

# RESEAU DES DOYENS DES FACULTES DES SCIENCES

---

**Filière Licence d'Etudes Fondamentales  
Sciences de la Matière Physique  
SMP 2014**

**Adoptée par le réseau des doyens des Facultés des Sciences  
à Marrakech, le 16 novembre 2013**

**Décembre 2013**

## Maquette de la FILIERE SMP

<b>S1 SMPC</b>	<b>M1</b> Mécanique du point	<b>M2</b> Thermodynamique 1	<b>M3</b> Atomistique	<b>M4</b> Thermochimie	<b>M5</b> Analyse 1	<b>M6</b> Algèbre 1	<b>M7</b> LT I
<b>S2 SMPC</b>	<b>M8</b> Electrostatique et Electrocinétique	<b>M9</b> Optique géométrique	<b>M10</b> Liaisons chimiques	<b>M11</b> Chimie des solutions	<b>M12</b> Analyse 2	<b>M13</b> Algèbre 2	<b>M14</b> LT II
<b>S3 SMP</b>	<b>M15</b> Mécanique du solide	<b>M16</b> Thermodynamique 2	<b>M17</b> Electromagnétisme dans le vide	<b>M18</b> Chimie organique générale	<b>M19</b> Analyse 3	<b>M20</b> Analyse numérique et algorithmique	
<b>S4 SMP</b>	<b>M21</b> Electronique de base	<b>M22</b> Optique physique	<b>M23</b> Electricité 3	<b>M24</b> Mécanique quantique	<b>M25</b> Cristallographie géométrique et cristalochimie	<b>M26</b> Informatique	
<b>S5 SMP</b>	<b>M27</b> Electronique analogique	<b>M28</b> Mécanique analytique et vibrations	<b>M29</b> Physique nucléaire	<b>M30</b> Physique des matériaux	<b>M31</b> Physique quantique	<b>M32</b> Physique statistique	
<b>S6 SMP</b>	<b>M33</b> Module optionnel	<b>M34</b> Module optionnel	<b>M35</b> Module optionnel	<b>M36</b> Module optionnel	<b>M37</b> Projet tutoré	<b>M38</b> Projet tutoré	

## MODULES DE PHYSIQUE : S1

### Module 1 : Mécanique du point (Cours : 21H, TD :21H)

- Rappels mathématiques (Opérations sur les vecteurs, Opérateurs différentiels.)
- Systèmes de coordonnées (Cartésiennes, cylindriques et sphériques)
- Cinématique du point matériel sans et avec changement de référentiel.
- Dynamique du point matériel.
- Travail, énergie, théorème de l'énergie cinétique.
- Les forces centrales : application à la mécanique céleste.
- Système de deux particules, les chocs.
- Les oscillateurs harmoniques.

### Module 2 : Thermodynamique 1 (Cours : 21H, TD :21H)

- Outils mathématiques pour la thermodynamique.
- Définitions et concepts de bases (travail et chaleurs, thermométrie et calorimétrie, changements d'état).
- 1er principe et applications.
- 2ème principe et applications.
- Introduction aux cycles thermodynamiques et machines thermiques.
- Potentiels thermodynamiques.

### Module 3 : Atomistique (Cours : 21H, TD :21H)

- **Structure des atomes**
  - Structures, numéro atomique, nombre de masse, isotope, masse atomique.
- **Modèle classique :**
  - Modèle de Rutherford - Modèle de Bohr – Spectre atomique d'émission.
- **Modèle quantique :**
  - Equation de Schrödinger(Résolution) : nombres quantiques, Configuration électronique d'un atome : Principe de Pauli, Règles de Klechkowski et de Hund.
- **Tableau périodique des éléments chimiques :** classification, périodes, groupes et familles, énergie d'ionisation, affinité électronique, électronégativité.
- **Constituants du noyau et radioactivité**
  - Radioactivité naturelle
  - Radioactivité artificielle
  - Applications

### Module 4: Thermochimie (Cours : 21H, TD :21H)

- **Définitions préliminaires :** Description d'un système, Etat d'équilibre thermodynamique, Echange d'un système avec l'environnement, Echange thermique, Echange mécanique.
- **1<sup>er</sup> Principe de la thermodynamique :** Enoncé du principe, Application aux transformations thermomécaniques.
- **Applications du 1<sup>er</sup> Principe :** Système de constitution constante, Transformations physico-chimiques isothermes, Réactions chimiques non isothermes.
- **2<sup>ème</sup> Principe de la Thermodynamique :** Fonction enthalpie et le 2<sup>ème</sup> Principe, Entropie, Energie libre, Enthalpie libre.
  - Équilibres chimiques.
  - Équilibres de phases.

## **Module 5 : Analyse 1 (Cours : 21H, TD :21H)**

### **1- Suites réelles**

Convergence, limites, suites arithmétiques, suites géométriques, suites monotones, suites adjacentes, opérations sur les suites.

### **2- Fonctions numériques d'une variable réelle**

Calcul des limites, continuité, théorème des valeurs intermédiaires.

### **3- Fonctions dérivables**

Dérivée première, dérivées successives, sens de variation, Théorème de Rolle et théorème des accroissements finis

### **4- Fonctions convexes**

Définition, fonction convexes dérivables, inégalité de convexité

### **5- Fonctions monotones**

Définition, fonction réciproque, fonction réciproques des fonctions circulaires et des fonctions hyperboliques

### **6- Fonctions équivalentes et développements limités**

Formule de Taylor, polynômes d'interpolation et calcul approché

### **7- Courbes paramétré planes**

Définition, tangentes, points réguliers, points stationnaires, branches infinies, représentation en coordonnées polaires, exemples de courbes polaires.

## **Module 6 : Algèbre 1 (Cours : 21H, TD :21H)**

- **Espace vectoriel euclidien**

- Famille libre, famille génératrice, base canonique, base orthonormée, changement de base, formes linéaires, automorphismes orthogonaux, symétries orthogonales

- **Espace affine de dimension finie**

- Repères, sous espaces affines, intersection de sous espaces affines, barycentres

- **Géométrie dans le plan  $\mathbb{R}^2$**

- Coordonnées cartésiennes, coordonnées polaires, équation d'une droite, équation d'un cercle, équation d'une ellipse

- **Géométrie dans l'espace  $\mathbb{R}^3$**

- Coordonnées cartésiennes, coordonnées cylindriques, coordonnées sphériques, équation d'une droite, équation d'un plan, équation d'une sphère

- **Applications affines dans le plan  $\mathbb{R}^2$  et dans l'espace  $\mathbb{R}^3$**

- Composition, isométrie, translations, homothéties, projections, symétries

- **Le corps  $\mathbb{C}$  des nombres complexes**

- Opérations arithmétiques, conjugaison et module, exponentielle complexe, racine nième de l'unité, similitudes complexes

- **Fonctions polynomiales**

- Racines, dérivation, factorisation, formule de Taylor pour les polynômes, polynômes irréductibles dans  $\mathbb{R}$  et  $\mathbb{C}$ ,

- **Fractions rationnelles dans  $\mathbb{R}$  et  $\mathbb{C}$**

- Pôles et zéros, décomposition en éléments simples

<b>M7: Langue et Terminologie I</b>
Contenu en phase d'élaboration par la sous commission langue de la commission MT issue de la CPU.

## **MODULES DE PHYSIQUE : S2**

### **Module 8 : Electrostatique et Electrocinétique (Cours : 21H, TD :21H)**

- **Partie 1 : Electrostatique**

- Chapitre I: Charges électriques -loi de Coulomb
- Chapitre II : Champ électrostatique - potentiel électrostatique
- Théorème de Gauss - Conducteurs électriques en équilibre – Phénomène d'influence- Etude des condensateurs - Energie électrostatique- Energie d'un conducteur- Energie de systèmes de conducteurs - Energie des condensateurs

- **Partie 2: Electrocinétique**

- Chapitre I: Courant électrique - densité de courant - conductivité, mobilité et résistivité d'un conducteur - loi d'Ohm microscopique - résistance électrique -Loi d'ohm - générateurs et récepteurs
- Chapitre II: - Etude des réseaux électriques : loi de Pouillet - Lois de Kirchhoff- théorème de Thévenin - théorème de Norton - théorème de superposition - Transformation étoile triangle.

### **Module 9 : Optique géométrique (Cours : 21H, TD :21H)**

Notions fondamentales de l'optique géométrique (postulats, indice d'un milieu, rayon lumineux, espace objet, espace image, principe de Fermat, lois de Snell-Descartes, stigmatisme, approximation de Gauss).

- Miroirs et Dioptrés (plans et sphériques, prisme).
- Fibres optiques.
- Systèmes centrés (éléments cardinaux, lentilles, ...).
- Associations des systèmes centrés.
- Etudes de quelques instruments d'optique (lunette astronomique, télescope, loupe, microscope...).

**Module 10 : Liaisons chimiques (Cours : 21H, TD :21H)****I- Liaison covalente**

Lewis et règle de l'octet

**II- Théorie des orbitales moléculaires (Approximation LCAO)**

- i. Molécule diatomique mono électronique  $H_2^+$
- ii. Molécule diatomique di électronique  $H_2$
- iii. Molécule diatomique poly électronique de type  $A_2$  (avec et sans interaction s-p)
- iv. Molécule diatomique poly électronique de type AB
- v. Molécule poly atomique  $AX_n$ 
  - Théorie de l'hybridation
  - Hybridations  $sp$   $sp^2$  et  $sp^3$
  - Théorie de la répulsion des paires électroniques des couches de valence (V.S.E.P.R.)
  - Règle de GILLESPIE
  - Autres types d'hybridation

**III- Liaison ionique**

- i. Rayon ionique (méthode de Pauling)
- ii. Théorie de la liaison ionique
- iii. Energie de la liaison ionique
- iv. Energie réticulaire d'un cristal ionique
- v. Détermination expérimentale de l'énergie réticulaire par le cycle de BORN-HABER (Cycle thermochimique)

**IV- Liaison métallique**

- i. les structures métalliques
- ii. le modèle des charges positives dans un nuage d'électron

**V- Liaisons intermoléculaires (liaisons physiques)**

- i. Liaisons de Van Der Waals
  - Force d'orientation (Keesom)
  - Force d'induction (Debye)
  - Force de dispersion (London)
- ii. Liaison hydrogène

## **Module 11 : Chimie des solutions (Cours : 21H, TD :21H)**

### **I - LES REACTIONS ACIDO-BASIQUES**

- Equilibres acido-basiques en milieu aqueux :  
Couples *acide-base* :- Acides et bases selon Bronsted - Effet nivelant ou différenciant d'un solvant
- Relations quantitatives :  
*pH d'une solution aqueuse d'un acide (base) fort(e)*- *pH d'une solution aqueuse d'un acide (base) faible*- *pH d'une solution aqueuse d'un sel*- *pH d'une solution d'ampholyte*- *pH d'une solution tampon*- *pH d'un mélange de deux acides*
- Titrage acido-basique

### **II- LES REACTIONS DE COMPLEXATION**

- Généralités et définitions :- *Complexe*- *Constante de Stabilité ou de formation*- *Constante de dissociation*
- Complexes Successifs : - *Constantes de dissociation partielles et globales*- *Constantes de formation conditionnelles ou apparente*
- Domaine de prédominance
- Prévion Qualitative des réactions - *Cas d'un seul atome central (1 cation) et plusieurs ligands*- *Cas d'un ligand et de deux cations*

### **III- LES REACTIONS DE PRECIPITATION**

- Définition- Exemples de calcul de  $K_s$  et de  $S$ .
- Précipitation - *Conditions thermodynamiques de précipitation* - *Composition d'une solution après précipitation* - *Effet de l'ion Commun*- *Effet d'un agent complexant*- *Effet du pH*

### **IV- LES REACTIONS D'OXYDO-REDUCTION**

- Généralités - Définitions
- Réactions électrochimiques
- Conditions standard- Potentiel zéro
- Les piles électrochimiques : *Pile Daniell*- *Polarité des électrodes*- *Loi de faraday* - *Électrolyse*
- Prévion des Réactions d'Oxydoréduction
  - *Prévion quantitative : Relation entre la force électromotrice et la constante d'équilibre*
  - *Prévion qualitative : Règle  $\Delta G$*
- Potentiel apparent: *Potentiel d'oxydoréduction et pH*- *Potentiel d'oxydoréduction et réaction de précipitation*- *Potentiel d'oxydoréduction et réaction de complexassions*.

**Module 12: Analyse2 (Cours : 21H, TD :21H)****1- Les séries**

Séries numériques, séries entières, série trigonométriques et série de Fourier, critères de convergence, rayon de convergence.

**2- Calcul intégral**

Notion d'intégrale, calcul des primitives, intégration par partie, intégration par changement de variables, intégration des fractions rationnelles, intégral dépendant d'un paramètre.

**5- Intégrale généralisée**

Intégrale généralisée, critères de convergence.

**3- Equations différentielles**

Equations différentielles linéaire du 1<sup>er</sup> ordre, équations différentielles du 2<sup>ème</sup> ordre

**4- Elément de calcul différentiel**

Fonctions à plusieurs variables, dérivées partielles du 1<sup>er</sup> ordre, dérivées partielles d'ordre supérieur, fonction de classe  $C^1$ , extremum, plan tangent à une surface dans  $\mathbb{R}^3$

**5- Intégrales doubles**

Intégrale double d'une fonction continue bornée, propriétés de l'intégrale double, formules de Fubini, changement de variables, extension aux intégrales triples.

**6- Suites et séries de fonctions**

Suites de fonctions, série de fonctions, critères de convergence, série entières, rayon de convergence, dérivation, intégration, fonctions analytiques.

**Module 13 : Algèbre 2 (Cours : 21H, TD :21H)****1- Espaces vectoriels**

Famille libre, famille génératrice, rang d'une famille de vecteurs, sous espaces engendrés, somme de deux sous espaces, intersection de deux sous espaces,

**2- Applications linéaires et endomorphismes**

Applications linéaires, noyau d'une application linéaire, rang d'une application linéaire, isomorphismes, formes linéaires et hyperplans, homothéties vectorielle, projections vectorielle, symétries vectorielle.

**3- Calcul matriciel**

Matrice d'une application linéaire, somme, produit, transposition, rang d'une matrice, matrices inversibles

**4- Déterminants**

Déterminant d'une base, déterminant d'un endomorphisme, formules de Cramer,

**5- Changement de base**

Matrice de passage

**6- Diagonalisation et trigonalisation**

Polynôme caractéristique, valeurs propres et vecteurs propres, diagonalisation et trigonalisation

**7- Application aux systèmes linéaires****M14: Langue et Terminologie I**

Contenu en phase d'élaboration par la sous commission langue de la commission MT issue de la CPU.



## **MODULES DE PHYSIQUE : S3**

### **Module 15: Mécanique du solide (SMP/SMA/SMI) (Cours:18, TD:18; TP: 10)**

- Champs de vecteurs et torseurs
- Cinématique du solide
- Cinétique du solide
- Liaison mécanique
- Dynamique du solide
- Théorèmes généraux
- Travaux pratiques

### **Module 16 : Thermodynamique 2 (Cours: 18, TD:18; TP: 10)**

- Chapitre1: Principes de la thermodynamique,
- Chapitre 2: Système ouvert : Etude des Machines thermiques motrices et réceptrices (cycles théoriques : Carnot, Otto, Diesel, et Stirling, cycle frigorifique et Pompe à chaleur).
- Chapitre 3: Fonctions thermodynamique, (Énergie libre, Enthalpie libre), Relations de Maxwell, Applications aux systèmes bivariants.
- Chapitre 4: Changements d'états de première espèce, Isotherme d'Andrews, Equation du Viriel et de Van der Waals (relation de Clapeyron, formule du Dupré), Transition de phase de deuxième espèce, Relations d'Ehrenfest.
- Chapitre 5 : Théorie cinétique des gaz.

### **Module 17 : Electromagnétisme dans le vide (Cours: 18, TD:18; TP: 10)**

- **Magnétostatique** : Champ d'induction, Propriétés de l'induction magnétique, Loi de Laplace, Théorème d'Ampère, potentiel vecteur, loi de Biot et Savard, application (étude des symétries et calcul de l'induction magnétique, Effet Hall).
- **Courant alternatif** : comportant des composants résistifs, capacitifs et inductifs-énergie des circuits.
- **Equations de Maxwell dans le vide** : Induction magnétique, potentiels scalaire et vectoriel « en jauge de Lorentz ».
- **Ondes électromagnétiques dans le vide**  
Equations locales, Intégrales et relations de passage, énergie magnétique

### **Module 18 : Chimie organique générale (Cours : 21H, TD :21H)**

- Eléments de nomenclature : nomenclature des hydrocarbures, nomenclature des composés fonctionnels.
- Isomérie constitutionnelle
- Stéréo-isomérie :
  - Représentations conventionnelles ;
  - Stéréo-isomérie conformationnelle : *chaîne ouverte, conformations des cycles*
  - Stéréo-isomérie configurationnelle : *chiralité, énantiomérie ; diastéréoisomérie*
  - *classification séquentielle de Cahn Ingold Prelog. Configurations absolues et configurations relatives.*
- Effets électroniques:
  - Effet inductif
  - Effet Mésonère - résonance
  - Aromaticité
- Généralités sur la réaction :
  - Les intermédiaires réactionnels: carbocations, carbanions, radicaux
  - Nucléophilie et électrophilie .

**Module 19 : Analyse 3 ( SMP) (Cours 21; TD 21)**

- 1-Fonctions holomorphes
  - Fonction complexes,
  - Fonctions holomorphes,
  - Condition de Cauchy-Riemann,
  - Intégrale de Cauchy, Formule de Cauchy,
  - Théorème des résidus,
  - Etude et représentation d'exemples de fonctions holomorphes.
- 2- Calcul vectoriel et intégral
- 3-Transformée de Fourier et Transformée de Laplace
- 4- Produit de convolution et distribution de Dirac
- 5- Equations différentielles particulières
  - Equation de la chaleur
  - Equation des ondes

**Module 20: Analyse Numérique & Algorithmique (Cours : 21h TD/TP : 24h)****I. Analyse Numérique**

- 1 Calculs numériques approchés.
- 2 Systèmes linéaires.
- 3 Zéros de fonctions non-linéaires.
- 4 Approximation polynômiale.
- 5 Intégration numérique.
- 6 Equations différentielles.

**II. Algorithmique**

Introduction à l'algorithmique

- 1. Les Variables :
  - A quoi servent les variables ?
  - Déclaration des variables
  - L'instruction d'affectation
  - Expressions et opérateurs
- 2. Lecture et Ecriture
- 3. Les Tests
- 4. Les Boucles
- 5. Les Tableaux
- 6. Fonctions Prédéfinies
- 7. Fichiers
- 8. Procédures et Fonctions
- 9. Notions Complémentaires :
  - Programmation structurée
  - Interprétation et compilation
  - La programmation récursive.

## MODULES DE PHYSIQUE : S4

### **Module 21: Electronique de Base (Cours: 18, TD:18; TP: 10)**

- Eléments de physique des semi- conducteurs
- Diodes et applications
- Caractéristiques, linéarisation et schémas équivalents
- Analyse de circuits à diodes
- Diodes spéciales
- Applications : limiteur, redresseur, élévateur de tension, stabilisation
- Les transistors bipolaires et les transistors à effet de champ en régime statique et dynamique.
  - Structure et fonctionnement
  - Caractéristiques
- Filtre passifs : diagramme de Bode de différents filtres
- Circuits de polarisation
- **Travaux pratiques**

### **Module 22: Optique physique (Cours: 18, TD:18; TP: 10)**

- Chapitre1:Généralités sur les ondes électromagnétiques (surface d'onde, longueur d'onde, onde progressive plane monochromatique,).
- Chapitre 2: Interférences de deux ondes lumineuses (conditions d'interférences lumineuses, intensité résultante, interférences par division du front d'onde (trous d'Young, miroirs de Fresnel, bi-prisme de Fresnel, bi-lentilles de Billet), interférences par division d'amplitude (lame à faces parallèles, lame coin, dispositif de Newton)).
- Chapitre 3: Systèmes interférentiels (interféromètre de Michelson, interféromètre Pérot Fabry...).
- Chapitre 4:Diffraction par des fentes (principe de Huygens-Fresnel, diffraction par une ouverture rectangulaire, diffraction par une et deux fentes, diffraction par des réseaux en transmission et en réflexion.)
- Chapitre 5: Polarisation de la lumière: les différents états de polarisation, les lames biréfringences, les lames quart d'onde et demi onde, effet d'une lame biréfringente sur une lumière polarisée.
- **Travaux pratiques**

### **Module 23: Electricité 3 ( Cours:18; TD:18; TP:10)**

- Etudes des milieux :
  - Milieux diélectriques,
  - Milieux magnétiques
- Propagation des ondes électromagnétiques dans les milieux non magnétiques
- Energie électromagnétique :
  - Puissance fournie aux charges par le champ électromagnétique,
  - Loi de conservation de l'énergie,
  - Exemples, Energie d'un système de courants
- Ondes guidées :
  - Ondes électromagnétiques au voisinage d'un conducteur,
  - Réflexion métallique d'une onde électromagnétique,
  - Propagation guidée dans le câble coaxial et entre plans conducteurs, Guide d'onde
- **Travaux pratiques**

**Module 24: Mécanique quantique 1 (Cours: 21; TD/TP:25)**

- Introduction :
  - Dualité Ondes corpuscules ; Corps noir ; Effets photoélectrique et Compton ; Principe d'indétermination d'Heisenberg ; Grandeur de mesure en mécanique quantique
- Puits de potentiels et systèmes quantiques :
  - -Equation de Schrödinger ; Barrière de Potentiel ; Puits de Potentiel ;
- Outils mathématiques :
  - -Espace des fonctions d'ondes d'une particule ; Espace des états. Notations de Dirac ; Représentation dans l'espace des états ; Equation aux valeurs propres, observables ; Ensemble Complet d'Observables Commutables
- Les postulats de la mécanique quantique :
  - Introduction ; Enoncé des postulats ; Interprétation physique des postulats sur les observables et leur mesure ; Principe de superposition et prévisions physiques ; Oscillateur harmonique quantique à une dimension

**Module 25 : Cristallographie et cristallographie (Cours : 18H, TD : 18H, TP : 12H)****I- Cristallographie géométrique**

- Notions de mailles
- Rangées, plans, Indices de Miller
- Réseaux de Bravais
- réseau réciproque
- symétries d'orientation et de position
- les 32 classes cristallines et les groupes espaces
- Introduction à la diffraction X (loi de Bragg).

**II- Cristallographie I**

- Empilements
- Empilements compacts (cubique faces centrées, hexagonal compact)
- Empilements semi-compacts
- Structures ioniques
- Structures ioniques de type MX(CsCl, NaCl,.)
- Structures de type MX<sub>2</sub> : fluorine CaF<sub>2</sub> et antifluorine, rutile TiO<sub>2</sub>...
- structure en couche : type CdCl<sub>2</sub>, CdI<sub>2</sub>.

**Travaux pratiques :**

- Structure des cristaux covalents
- La symétrie cristalline (quatorze réseaux de Bravais)
- Modèles métalliques
- Modèles ioniques

**Module 26: Informatique (Cours 18, TD 9, TP 15h)****Programmation C++**

- Introduction
  - L'environnement de programmation "code blocks"
  - Structure d'un programme C++
  - L'affichage.
  - Lire le clavier et afficher à l'écran.
  - Déclaration et affectation des objets
  - Les instructions de base
  - Les fichiers
  - Les tableaux
  - Les fonctions
  - Paramètres des fonctions par référence
  - La surcharge des fonctions.
  - Les pointeurs
  - Création d'une classe Graphisme
  - Ecrire des données en binaires sur un fichier
- TD : Résolution numérique de problèmes simples mathématiques et physiques et leur implémentation en C++
- TP : Saisie, compilation & exécution des programmes C++, sur des exemples physiques

## **MODULES DE PHYSIQUE : S5**

### **Module 27 : Electronique Analogique : Cours 18H, 18H TD et 12H TP**

- Rappel sur les transistors en régime dynamique : schéma équivalents en basse et hautes fréquences
- Amplificateurs de base à transistors bipolaires et à transistors à effet de champ
- La contre réaction
- Amplificateur différentiel
- Amplificateur opérationnel et ses applications
- Les multivibrateurs

### **Module 28 : Mécanique Analytique et vibrations : Cours 24H, TD 18H et 8H de TP**

#### **Partie 1 : Mécanique Analytique (Cours 12h, TD 9h)**

- Fondements de la mécanique rationnelle
- Principe des puissances virtuelles
- Formulation Lagrangienne
- Principe de Hamilton

#### **Partie 2 : Vibrations (Cours 12h, TD 9h)**

- Oscillateur Harmonique libre, amorti, entrete nu à un degré de liberté
- Réponse à une excitation harmonique
- Oscillateurs libres, Couplage, Réponses à une excitation
- Phénomène de battements, Phénomène de résonance
- Propagation des ondes

### **Module 29 : Physique Nucléaire: Cours 18H, TD 18H et 12H TP**

- Introduction à la relativité restreinte
- Structure du noyau
- Radioactivité et applications,
- Interaction rayonnement-matière
- Réactions Nucléaires et Applications

### **Module 30 : Physique des Matériaux: Cours 18H, TD 18H et 8H de TP**

- Introduction à la physique des matériaux : Compléments de cristallographie, Réseau réciproque, diffraction X, Classification des matériaux
- Propriétés physiques des matériaux : propriétés électroniques, théorie des bandes, distribution des électrons dans les métaux, isolants et semi-conducteurs, conductivité électrique, propriétés thermiques, vibration du réseau (phonons), conductivité thermique, chaleur spécifique, propriétés électriques, ferroélectricité, piézoélectricité, diélectrique, Propriétés magnétiques, diamagnétisme, paramagnétisme, ferromagnétisme. Supraconducteurs.

### **Module 31 : Physique Quantique : Cours 24H, TD 24H**

- Rappels et compléments
- L'oscillateur harmonique
- Le moment cinétique en mécanique quantique
- Composition de moments cinétiques
- Particules dans un potentiel central
- Méthode des perturbations stationnaires

### **Module 32 : Physique Statistique : Cours 24H, TD 24H**

- Notions fondamentales de probabilités et statistiques
- Description statistique des systèmes de particules
- Entropie statistique
- Distribution de Boltzmann-Gibbs

- Applications à la thermodynamique.