies afin de mieux lire, comprendre et écrire les articles en anglais.

Connaissances préalables recommandées :
Anglais élémentaire

Contenu de la matière :
Apprentissage de l'anglais et de la terminologie scientifique en relation avec la spécialité.

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :
I. EISENBACH – English for materials science & engineering – 2011
F. ZIMMERMAN – English for science: instructor's manual – 1989

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Physique Quantique du Solide (code PM2.1)*

Semestre : *2* **Unité d'Enseignement :** *UEF3*

Enseignant responsable de l'UE : *M.T. MEFTAH*

Enseignant responsable de la matière : *M.T. MEFTAH*

Objectifs de l'enseignement :
Approfondir les bases théoriques de la physique du solide.

Connaissances préalables recommandées :
Mécanique quantique, physique statistique

Contenu de la matière :
Gaz d'électrons sans interaction
Approximation de Born-Oppenheimer
Méthode de la seconde quantification
Approximation de Hartree-Fock
Gaz d'électrons avec interaction
Moments magnétiques locaux dans les métaux
Gel des moments locaux : problème de Kondo
Écrantage et plasmons
Bosonisation
Interactions électron-réseau
Supraconductivité
Transitions de phase quantiques
Théorie de la densité fonctionnelle

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :
L. SANDER – Advanced condensed matter physics – 2009
S. FUJITA – Quantum theory of conducting matter – Bloch electrons – 2007
P. PHILLIPS – Advanced solid state physics – 2003
P.L. TAYLOR – Quantum approach to condensed matter physics – 2002
N.H. MARCH – Electron correlation in the solid state – Imperial College – 1999
A.O.E. ANIMALU – Intermediate quantum theory of crystalline solids – 1977
C. KITTEL – Quantum theory of solids – 1963

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Modélisation & Simulation Numérique 2 (code PM2.2)*

Semestre : *2* **Unité d'Enseignement :** *UEF3*

Enseignant responsable de l'UE : *B. DAOUDI*

Enseignant responsable de la matière : *B. DAOUDI*

Objectifs de l'enseignement :
Initier aux méthodes de simulation numérique, qui permettent de concevoir et valider des modèles et de tester les théories disponibles, en étudiant le comportement et les propriétés d'un matériau.

Connaissances préalables recommandées :
Analyse numérique, PM1.6

Contenu de la matière :
1. Rappels des ensembles statistiques. Introduction de l'intégrale de configuration et équipartition généralisée
2. Méthode de Monte Carlo Metropolis
3. Méthode de la dynamique moléculaire et comparaison des deux méthodes
4. Modélisation des interactions entre atomes
5. Calcul des propriétés physiques : chaleur spécifique, fonction de distribution radiale, paramètres d'ordre, coefficient de diffusion, etc.
6. Méthodes Hartree-Fock (HF) et théorie de la densité fonctionnelle (DFT) : mise en œuvre (choix des bases, pseudo-potentiels atomiques, algorithmes utilisés)
7. Dynamique moléculaire ab initio

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :
K. BINDER – Monte Carlo simulation in statistical physics: introduction, 5th Edition – 2010
D. MARX – Ab initio molecular dynamics – 2009
D.S. SHOLL – DFT: a practical introduction – 2009
P. DEUFLHARD – Computational molecular dynamics – 1999
B. LAPEYRE – Méthodes de Monte Carlo : transport & diffusion – 1998
H. ESCHRIG – Fundamentals of DFT – 1996
G.S. FISHMAN – Monte Carlo: concepts, algorithms & applications – 1996
J.M. HAILE – Molecular dynamics simulation: elementary methods – 1992

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Transformations de Phase dans les Matériaux (code PM2.3)*

Semestre : *2* **Unité d'Enseignement :** *UEF4*

Enseignant responsable de l'UE : *A. BOUKRAA*

Enseignant responsable de la matière : *A. BOUKRAA*

Objectifs de l'enseignement :
Comprendre les transitions et les équilibres de phases dans les matériaux en se référant aux principes thermodynamiques.

Connaissances préalables recommandées :
PM1.1, PM1.3

Contenu de la matière :
1. Aspects thermodynamiques généraux : *cinétique d'une transformation, état transitoire activé, énergie interne d'activation, distribution de l'énergie cinétique*
2. Croissance cristalline et solidification (concepts de base) : *état solide et état liquide, interface liquide / solide, germination et croissance, solidification*
3. Classification générale des transformations de phases et problèmes de germination de la nouvelle phase : *introduction, classification générale des transformations de phases, problèmes de germination de la nouvelle phase*
4. Cinétique des transformations dans les métaux et les alliages à l'état solide : *caractères généraux des transformations à l'état solide, amorçage des réactions procédant par germination et croissance, théorie classique de la germination, théorie de la décomposition spinodale, insuffisances des théories précédentes, germination homogène et hétérogène*
5. Rôle de l'énergie de déformation élastique et de l'énergie d'interface : *cohérence totale, semi-cohérence et incohérence totale, caractéristiques des phase formées par précipitation, structures "modulées"*
6. Mécanismes de croissance des cristaux lors des transformations sans diffusion : *transformation "normale", transformation martensitique, transformation "massive", argument thermodynamique de la possibilité de formation de la nouvelle phase sans diffusion*
7. Types de transformations avec diffusion : *introduction, précipitation continue, précipitation discontinue*

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :
D.A. PORTER and K.E. EASTERLING – Phase transformations in metals & alloys – Van Nostrand Reinhold – 1981

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Phénomènes de Diffusion (code PM2.4)*

Semestre : *2* **Unité d'Enseignement :** *UEF4*

Enseignant responsable de l'UE : *A. BOUKRAA*

Enseignant responsable de la matière : *R. GHERIANI*

Objectifs de l'enseignement :
Comprendre le transfert de particules dans un solide et ses conséquences sur le comportement et les propriétés des matériaux.

Connaissances préalables recommandées :
PM1.4

Contenu de la matière :

Introduction
Flux de particules, coefficient de diffusion, lois de diffusion de Fick
Mécanismes atomiques, effets de corrélation
Diffusion interstitielle
- *Processus de sauts aléatoires*
- *Effet de la température, activation thermique, loi d'Arrhénius*
- *Régime permanent*
- *Régime non permanent*
- *Résolution de l'équation de diffusion*
  - *Homogénéisation*
  - *Carburation de l'acier*
  - *Autres exemples*

Diffusion substitutionnelle
- *Autodiffusion*
- *Diffusion lacunaire*
- *Diffusion dans des alliages substitutionnels*
- *Diffusion dans des alliages substitutionnels dilués*

Mobilité atomique
Diffusion des traceurs dans des alliages binaires
Chemins de diffusion rapide (courts-circuits) : joints de grains, surfaces libres, dislocations
Diffusion en présence d'une force de transport, loi de Nernst-Einstein, applications
Diffusion dans des systèmes binaires polyphasés, diffusion chimique, effet Kirkendall
Diffusion dans des alliages ternaires
Diffusion et transformations de phase
Méthodes expérimentales pour l'étude de la diffusion

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :

P. HEITJANS – Diffusion in condensed matter – 2005
D.L. BEKE – Diffusion in semiconductors & non-metallic solids – 1998
P. SHEWMON – Diffusion in solids – 1998

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Techniques Spectroscopiques (code PM2.5)*

Semestre : *2* **Unité d'Enseignement :** *UEM2*

Enseignant responsable de l'UE : *M. HADJ-MAHAMMED*

Enseignant responsable de la matière : *M. HADJ-MAHAMMED*

Objectifs de l'enseignement :
Savoir analyser et caractériser un matériau en interprétant les spectres du rayonnement électromagnétique qui en proviennent.

Connaissances préalables recommandées :
Électromagnétisme

Contenu de la matière :
Spectroscopie des molécules : *spectres rotationnels, vibrationnels, vibro-rotationnels*
Spectroscopie Raman
Spectroscopie électronique
Spectroscopie RMN : *magnétisme nucléaire, phénomène de résonance magnétique nucléaire, appareillage en résonance magnétique nucléaire, déplacement chimique, couplage spin-spin*

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :
B.C. SMITH – Fundamentals of Fourier transform infrared spectroscopy – 2011
H. KUZMANY – Solid-state spectroscopy: introduction – 2009
D.L. PAVIA – Introduction to spectroscopy – 2009
G. LIU – Spectroscopic properties of rare earths in optical materials – 2005
J.M. HOLLAS – Modern spectroscopy – 4th Edition – 2004
S. SVANBERG – Atomic & molecular spectroscopy – 2004
J. BROWN – Rotational spectroscopy of diatomic molecules – 2003
J.R. FERRARO – Introductory Raman spectroscopy – 2003

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Traitement du Signal (code PM2.6)*

Semestre : *2* **Unité d'Enseignement :** *UEM2*

Enseignant responsable de l'UE : *K.E. AÏADI*

Enseignant responsable de la matière : *K.E. AÏADI*

Objectifs de l'enseignement :
Comprendre comment monter une expérience de mesure physique et acquérir les données à mesurer.

Connaissances préalables recommandées :
Électronique

Contenu de la matière :
Types de transducteurs
Détection du signal d'un transducteur
Acquisition du signal par un micro-ordinateur
Techniques de traitement du signal : réduction du rapport bruit/signal, transformée de Fourier rapide (FFT), etc.
Automatisation des mesures

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :
V.K. INGLE – Digital signal processing using MATLAB – 3rd Edition – 2011
S.K. ISLAM – Sensors & low power signal processing – 2010
J. WILSON – Sensor technology handbook - Transducers – 2005

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Élaboration des Matériaux en Couches Minces (code PM2.7)*

Semestre : *2* **Unité d'Enseignement :** *UED2*

Enseignant responsable de l'UE : *K.E. AÏADI*

Enseignant responsable de la matière : *F. REHOUMA*

Objectifs de l'enseignement :
Maîtriser et comprendre les techniques de dépôt d'une couche mince d'un matériau donné sur un substrat.

Connaissances préalables recommandées :
Électricité et magnétisme

Contenu de la matière :
1. Généralités
2. Évaporation sous vide : *mécanisme d'évaporation, sources d'évaporation, préparation des couches minces composées de semiconducteur ou d'alliage métallique, mécanisme de croissance*
3. Pulvérisation : *mécanisme de la pulvérisation, taux de pulvérisation, différents modes de pulvérisation, tension d'autopolarisation, schéma électrique et répartition des tensions, circuit d'accord, pulvérisation magnétron, pulvérisation triode*
4. Dépôt par CVD et PECVD : *principe de dépôt par CVD, limitation du CVD, dynamique des gaz dans le réacteur CVD, phénomène de transport, mécanisme de dépôt, système de dépôt par CVD, PECVD (Plasma Enhanced CVD)*
5. Dépôt par faisceaux d'ions : *sources d'ions, extraction de faisceaux d'ions, dépôt de faisceaux d'ions secondaires, dépôt de faisceaux d'ions primaires, dépôt par ions plating, effet du bombardement ionique*
6. Mécanisme de croissance des couches minces : *mécanisme de nucléation, condensation, formation de la couche et croissance, taux de croissance*
7. Méthodes de mesure de l'épaisseur des couches minces

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :
C. ZEXIAN – Thin film growth: physics, materials science & applications – 2011
J.A. VENABLES – Introduction to surface & thin film processes – 2000

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Introduction à la Physique des Plasmas (code PM2.8)*

Semestre : *2* **Unité d'Enseignement :** *UED2*

Enseignant responsable de l'UE : *F. KHELFAOUI*

Enseignant responsable de la matière : *S. CHIHI*

Objectifs de l'enseignement :
Acquérir les notions fondamentales de la physique des plasmas

Connaissances préalables recommandées :
Électromagnétisme, physique atomique, thermodynamique, physique statistique

Contenu de la matière :
1. Gaz ionisé et plasmas
2. Trajectoires de phases dans un champ électrique/magnétique
3. Collisions élastiques et inélastiques
4. Équations cinétiques
5. Hydrodynamique et magnétohydrodynamique
6. Théorie cinétique de Vlassov-Landau
7. Théorie cinétique dans les plasmas
8. Propagation d'ondes dans les plasmas
9. Plasmas et rayonnement

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :
P.H. DIAMOND – Modern plasma physics – 2010
W. MÖLLER - Fundamentals of plasma physics – 2006
A.A. FRIDMAN – Plasma physics & engineering – 2004
S. ELIEZER – 4th state of matter: introduction to plasma science – 2001
R. FITZPATRICK – Introduction to plasma physics – 1998
J.L. DELCROIX – Physique des plasmas – 1994

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Anglais Scientifique et Technique 2 (code PM2.9)*

Semestre : *2* **Unité d'Enseignement :** *UET2*

Enseignant responsable de l'UE : *H. BOUGUETTAÏA*

Enseignant responsable de la matière : *H. BOUGUETTAÏA*

Objectifs de l'enseignement :
Maîtriser la langue anglaise qui est aujourd'hui la langue véhiculaire internationale dans le domaine des sciences et technologies afin de mieux lire, comprendre et écrire des articles et communiquer en anglais.

Connaissances préalables recommandées :
Anglais élémentaire

Contenu de la matière :
Perfectionnement de l'anglais scientifique et technique en relation avec la spécialité.

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :
I. EISENBACH – English for materials science & engineering – 2011
F. ZIMMERMAN – English for science: instructor's manual – 1989

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Traitements des Métaux (code PM3.1)*

Semestre : *3* **Unité d'Enseignement :** *UEF5*

Enseignant responsable de l'UE : *R. GHERIANI*

Enseignant responsable de la matière : *R. GHERIANI*

Objectifs de l'enseignement :
Comprendre les différents traitements métallurgiques que subissent les métaux en vue de leurs applications.

Connaissances préalables recommandées :
PM1.3

Contenu de la matière :
Métallurgie d'élaboration
Alliages ferreux : diagrammes d'équilibre Fe-C, aciers et fontes alliés et non alliés, traitement thermique, aciers inoxydables, aciers à outils, structure micrographiques des aciers et fontes
Alliages non ferreux
Métallurgie des poudres : frittage
Traitements et revêtements de surface
Corrosion électrochimique : thermodynamique, cinétique, méthodes de protection, essais de corrosion
Méthodes d'essais

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :
W.F. HOSFORD – Metal forming: mechanics & metallurgy – 4th Edition – 2011
R. YIN – Metallurgical process engineering – 2011
O.N. SENKOV – Metallic materials with high structural efficiency – 2004
J. CAMPBELL – Castings: new metallurgy of cast metals – 2003
K.I. POPOV – Fundamental aspects of electrometallurgy – 2002
J. BARRALIS et al – Précis de métallurgie – Nathan – 1997
R.A. HIGGINS – Engineering metallurgy. 1. Applied physical metallurgy, 6th Edition – 1993
K.E. EASTERLING – Introduction to physical metallurgy of welding – 1992

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Méthodes d'Analyse et de Caractérisation des Matériaux (code PM3.2)*

Semestre : *3* **Unité d'Enseignement :** *UEF5*

Enseignant responsable de l'UE : *N. SETTOU*

Enseignant responsable de la matière : *N. SETTOU*

Objectifs de l'enseignement :

Connaître et comprendre les différentes méthodes expérimentales servant à analyser et caractériser les matériaux

Connaissances préalables recommandées :

Électricité et magnétisme, électromagnétisme, thermodynamique

Contenu de la matière :

1. Spectroscopie d'absorption I.R. : *spectre de rotation et de vibration, spectrométrie micro-ondes et infra-rouge*
2. Spectroscopie de diffusion : *spectre Raman, spectre d'absorption / spectre de diffusion, spectromètre Raman*
3. Spectres électroniques des molécules diatomiques : *spectre vibro-électronique, principe de Frank-Condon*
4. Ellipsométrie optique : *principe, application aux couches minces*
5. Spectroscopie de masse : *principe et caractéristiques d'un spectromètre de masse, spectromètres à simple et à double fente, analyse isotopique, SIMS : spectromètre de masse des ions secondaires*
6. Spectroscopie des rayons X : *production et détection des rayons X, fluorescence X, EXAFS, ESCA, rayonnement synchrotron*
7. Spectroscopie des électrons : *microscopies électroniques à transmission MET et à balayage MEB, microscopie à effet tunnel, spectroscopie Auger, applications : géologie, métallurgie*
8. Spectroscopie nucléaire : *activation neutronique, analyse / faisceaux d'ions : PIXE, RBS*
9. Calorimétrie : *chaleur spécifique, DSC, DTA*

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :

A. OMAR – Electromagnetic scattering & material characterization – 2011
N.V. TKACHENKO – Optical spectroscopy: methods & instrumentations – 2006
A.M. ELLIS – Electronic & photoelectron spectroscopy – 2005
J.H. GROSS – Mass spectrometry – 2004
P.E.J. FLEWITT – Physical methods for materials characterization – 2003
W. SCHATTKE – Solid state photoemission & related methods – 2003
J.F. WATTS – Introduction to surface analysis by XPS & AES spectroscopies – 2003
A.J. MILLING – Surface characterization methods – 1999
L.J. CLARKE – Surface crystallography: LEED introduction – 1985
R.L. PARK – Solid sate physics & surfaces: experimental methods – 1985
R.F. EGERTON – Principles of electron microscopy: TEM, SEM & AEM – 2005

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Semiconducteurs & Diélectriques (code PM3.3)*

Semestre : *3* **Unité d'Enseignement :** *UEF6*

Enseignant responsable de l'UE : *F. REHOUMA*

Enseignant responsable de la matière : *F. REHOUMA*

Objectifs de l'enseignement :
Étudier les propriétés diélectriques et semiconductrices des matériaux à la lumière des modèles électroniques se basant sur la mécanique quantique.

Connaissances préalables recommandées :
PM1.1

Contenu de la matière :

Semiconducteurs : *densité d'états, probabilités d'occupation, semiconducteurs intrinsèques et extrinsèques, structure de bande de Si et Ge, densité des porteurs de charge, dopage p et n, transport et équations de continuité, relation d'Einstein, conductivité, jonctions PN et Schottky, zone désertée, potentiel de diffusion, transistors, structure et transistor MOS, technologie des composants intégrés, optoélectronique*

Diélectriques : *polarisation, constante diélectrique ε, fonction diélectrique, champ local, champ de Lorentz, champ dépolarisant, formule de Clausius-Mossotti, indice de réfraction, ε en fonction de la fréquence, relaxation diélectrique, ferroélectricité, piézoélectricité, pyroélectricité, claquage diélectrique*

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :

M. GRUNDMANN – Physics of semiconductors – 2010
H. MATHIEU – Physique des semiconducteurs & composants électroniques – 6ème Edition – 2009
K.C. KAO – Dielectric phenomena in solids – 2004

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Supraconductivité & Magnétisme (code PM3.4)*

Semestre : *3* **Unité d'Enseignement :** *UEF6*

Enseignant responsable de l'UE : *A. BOUKRAA*

Enseignant responsable de la matière : *A. BOUKRAA*

Objectifs de l'enseignement :
Étudier les divers phénomènes de magnétisme et de supraconductivité qui apparaissent dans certains matériaux suite à la mise en ordre de certains électrons au-dessous d'une température critique.

Connaissances préalables recommandées :
PM1.1, PM2.1

Contenu de la matière :

Supraconductivité : *température critique, résistivité nulle, effet Meissner, diamagnétisme parfait, effet isotopique, modèle phénoménologique, équations de London, profondeur de pénétration, théorie de Ginzburg-Landau, paramètre d'ordre, longueur de cohérence, théorie BCS, paires de Cooper, supraconducteurs de type I et de type II, champs critiques, état intermédiaire, vortex, chaleur spécifique, gap d'énergie, quantification du flux, effet Josephson, SQUIDs, supraconductivités à haute température (cuprures, pnictures)*

Magnétisme : *moments angulaire et magnétique d'un atome, couplage spin-orbite, règles de Hund, aimantation, susceptibilité magnétique, diamagnétisme, paramagnétisme, loi de Curie, modèle de Heisenberg, mise en ordre magnétique, intégrales d'échange, modèle du champ moyen (Weiss), ferromagnétisme, température de Curie, domaines ferromagnétiques, parois de Bloch, anisotropie magnétocristalline, hystérésis, ondes de spin, modèle de bande du ferromagnétisme, antiferromagnétisme, température de Néel, ferrimagnétisme*

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :

R.N. BHATTACHARYA – High temperature superconductors – 2010
Y. IZYUMOV – High-Tc superconductors based on FeAs compounds – 2010
J.M.D. COEY – Magnetism & magnetic materials – 2009
C.P. POOLE Jr – Superconductivity – 2007
P. MOHN – Magnetism in the solid state: an introduction – 2006
W. BUCKEL – Superconductivity: fundamentals & applications – 2004
S. BLUNDELL – Magnetism in condensed matter – 2001
T. TSUNETO – Superconductivity & superfluidity – 1998
M. TINKHAM – Introduction to superconductivity_2nd Edition – 1996
P.G. de GENNES – Superconductivity of metals & alloys – 1966

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *TP Matériaux (code PM3.5)*

Semestre : *3* **Unité d'Enseignement :** *UEM3*

Enseignant responsable de l'UE : *L. MOHAMMEDI*

Enseignant responsable de la matière : *L. BENMABROUK*

Objectifs de l'enseignement :
Réaliser des expériences physiques portant sur l'étude des propriétés des matériaux.

Connaissances préalables recommandées :
PM 1.1, PM1.3

Contenu de la matière :
Préparations d'échantillons,
Diffraction aux rayons X,
Mesures de micro-dureté,
Autres expériences.

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Utilisation et Manipulation de Logiciels (code PM3.6)*

Semestre : *3* **Unité d'Enseignement :** *UEM3*

Enseignant responsable de l'UE : *A. OUAHAB*

Enseignant responsable de la matière : *B. DAOUDI*

Objectifs de l'enseignement :
Se familiariser avec des logiciels scientifiques communs utilisés par les équipes de recherche concernées par cette formation, principalement sur le système d'exploitation UNIX (Linux), comme le WIEN2k, le PWSCF (Quantum Espresso), MATLAB, etc.

Connaissances préalables recommandées :
PM1.6, PM2.2

Contenu de la matière :
Utilisation en travaux pratiques du WIEN2k
Utilisation en travaux pratiques de Quantum Espresso (ex-PWSCF)
Utilisation en travaux pratiques de MATLAB
Utilisation éventuelle en travaux pratiques d'autres logiciels

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :
Manuels des logiciels concernés

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Recherche Bibliographique & Communication Scientifique*

(code PM3.7)

Semestre : *3* **Unité d'Enseignement :** *UEM3*

Enseignant responsable de l'UE : *A. BOUBEKRI*

Enseignant responsable de la matière : *A. BOUBEKRI*

Objectifs de l'enseignement :

Maîtriser les méthodes de localisation et d'exploitation des ressources documentaires en bibliothèque (ISBN, numéro de classement, etc.) et par internet (par moteurs de recherche, SNDL, etc.), ainsi que les techniques de communication scientifique (présentation des résultats par poster, oral, mémoire, article, etc.)

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

Ce travail préliminaire de recherche bibliographique et de présentation concernera directement le projet de stage du semestre 4 initié par un enseignant membre de l'équipe de formation.

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Spintronique & Nanotechnologies (code PM3.8)*

Semestre : *3* **Unité d'Enseignement :** *UED3*

Enseignant responsable de l'UE : *A. MAMANOU*

Enseignant responsable de la matière : *A. MAMANOU*

Objectifs de l'enseignement :
Introduire ce domaine des nanomatériaux où les propriétés électroniques sont associées aux propriétés magnétiques pour réaliser de nouvelles applications technologiques et lancer de nouveaux défis théoriques fondamentaux.

Connaissances préalables recommandées :
Mécanique quantique, électronique.

Contenu de la matière :
Principe de base et propriétés fondamentales
Implication de l'échelle nanométrique sur les propriétés physiques et chimiques
Méthode d'élaboration des nanomatériaux et des nanoparticules
Procédés de fabrication des matériaux massifs nanostructurés et des matériaux nanoporeux
Application des nanomatériaux en spintronique : magnétorésistance géante, enregistrement magnétique, valves de spins, MRAM

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :
Y.B. Xu – Spintronic materials & technology – 2007

Intitulé du Master : Physique des Matériaux

Intitulé de la matière : *Introduction à la Gestion d'Entreprise (code PM3.9)*

Semestre : *3* **Unité d'Enseignement :** *UET3*

Enseignant responsable de l'UE : *Dj. BECHKI*

Enseignant responsable de la matière : *Dj. BECHKI*

Objectifs de l'enseignement :
Introduire les concepts de base dans la gestion de l'entreprise.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :
Analyse des organisations, l'entreprise et son environnement, planification, comptabilité-contrôle et audit légal, comptabilité de gestion, financement, gestion matières, gestion des ressources humaines, production, gouvernement d'entreprise, fonction commerciale, contrôle, investissement, évaluation, marketing, stratégie, management, systèmes d'information, recherche et développement, innovation

Mode d'évaluation : *Contrôle continu + Examen*

Références :