

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

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

HARMONISATION

OFFRE DE FORMATION MASTER

ACADEMIQUE

Etablissement	Faculté / Institut	Département
Université de Bejaia	Faculté des Sciences Exactes	Physique

Domaine : Sciences de la Matière

Filière : Physique

Spécialité : Physique des Matériaux

Année universitaire : 2015 - 2016

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									
UEF11(O/P)									
Introduction à la science des matériaux	67h30	3h00	1h30	---		3	6	33%	67%
Théorie de la matière condensée avancée	67h30	3h00	1h30	---		3	6	33%	67%
Cristallographie et propriétés physiques des solides	67h30	3h00	1h30	---		3	6	33%	67%
UE méthodologie									
UEM12(O/P)									
Techniques de caractérisation des matériaux 1	45h00	1h30	---	1h30		2	4	50%	50%
Calcul numérique	60h00	1h30	---	2h30		3	5	50%	50%
UE découverte									
UED13(O/P)									
Interactions Rayonnement - Matière	22h30	1h30	----	---		1	1		100%
UE transversales									
UET14(O/P)									
Mathématiques appliquées à la physique	45h00	1h30	1h30	---		2	2		100%
Total Semestre 1	375h00	15h00	6h00	4h00		17	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									
UEF21(O/P)									
Théorie de la structure électronique	67h30	3h00	1h30	---		3	6	33%	67%
Structure et propriétés mécaniques des matériaux	67h30	3h00	1h30	---		3	6	33%	67%
Physique des semi-conducteurs	67h30	3h00	1h30	---		3	6	33%	67%
UE méthodologie									
UEM22(O/P)									
Techniques de caractérisation des matériaux 2	45h00	1h30	---	1h30		2	4	50%	50%
Physique numérique 1	60h00	1h30	---	2h30		3	5	50%	50%
UE découverte									
UED23(O/P)									
Matériaux émergents	45h00	1h30	1h30	---		2	2		100%
UE transversales									
UET24(O/P)									
Anglais scientifique	22h30	1h30	---	--		1	1		100%
Total Semestre 2	375h00	15h00	06h00	4h00		17	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									
UEF31(O/P)									
Mesure et analyse des matériaux	67h30	3h00	1h30	---		3	6	33%	67%
Propriétés diélectriques et magnétiques des matériaux	67h30	3h00	1h30	---		3	6	33%	67%
Propriétés optiques et thermiques des matériaux	67h30	3h00	1h30	---		3	6	33%	67%
UE méthodologie									
UEM32(O/P)									
Synthèse des matériaux	45h00	1h30	---	1h30		2	4	50%	50%
Physique numérique 2	60h00	1h30	---	2h30		3	5	50%	50%
UE découverte									
UED33(O/P)									
Introduction aux nanomatériaux	45h00	1h30	1h30	---		2	2		100%
UE transversales									
UET34(O/P)									
Introduction à la communication scientifique	22h30	1h30	----	---		1	1		100%
Total Semestre 3	375h00	15h00	6h00	4h00		17	30		

4- Semestre 4 :

Domaine : SM
Filière : Physique
Spécialité : Physique des matériaux

Travail d'initiation à la recherche ou stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	196	6	20
Stage en entreprise	00	00	00
Séminaires	00	00	00
Soutenance	4	4	10
Total Semestre 4	200	10	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	405h	135h	67h30	67h30	675h00
TD	202h30	00h00	45h00	22h30	270h00
TP	00h00	180h	00h00	00h00	180h
Travail personnel	196				196h00
Soutenance	04h00	00h00	00h00	00h00	04h00
Total	807h30	315h00	112h30	90h00	1325h
Crédits	84	27	5	4	120
% en crédits pour chaque UE	70.00%	22.5%	4.16%	3.33%	

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

Intitulé du Master : *Physique des Matériaux*

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : UEF11

Intitulé de la matière : Introduction à la science des Matériaux

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

Introduire l'étudiant aux sciences des matériaux et lui donner les enseignements utiles sur les différents types de matériaux et leurs propriétés générales de façon descriptive.

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

Cours de Physique du solide dispensé en Licence.

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel*)

- 1. Généralités sur les matériaux:** Introduction. Les différents types de matériaux. Liaisons atomiques et cohésion de la matière.
- 2. Métaux et alliages métalliques:** Structure cristalline des métaux et alliages. Défauts des réseaux cristallins. Diagrammes d'équilibre.
- 3. Matériaux semi-conducteurs:** Définitions, Intérêts des semi-conducteurs. Les semi-conducteurs usuels. Cristallogenèse du silicium Elaboration de quelques composés semi-conducteurs.
- 4. Les polymères:** Généralités et définitions. Structure des polymères. Les polymères types. Elaboration et propriétés des polymères.
- 5. Les Céramiques:** Structure des céramiques. 2. Propriétés des céramiques.
- 6. Les matériaux composites:** Les composites fibreux. Les composites particuliers. Elaboration et propriétés de quelques composites.

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc...(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Contrôle continu+Examen

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

- J.P Mercier, G Zambelli et W Kurz, Taité des matériaux : 1. Introduction à la science des matériaux, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (2002)

Intitulé du Master : *Physique des Matériaux*

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : UEF11

Intitulé de la matière : Théorie de la matière condensée avancée

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

A l'issue de cet enseignement, l'étudiant aura approfondi ses connaissances en Physique du solide. Il aura aussi acquis toutes les bases nécessaires pour aller plus loin dans la théorie du solide en général : structure électronique ... etc

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

Mécanique Quantique, Physique statistique

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel*)

- 1. Electrons dans un potentiel périodique, propriétés générales** :Le potentiel périodique, théorème de Bloch. Modèle de Kronig-Penney, Conditions aux limites de Born-von Karman, Surface de Fermi, Densité d'états et singularités de van Hove,
- 2. Electrons dans un potentiel périodique faible** :théorie des perturbation et potentiels périodiques faibles, Niveaux d'énergie au voisinage d'une limite de zone, Schémas des zones répétées, réduites et étendues à une dimension, Surface de Fermi et zones de Brillouin, Facteur de structure géométrique, Couplage spin-orbite,
- 3. Dynamique des électrons dans les bandes, modèle semi-classique** : Paquets d'onde des électrons de Bloch, Mouvement dans une bande pleine, Mouvement dans les champs électrique et magnétique statiques, Effet Hall et magnétorésistance,
- 4. Théorie semi-classique de la conduction dans les métaux** : Approximation du temps de relaxation, Fonction de distribution hors équilibre, Conductivité électrique, Conductivité thermique, Effets thermo-électriques, Conductivité en présence d'un champ magnétique.
- 5. Au delà de l'approximation du temps de relaxation** : variation de la fonction de distribution due aux collisions, L'équation de Boltzmann, Diffusions Loi de Wiedemann-Franz,

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc...(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Contrôle continu+Examen

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

- Physique de l'état solide ; C. Kittel ; 8 edition. Wiley-Sons Inc. 2005
- Solid State Physics, N. Ashcroft and D. Mermin, SC publishing 1976
- Solid State Physics, H, Ibach and H. Luth, Springer verlag , 4th edition, 2009

Intitulé du Master : *Physique des matériaux*

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : UEF11

Intitulé de la matière : Cristallographie et propriétés physiques des solides

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

Introduire les principes de base de la cristallographie géométrique (réseaux, opérations de symétrie, dénombrement et de la construction des groupes ponctuels et des groupes d'espace). Les trois derniers chapitres s'attachent à la description tensorielle des propriétés physiques.

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

Notions de base en physique du solide.

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel*)

Chapitre 1: L'ordre cristallin et postulats de la cristallographie

Chapitre 2: Les réseaux ponctuels

Chapitre 3: La projection stéréographique

Chapitre 4: Opérations de symétrie dans les réseaux cristallins

Chapitre 5: Dénombrement des groupes ponctuels cristallographiques

Chapitre 6: Classes, systèmes et réseaux cristallins

Chapitre 7: Groupes d'espace et utilisation des tables internationales

Chapitre 8: Anisotropie cristalline et tenseurs

Chapitre 9 : Propriété décrite par un tenseurs de rang 2

Chapitre 10: Propriété décrite par un tenseur de rang supérieur

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc...(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Contrôle continu + Examen

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

- Symétrie et propriétés physiques des cristaux, De Cécile Malgrange, Christian Ricolleau et Françoise Lefaucheux, EDP sciences, 2011.

- Cristallographie géométrique et radiocristallographie, Jean-Jacques Rousseau Alain Gibaud, Dunod, 2006.

- Propriétés physiques des cristaux : Leur représentation par des tenseurs et des matrices, John Frederick Nye , Daniel Blanc etThéophile Pujol , Dunod, 1961.

Intitulé du Master : *Physique des matériaux*

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : UEM12

Intitulé de la matière : Techniques de caractérisation des matériaux 1

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

L'objectif de ce cours est de permettre aux étudiants d'acquérir les connaissances de base nécessaires à l'application des différentes techniques de caractérisation des matériaux.

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

Des connaissances en physique du solide de L3 sont nécessaires. Notions de base sur la mécanique quantique.

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel*)

Chapitre 1: Analyse par fluorescence X

Chapitre 2: Spectrométrie d'absorption atomique

Chapitre 3: Spectrométrie de fluorescence atomique

Chapitre 4: Spectrométrie UV, Vis, IR

Chapitre 5: Spectrométrie Raman

Travaux pratiques:

1. Analyse par spectrophotométrie UV-visible

TP1 : Spectrophotométrie UV-visible : Description, acquisition des spectres en mode absorption et transmission et conditions d'utilisation : concentrations et gamme de sensibilité du détecteur.

TP2 : Analyse de quelques matériaux dans la gamme UV-visible : verre ordinaire, verre de silice, saphir, diamant, graphite et filtres de couleur.

TP3 : Analyse UV-visible de quelques matériaux semi-conducteurs dans la gamme UV-visible et détermination de la largeur de la bande interdite.

TP4 : Mesure du spectre d'absorption et calcul du coefficient d'extinction molaire de quelques éléments chimiques dans UV-visible.

TP5 : Mesure du spectre d'absorption et calcul du coefficient d'extinction molaire de quelques molécules organiques et identification des transitions électroniques.

2. Analyse par spectrophotométrie infrarouge

TP1 : Spectrophotométrie infrarouge : Description, acquisition des spectres en mode absorption et transmission.

TP2 : Analyse infrarouge de quelques molécules organiques et identification des bandes de vibration.

3. Analyse par spectroscopie Raman

TP1 : Identification de phases ou de composés chimiques

TP2 : Détermination de la structure cristalline et étude des systèmes amorphes.

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc...(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Contrôle continu+Examen

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

- Analyse chimique : Méthodes et techniques instrumentales. Francis Rouessac, Annick Rouessac, Daniel Cruché, Claire Duverger-Arfulso, Arnaud Martel. Dunod, 8e édition (2016)
- Caractérisation microstructurale des matériaux : Analyse par rayonnements X et électronique. Claude Esnouf. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR) (2011)
- Materials Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods. Yang Leng. Wiley (2009)

Intitulé du Master : *Physique des Matériaux*

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : UEM12

Intitulé de la matière : Calcul numérique

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

Apprendre à utiliser les logiciels MATLAB ET MAPLE

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

Les cours de méthodes numériques et programmation dispensé en licence

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel*)

- Utilisation et exploitation des logiciels Maple et Matlab
- Etude de quelques problèmes classiques de la physique

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc...(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Contrôle continu+Examen

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

- J.T. Lapresté, *Introduction à Matlab*, Ellipses, 2015.
- N. Puech, *Maple, règles et fonctions essentielles*, Springer, 2010.

Intitulé du Master : *Physique des Matériaux*

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : UED13

Intitulé de la matière : Interactions Rayonnement - Matière

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

Comprendre comment les différents rayonnements interagissent avec la matière, les modes d'interaction, les échanges d'énergie et les effets microscopiques et macroscopiques. Fonctionnement des détecteurs.

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

Electrostatique, Physique Atomique, notion de physique nucléaire, électricité, physique des semi-conducteurs, notions de physique statistique

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel*)

- 1. Généralités :** structure de la matière, spectres électromagnétique.
- 2. Les rayons X :** Sources naturelles, Sources artificielles.
- 3. Interaction des particules massives avec la matière :** Particules Lourdes, Légères, Neutres.
- 4. Interaction photons avec la matière :** Effet PE, Effet Compton, Effet de création de paires, effet Raman.
- 5. Transfert d'énergie des photons à la matière.**
- 6. Les détecteurs de particules.**

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc...(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Examen

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

- C. Cohen-Tannoudji, J. Dupont-Roc et G. Grynberg (1988) *Processus d'interaction entre photons et atomes*, InterEditions, Editions du CNRS

- F.A. Reuse (2007) *Electrodynamique et optique quantiques*, Presses polytechniques et universitaires romandes

- S.H. Chen et M. Kotlarchyk (2007) *Interactions of photons and neutrons with matter*, World Scientific

- *R. Loudon (1983) The quantum theory of light, Oxford Science Publications*
- *W. Heitler (1954) The quantum theory of radiation, Dover*

Intitulé du Master : *Physique des Matériaux*

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UET14

Intitulé de la matière : Mathématiques appliquées à la physique

Crédits : 2

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

Etudier les méthodes mathématiques utilisées pour résoudre les problèmes physiques.

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

Cours de méthodes numériques assurés en Licence.

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel*)

Rappels : méthodes numériques d'intégration, résolution numérique des systèmes d'équations, méthodes de résolutions numériques appliquées aux équations différentielles ordinaires.

Equations aux dérivées partielles : Définitions, classification des équations aux dérivées partielles, **Méthode des différences finies** : introduction, présentation de la méthode, extension aux géométries complexes

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc...(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Examen

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

- V. Guinot, B. Cappelaere, Méthodes numériques appliquées, Polytechnique Montpellier (2005)
- G. Dahlquist, A. Bjork, Numerical Methods in Scientific Computing, Edition Siam (2008)
- F.P. Miller, A.F. Vandome, Méthode des différences finies, Alphascript Publishing (19 décembre 2010)

Intitulé du Master : *Physique des Matériaux*

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UEF21

Intitulé de la matière : Théorie de la structure électronique

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

L'étudiant va se familiariser avec les méthodes mono-électroniques simples, puis il apprendra à manipuler les interactions fondamentales de l'hamiltonien électronique exact. C'est dans ce contexte que seront présentées les corrélations électroniques.

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

Mécanique quantique et Physique du solide

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel*)

1. Modèle des liaisons fortes (Tight Binding)

- 1.1. Généralités sur le concept des orbitales atomiques .
- 1.2 Formalisme de la Combinaison Linéaire des Orbitales Atomiques (LCAO)
- 1.3 Construction des orbitales orthogonales et non orthogonales
- 1.4 Orthogonalisation de Gram- Schmidt et de Lôwdin.
- 1.5 Spectres des énergies des liaisons fortes.

2. Théories de champ moyen et approches monoélectroniques.

- 2.1 Approximation de Born Oppenheimer.
- 2.2 Antisymétrie et principe d'exclusion
- 2.3 Approximation de Hartree
- 2.4 Théorie de Hartree-Fock

3. Introduction à la théorie de la fonctionnelle de la densité DFT.

- 3.1 Théorèmes de Hohenberg-Kohn
- 3.2 Les équations de Kohn-Sham
- 3.3 Fonctionnelles d'échange-corrélation : LDA, GGA.

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc...(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Contrôle continu + Examen

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

- Density Functional Theory, R. Dreizler and E. Gross, Springer-Verlag, 1990
- Electronic structure. Basic theory and practical methods, R. Martin, Cambridge University Press, 2004
- Computational physics, J. M. Thijssen, Cambridge University Press, 1999
- C. Kittel (1987). *Quantum Theory of Solids (Second Revised Printing ed.)*. New York: Wiley
- W.P. Harrison (1989) [1980]. *Electronic Structure and the Properties of Solids (Reprint ed.)*. Dover Publications
- Ramzi Ben Chamekh, *These de doctorat Paris VI, 2012* lien : https://tel.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/826049/filename/these_benchamekh.pdf

Intitulé du Master : *Physique des Matériaux*

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UEF21

Intitulé de la matière : Structure et Propriétés mécaniques des matériaux

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

L'enseignement de cette matière a pour objectif de présenter et de décrire les différents types de défauts présents dans les solides (ponctuels, linéaires et bi-dimensionnels). Par ailleurs cette matière permettra d'établir un lien entre les propriétés mécaniques (plasticité) des solides et les dislocations.

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

Notions de cristallographie structurale et de physique du solide.

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel*)

Chapitre I : Défauts cristallins

1. Classification des défauts
2. Défauts ponctuels thermiques
 - Concentration des défauts ponctuels
 - Défauts thermiques dans les cristaux binaires
 - Théorie cinétique de la diffusion
3. Les dislocations
 - Vecteur de Burgers
 - Contrainte de formation de dislocation dans un cristal parfait
 - Mouvement des dislocations
 - Interactions intrinsèques et extrinsèques des dislocations
4. Joints de grains

Chapitre II : Elasticité linéaire

1. Les contraintes
 - Etat mécanique local
 - Le tenseur des contraintes
 - Propriétés du tenseur des contraintes
 - Représentation des contraintes
2. Les déformations
 - Etat local de déformation
 - Les petites déformations
 - Le tenseur des déformations
 - Interprétation physique des éléments du tenseur des déformations.
3. Elasticité linéaire

- Relation contrainte-déformation : Loi de Hooke
 - *Forme tensorielle, *Forme Matricielle
- Elasticité linéaire isotrope : Equation de Lamé
- Loi de Hooke pour les solides anisotropes
 - *Symétrie transversalement isotrope, *Symétrie orthotrope

Chapitre III : La plasticité

1. Le comportement plastique
 - Le seuil de plasticité
 - Influence des déformations plastiques sur les propriétés mécaniques
 - Instabilité plastique et écoulement libre
 - Striction stable
2. La plasticité à l'échelle microscopique
 - Le glissement dans un monocristal
 - les dislocations et la déformation plastique des cristaux
 - Action d'un champ de contraintes externe sur une dislocation
 - Obstacles aux mouvements des dislocations
 - Vers une approche macroscopique de la déformation plastique

Chapitre IV : Rupture des matériaux

1. Rupture brutale et énergie de rupture
2. Rupture par fatigue
3. Fluage et rupture par fluage.

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc...(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Contrôle continu+ Examen

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

Rob Phillips, Crystals, Defects and Microstructure, Cambridge university press (2004).

Intitulé du Master : *Physique des Matériaux*

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UEF21

Intitulé de la matière : Physique des semi-conducteurs

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

Approfondir les connaissances des étudiants dans le domaine des semi-conducteurs

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

Notions de base sur les électrons dans le solide, théorie des bandes, masse effective, nature des porteurs de charges.

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel*)

Rappels sur les semi-conducteurs intrinsèques et extrinsèques : Définitions, Bande de conduction, bande de valence et bande interdite, gap direct et gap indirect, densités des électrons et de trous, niveau de Fermi, niveau de donneurs et d'accepteurs, équation de neutralité, jonction PN et transistors, **Statistiques des porteurs de charge dans les semi-conducteurs :** Distribution des états quantiques dans les bandes, distribution de Fermi-Dirac, concentrations, semi-conducteurs non dégénérés et fortement dégénérés, concentration dans les états localisés, états énergétiques d'impuretés. **Phénomènes de contact :** barrière de potentiel, densité de courant, conditions d'équilibre, concentration dans la bande de charge, contact métal-diélectrique, **Phénomènes de surface :** niveaux de surface, zone de charge d'espace, effet de champs, recombinaison au niveau de la surface, durée de vie des porteurs à la surface. **Phénomènes de transport dans les semi-conducteurs :** Coefficients cinétiques, équation cinétique et sa résolution, équilibre thermodynamique, effet Hall et conductivité électrique, **Semi-conducteurs fortement dopés :** niveaux et bandes d'impuretés, particularités, densités d'états, transitions optiques, semi-conducteurs non cristallins.

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc...(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Contrôle continu + Examen

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

- Physique des semi-conducteurs et des composants électroniques, cours et exercices corrigés. Henry Mathieu et Hervé Fanet. Dunod, Paris, 2009. ISBN 978-2-10-051643-8
- Principles of semiconductor devices. SimaDimitrijević, Griffith University, Second Edition. NewYork Oxford OxfordUniversity Press 2012. ISBN 978-0-19-538803-9

- Physics of Semiconductors. B. Sapoal and C. Hermann. Springer-Verlag 1995. ISBN 0-387-94024-3
- Semiconductor Physical Electronics. Sheng S. Li, Second Edition 2006. Springer ISBN 10: 0-387-28893-7.

Intitulé du Master : *Physique des matériaux*

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UEM22

Intitulé de la matière : Techniques de caractérisation des matériaux 2

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

Introduire la théorie de la diffraction des rayons X, les méthodes expérimentales de diffraction sur monocristal, la méthode des poudres et initier les étudiants aux méthodes de détermination de structure. Les notions théoriques seront appuyées par des travaux pratiques.

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

Notions de base en physique du solide et de cristallographie géométrique.

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel*)

Chapitre 1: Diffraction des rayons X

Chapitre 2: Méthodes de diffraction sur poudres

Chapitre 3: Principes de la détermination des structures

Travaux pratiques:

1. Effet de la tension d'accélération et du courant sur l'émission d'un tube à rayons X.
2. Filtration des rayons X par discontinuité d'absorption.
3. Diffraction électronique.
3. Analyse de phase des matériaux polycristallins.
4. Indexation d'un diagrammes de diffraction et recherche de mailles cristallines par les logiciels Dicvol 2006, Treor, Ito...etc.

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc...(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Contrôle continu+Examen

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

- Cristallographie géométrique et radiocristallographie, Jean-Jacques Rousseau, Alain Gibaud, Dunod, 2006.

- Diffraction des rayons X sur échantillons polycristallins, René Guinebretière, Hermès Sciences, 2006.

Intitulé du Master : *Physique des matériaux*

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UEM22

Intitulé de la matière : Physique numérique 1

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

Cet enseignement permettra aux étudiants de s'initier aux calculs numériques. L'initiation se fera sur des problèmes dont la physique relève du domaine de la physique classique. La modélisation vise à trouver les calculs numériques adaptés au problème (mise en équation, discrétisation, ...).

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

Mécanique classique et physique statistique

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel*)

1/ Introduction à la dynamique moléculaire classique:

2/ Modélisation de systèmes physiques : Potentiel de Lennard-Jones

3/ Intégration des équations classiques de mouvement: Algorithmes d'intégration, Verlet algorithm, steepest descent...etc

4/ Monte Carlo classique

5/ Ensembles statistiques (NVE, NVT...etc)

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc...(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Contrôle continu+Examen

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

- Computational physics, J. M. Thijssen, Cambridge University Press, 1999
- Understanding Molecular Simulation, D. Frenkel and B. Smit, Academic press 2002.
- Computational physics, K.H. Hoffmann, M. Schreiber Ed. Springer 1996.
- Numerical Recipes in Fortran, W.H. Press, S.A. Teutolsky, W.T. Weterling, B.P.

Flanner, Cambridge 1999.

Intitulé du Master : *Physique des matériaux*

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UED23

Intitulé de la matière : Matériaux émergents

Crédits : 2

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

Introduire les étudiants aux sciences nouvelles avancées scientifiques et technologiques dans le domaines des matériaux et comment ces découvertes révolutionnent notre vie quotidienne.

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

Physique du solide

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel*)

Chapitre 1 : Le Graphène - Historique, Découverte, Synthèse, Propriétés, Applications

Chapitre 2 : Matériaux électrochromes : Définition, Différents types d'électrochromisme, Propriétés optiques, Applications.

Chapitre 3 : Nanotubes de Carbone : Définition, Propriétés des NTC, Méthodes de synthèse de NTC, caractérisation des NTC, Applications

Chapitre 4 : Les Alliages à mémoire de forme : Définition, Le phénomène de mémoire de forme, Synthèse, Applications

Chapitre 5 : Les Biomatériaux : Définitions, les différentes catégories de biomatériaux, l'Osteo-integration, synthèses, propriétés, Applications

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc...(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Examen

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

- Graphene: Fundamentals and emergent applications (Anglais), Jamie H. Warner, Franziska Schaffel, Mark Rummeli, Alicja Bachmatiuk, Elsevier, 2013
- Biomatériaux osseux et prothèses articulaires, P Hardouin, Sauramps Médical, 1998
- Les alliages à mémoire de forme, Etienne Patoor, Marcel Berveiller, Ed. Hermes Science Publications

- Fibres de carbone, DUPUPET Guy, "Techniques de l'ingénieur Matériaux composites : présentation et renforts", Ed. T.I., 2008

Intitulé du Master : *Physique des Matériaux*

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UET24

Intitulé de la matière : Anglais Scientifique

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

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

Anglais de base, notions d'anglais

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel*)

Le choix du programme est laissé à l'enseignant

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc...(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Examen

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

Bibliothèque de l'université (<http://recherche.univ-bejaia.dz/>), salle des périodiques de l'université, espaces e-learning de l'université (<http://elearning.univ-bejaia.dz/>), espaces collaboratifs : plateforme de l'enseignant responsable de la matière (<http://elearning.univ-bejaia.dz/course/index.php?categoryid=13>)

Intitulé du Master : *Physique des Matériaux*

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UEF31

Intitulé de la matière : Mesure et analyse des matériaux

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

Introduire, pour l'étudiant en Master, les techniques de base pour la caractérisation des matériaux, MEB, MET, Microanalyse,....., méthode de Rietveld.

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

Notions de base en physique du solide, en sciences des matériaux, cristallographie et diffraction des rayons X.

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel*)

Chapitre 1: Microscopie électronique à transmission

Chapitre 2: Microscopie électronique à balayage

Chapitre 3: Microscopie à effet Tunnel

Chapitre 4: Microscopie à force atomique

Chapitre 5: Méthodes d'affinement des diagrammes de diffraction des rayons X

Chapitre 6: Méthode de Rietveld

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc...(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Contrôle continu + Examen

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

- Caractérisation microstructurale des matériaux, Analyse par les rayonnements X et électronique , Presse polytechniques et universitaire Romandes, 2011.

- Caractérisation expérimentale des matériaux II, Jean Luc Martin, Amand George, Presse polytechniques et universitaire Romandes, 2011.

- Microscopie électronique à balayage et microanalyses, Brisset François, EDP sciences, 2008.

- The Rietveld Method, R. A. Young, 20, Oxford sciences publication, 1998.

Intitulé du Master : *Physique des Matériaux*

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UEF31

Intitulé de la matière : Propriétés diélectriques et magnétiques des matériaux

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

Cet enseignement permettra d'introduire l'étudiant à la description des propriétés de deux grandes classes de matériaux, à savoir, les matériaux diélectriques et les matériaux magnétiques.

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

Notions d'électrostatique, électrocinétique et magnétostatique développés en L1 et en L2. Par ailleurs des notions de physique du solide sont nécessaires.

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel*)

I- Propriétés diélectriques :

Matière polarisée, mécanismes de polarisation, la ferroélectricité, la pyroélectricité, la piézo-électricité, applications pratiques.

II-Propriétés magnétiques :

Description de la matière aimantée, magnétisme des atomes et des ions, le diamagnétisme, le paramagnétisme, le ferromagnétisme, l'antiferromagnétisme, le ferrimagnétisme, le cycle d'hystérésis, applications pratiques.

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc...(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Contrôle continu+Examen

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

- M. Gerl et J.P. Issi, Traité des matériaux : 8- Physique des matériaux, Les presses polytechniques et universitaires romandes (1997).
- N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, Physique des solides.

Intitulé du Master : *Physique des Matériaux*

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UEF31

Intitulé de la matière : Propriétés optiques et thermiques des matériaux

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

Approfondir les connaissances des propriétés optiques et thermiques des matériaux

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

Notions de bases en physique du solide, structure électronique des solides, notions en thermodynamique et notion de quantification de vibrations ; phonons.

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel*)

Propriétés optiques :

Propriétés optiques fondamentales : absorption, réflexion, transmission, diffusion, indice de réfraction, équations de Maxwell, équation de propagation d'une électromagnétique dans un milieu optique, constantes optiques complexes (coefficient d'absorption, indice de réfraction, coefficient d'extinction, constantes diélectriques), flux d'une onde électromagnétique. **Propagation classique –l'oscillateur de Lorentz:** Oscillations des électrons liés, oscillations des ions, oscillations des électrons libres, contribution de l'oscillateur de Lorentz aux constantes optiques, résonances multiples, relations Kramers-Kroning, dispersion, biréfringence. **Absorption bande à bande:** électrons dans un champ électromagnétique, transitions bande à bandes dans les semi-conducteurs, taux de transition (règle d'Or de Fermi), règles de sélection, approximation dipolaire, densité d'états joints, probabilité de transition, expression exactes du coefficient d'absorption, mesures du coefficient d'absorption, photo-détecteurs. **Les excitons:** excitons libres, excitons fortement liés, énergie de liaison et rayon de l'exciton, absorption optique des excitons. **Luminescence:** coefficients d'Einstein, émission de la lumière dans les solides (semi-conducteurs à gap direct), rendement de luminescence, excitation et relaxation des porteurs (cas de faible densité, cas de fortes densités), spectroscopie de luminescence, électroluminescence, diodes émettrices de lumières (LED), diodes laser. **Propriétés optiques des hétéro-structures semi-conductrices. Propriétés optiques des matériaux moléculaires. Introduction à l'optique non linéaire**

Propriétés thermiques :

Rappels de Thermodynamique. Capacité calorifique : Description de la propriété, Théorie, Détermination expérimentale. **Dilatation thermique** : Description de la propriété, Théorie, Détermination expérimentale. **Conductivité thermique** : Description de la propriété, Théorie, Détermination expérimentale.

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc...(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Contrôle continu+ Examen

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

- *Optical properties of solids, Auteur: Mark Fox, édité par Oxford universitypress (2001)*
- *quantum optics, Auteur: Mark Fox, édité par OXFORD universitypress, (2006)*
- *SOLID STATE PHYSICS PART I: Optical Properties of Solids, M. S. Dresselhaus*
- *Physique des solides. Neil W. Ashcroft et N. David Marmin. EDP Science 2002.*
- *Properties of Materials: Anisotropy, Symmetry, Structure. ROBERT E. NEWNHAM. OXFORD UNIVERSITY PRESS. 2005*

Intitulé du Master : *Physique des matériaux*
Semestre : 3
Intitulé de l'UE : UEM32
Intitulé de la matière : Synthèse des Matériaux
Crédits : 4
Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

Cet enseignement a pour objectif d'initier l'étudiant à certaines techniques de croissance et de synthèse de quelques grandes classes de matériaux.

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

- *Notions de cristallographie*

- *Notions de thermodynamique des transformations de phases*

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel*)

Cours :

Chap1 : Synthèse des monocristaux : processus de cristallisation, croissance en solution, croissance par fusion, croissance en phase vapeur, ...

Chap2 : Synthèse des poudres : chimie douce, sol-gel, mise en forme, compactage, frittage,

Chap3 : Synthèse des verres : sol-gel, formation des verres par fusion,

Chap4 : Synthèse des céramiques : massifs, films, dépôt électrophorétique,

Travaux Pratiques :

TP1 : Synthèse des poudres de ZnO par chimie douce.

TP2 : Synthèse du verre de silice par la méthode sol-gel.

TP3 : synthèse de films composites à matrice polystyrène.

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc...(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Contrôle continu + examen

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

J. J Gilman, The art and science of growing crystals. John Wiley, New York (1963).

Intitulé du Master : *Physique des matériaux*

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UEM32

Intitulé de la matière : Physique numérique 2

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

A l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera capable d'approcher par des calculs numériques un problème simple en physique à travers trois étapes importantes : une modélisation efficace pour ne garder que les paramètres pertinents, les calculs numériques adaptés au problème (mise en équation, discrétisation,), et enfin la comparaison des résultats obtenus avec l'expérience et/ou obtenus par d'autres méthodes.

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

Mécanique classique et physique statistique

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel*)

- 1/ Résolution numérique de l'équation de Schrodinger : cas simple de l'oscillateur harmonique
- 2/ Équation de Schrodinger: Potentiel central (résolution numérique de l'atome d'hydrogène)
- 3/ Méthodes variationnelles: ondes planes, fonctions nonorthogonales (STO, GTO).
- 4/ Méthode des liaisons fortes et orbitales atomiques.
- 5/ Champ auto cohérent : approximation de Hartree Et de Hartree-Fock.
- 6/ Introduction a la DFT

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc...(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Contrôle continu+Examen

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

- Computational physics, J. M. Thijssen, Cambridge University Press, 1999
- Electronic structure. Basic theory and practical methods, R. Martin, Cambridge University Press, 2004
- Computational physics, K.H. Hoffmann, M. Schreiber Ed. Springer 1996.
- Numerical Recipes in Fortran, W.H. Press, S.A. Teutolsky, W.T. Weterling, B.P. Flanner, Cambridge 1999.

Intitulé du Master : *Physique des Matériaux*

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UED33

Intitulé de la matière : Introduction aux nanomatériaux

Crédits : 2

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

L'objectif de ce cours est de donner à l'étudiant la chance de découvrir le monde des nanomatériaux et leurs applications. Ces nano-objets possèdent de nouvelles propriétés physiques, notamment optiques et électroniques, différentes de celles de la matière à l'état massif et ils ont plusieurs applications technologiques dans divers domaines.

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

Ce cours nécessite de bonnes connaissances des propriétés physiques des matériaux à l'état massif en particulier les propriétés électroniques et optiques.

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel*)

Classification des nanomatériaux : Définitions, points quantiques, nano-fils et nano-films, nanostructures.

Propriétés physiques des nanomatériaux : Introduction : effet d'atome de surface. Propriétés structurales : caractéristiques géométriques des nanomatériaux. Propriétés électroniques : Densité d'états et structure électronique, confinement quantique de taille. Propriétés optiques : phénomènes d'absorption et émission dans les nanoparticules de semi-conducteurs et de métaux nobles. Propriétés électriques : Conduction électrique.

Méthodes de synthèse des nanomatériaux :

Méthodes physiques en phase gazeuse, méthodes chimiques en phase liquide, assemblage d'agrégats métallique, techniques de dépôt d'agrégats et colloïdes, mécanismes de formation de nanomatériaux.

Nanomatériaux et applications : Optoélectronique : laser à semi-conducteur, cristaux photoniques, conversion de l'énergie solaire. Biologie : couplage de nanoparticules et de biomolécules, nanostructures luminescentes à base de semi-conducteurs et de métaux.

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc...(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Examen

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

- Les nanosciences 2 Nanomatériaux et nanochimie. Lahmani Marcel, Bréchnignac Catherine et Houdy Philippe. Editeur: Editions Belin (2006).
- Introduction to Nanoscience. S.M. LINDSAY. Oxford University press (2010).
- Size Effects in Metals Semiconductors and Inorganic Compounds. By Grégory Guisbiers and Dibyen du Ganguli. Trans Tech Publications Ltd (2010).

Intitulé du Master : *Physique des Matériaux*

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UET34

Intitulé de la matière : Introduction à la communication scientifique

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

S'initier à la rédaction de communications scientifiques.

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

Maitrise de l'anglais.

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel*)

Le choix du programme est laissé à l'enseignant

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc...(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)*

Examen

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

Bibliothèque de l'université (<http://recherche.univ-bejaia.dz/>), salle des périodiques de l'université, espaces e-learning de l'université (<http://elearning.univ-bejaia.dz/>), espaces collaboratifs : plateforme de l'enseignant responsable de la matière (<http://elearning.univ-bejaia.dz/course/index.php?categoryid=13>)

