**III - Programme détaillé par matière**

(1 fiche détaillée par matière)

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 1***

**Intitulé de l’UE : *Fondamentale***

**Intitulé de la matière :** Chimie de coordination

Crédits : 4

Coefficients :2

**Objectifs de l’enseignement :**

Comprendre l’interaction métal-ligand, les principales réactions en chimie de coordination et organométallique.

Acquérir des connaissances de base sur le phénomène de la catalyse à l’aide de complexes organométalliques.

**Connaissances préalables recommandées :**

Notion de base sur :

-les éléments de transition.

-les complexes de coordination (type de ligand, nomenclature, degré d’oxydation et nombre d’électrons de valence).

- les diagrammes d’énergies des orbitales moléculaires.

- Symétrie moléculaire

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

Quelques rappels sur les complexes de coordination, ligands, denticité et hapticité des ligands, calcul du degrés d’oxydation, nombre d’électrons de valence, nombre d’électrons non-liants.

-Liaison Métal-Ligand (Théorie des orbitales moléculaires des complexes des métaux de transition) :Symétrie des orbitales métalliques dans un complexe Octaédrique,Combinaisons linéaires de symétrie adaptée avec les Orbitales sigma et pi des ligands ; Diagramme d’énergie d’un complexe Oh avec un ligand sigma-donneur, sigma-donneur pi-accepteur, sigma-donneur pi-donneur.

-Principales familles des complexes organométalliques : les métaux-carbonyles (synthèse, propriétés, réactions, mode de liaison, ligands isoélectronique, autres ligands L) ; les métaux hydrures (synthèse, décomposition, propriétés, hydrures et complexes de dihydrogène)

- Réaction de formation des complexes de coordination (addition simple, substitution, oxydo-réduction, addition oxydante, élimination réductrice, dissociation thermique)

-Catalyse : description et propriétés des catalyseurs, efficacité catalytique, étapes catalytique ; Exemples de cycles catalytique : hydrogénation des alcènes, hydroformylation des alcènes, hydrocyanation des alcènes, dimérisation et oligomérisation des alcènes.

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

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

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 1***

***Unité d’Enseignement : Fondamentale***

**Intitulé de la matière : *Cristallographie géométrique***

Crédits : 5

Coefficients :3

**Objectifs de l’enseignement**

La formation abordera les principes de base de la cristallographie et des structurales du milieu cristallin concernant notamment la périodicité et la symétrie, puis aborder les phénomènes de diffusion/diffraction qui sont à l'origine de méthodes de caractérisation les plus générales

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.*

chimie générale, Cristallographie, Chimie inorganique

* Atomistique – architecture de la matière

**Contenu de la matière :**

CHAPITRE 1: LOIS REGISSANT LA GEOMETRIE DES MILIEUX CRISTALLINS

1. Historique
2. Les deux lois de la cristallographie géométrique
3. Caractère fondamental du milieu cristallin
4. Notion du réseau cristallin
5. Notion de symétrie d’orientation dans les réseaux et dans les cristaux
6. Notion de la symétrie de position dans un cristal

CHAPITRE 2 : RESEAU CRISTALLINS ET SYMETRIE D’ORIENTATION DANS LES CRISTAUX.

1. Définition utiles dans le réseau cristallin
2. Représentation des opérateurs et des éléments de symétrie d’orientation
3. Propriétés des réseaux cristallins
4. Recherche des sept groupes ponctuels holoèdres
5. Les sept géométries de mailles
6. Les 14 réseaux de Bravais
7. Les 32 groupes ponctuels décrivant les symétries d’orientation des cristaux
8. Les sept systèmes cristallins

CHAPITRE 3 : STRUCTURES CRISTALLINES ET SYMETRIE DE POSITION DANS LES CRISTAUX

1. Les deux règles générales relatives aux structures cristallines
2. Les opérateurs de symétrie de position dans les cristaux
3. Les 230 groupes d’espace
4. Nouvelle notation de certains groupes d’espace
5. Projection de maille
6. Principe de base de l’utilisation des tables internationales de cristallographie

**Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés

**Ouvrages de référence :**

1. Cristallographie géométrique et radiocristallographie. Jean-jacques Rousseau, Alain Gibaud 3ème édition.
2. Principes de cristallographie. E. Flint 3ème édition
3. [Cristallographie géométrique Millot Nadine, Nièpce Jean-Claude](http://www.lavoisier.fr/livre/materiaux/cristallographie-geometrique/millot/descriptif-9782743014612).

* L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 1***

***Unité d’Enseignement : Fondamentale***

**Intitulé de la matière : Radiocristallographie**

Crédits : 5

Coefficients :3

**Objectifs de l’enseignement**

C*ette UE donnera aux étudiants une formation solide et complète dans les différents domaines de la caractérisation des solides inorganiques. Elle permettra aux étudiants d’acquérir les bases structurales du milieu cristallin concernant notamment la périodicité et la symétrie, puis aborder les phénomènes de diffusion/diffraction qui sont à l'origine de méthodes de caractérisation les plus générales.*

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.*

* chimie générale Cristallogéométrie
* Atomistique – architecture de la matière

**Contenu de la matière :**

* Rayons X, interaction des rayons X avec la matière.
* Lois géométriques de la diffraction des rayons X (Bragg, Laüe, Construction d’Ewald).
* Méthodes des poudres.
* Diffractomètre vertical
* Méthodes des monocristaux
* cristal tournant
* Weissenberg
* Burgers
* Laüe
* Diffractomètre à 4 cercles
* Fluorescence X
* Diffraction neutronique
* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.

**Ouvrages de référence :** L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 1***

***Unité d’Enseignement : Fondamentale***

Intitulé de la matière : ***Les défauts dans le solide cristallin***

Crédits : 4

Coefficients :2

**Objectifs de l’enseignement** L'objectif de ce module est de faire intégrer à l'étudiant la réalité structurelle du cristal. Ainsi, après les notions fondamentales acquises sur le cristal parfait durant les trois premières années de son cursus de licence, il est temps pour l'étudiant, de connaître la nature et l'importance des défauts existant dans le cristal réel ainsi que les propriétés physiques et chimiques qu'ils induisent

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.*

* chimie générale, Chimie structurale, propriétés physiques
* Atomistique – architecture de la matière

**Contenu de la matière :**

1. Les défauts atomiques: ponctuels, linéaires, surfaciques et tridimensionnels

2. Les défauts électroniques: le dopage

3. L'interaction des défauts ponctuels et électroniques: les centres colorés.

4. Les défauts chimiques: la non stœchiométrie

* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.

**Ouvrages de référence :**

* L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 1***

***Unité d’Enseignement : Méthodologie***

Intitulé de la matière : *organométalliques*

Crédits : 3

Coefficients :2

**Objectifs de l’enseignement** La formation abordera les principes de base de la chimie organométallique

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.*

* chimie générale, Chimie minérale, Chimie der Coordination
* Atomistique – architecture de la matière

**Contenu de la matière :**

I. Les complexes bimétalliques et Agrégats polymétalliques

II. Géométrie de Coordination et Isomérie

III. Modèle des liaisons dans les complexes des éléments de transition, champ électrostatique des ligands

III. a. Théorie du champ cristallin

III.a.1. Symétrie ocatèdrique

III.a.2. Symétrie tétraèdrique

III.a.3. Symétrie plan carrée

III.a.4. Symétries moins courantes :

• Bipyramide trigonale

• Complexe trigonal

• Pyramide base carrée

IV. Effet Jahn-Teller

V. État de spin du système

VI. Propriétés magnétiques des complexes

* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.

**Ouvrages de référence :** L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 1***

***Unité d’Enseignement : Méthodologie***

**Intitulé de la matière : *Analyse numérique et modélisation***

Crédits : 3

Coefficients :2

**Objectifs de l’enseignement**

*Basé sur une description électronique et orbitalaire de la molécule, ce cours apporte les éléments indispensables à la compréhension de la réactivité chimique. Les orbitales moléculaires de systèmes chimiques simples seront construites à l'aide d'outils issus de la mécanique quantique (C.L.O.A, méthode Hückel). Ce cours permettra d'aborder différentes applications de la connaissance des orbitales moléculaires d'un système tant en chimie organique qu'en ce qui concerne les propriétés physico-chimiques des molécules. Enfin, nous verrons que ces raisonnements peuvent être étendus à la compréhension de phénomènes macroscopiques avec une extension aux propriétés des matériaux.*

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.*

* chimie générale
* Atomistique – architecture de la matière

**Contenu de la matière :**

* Equation de Schrödinger
* Etude des molécules par la méthode LCAO
* Complexes de type MLn (n = 1,2,……)
* Théorie des groupes
* Modélisation en chimie
* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.

**Ouvrages de référence :** L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 1***

***Unité d’Enseignement :*** Méthodologique

**Intitulé de la matière :** TP chimie inorganique I

Crédits : 3

Coefficients :2

**Objectifs de l’enseignement** Se familiariser avec les modes et les techniques de préparations des solides (Différents procédés de synthèse: voie solide (utilisation du four haute température, Reflux ) et les différentes méthodes de caractérisations (Méthodes de caractérisation: diffraction des rayons X sur poudres et monocristal, fluorescence X, UV-Visible, IR)

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.*

* chimie générale, chimie minérale, Chimie analytique
* Themodynamique, Atomistique – architecture de la matière

**Contenu de la matière :**

I- Cristallogenèse :

Croissance de cristaux de CuSO4.nH2O et NaCl et caractérisation

II- Structure ioniques

Structure ionique de type AB2O4

Synthèse d’un spinelle par voie solide et Indexation du diagramme de diffraction des RX

Structure ionique de type pérovskite ABO3

Synthèse par voie solide de composés type ABO3

Analyse qualitative et quantitative par fluorescence X

* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.
* **Ouvrages de référence** L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*

**Intitulé du Master : chimie inorganique**

**Semestre *: 1***

***Unité d’Enseignement :*** Découverte

**Intitulé de la matière : Symétrie et groupe cristallographique.**

Crédits : 1

Coefficients :1

**Objectifs de l’enseignement :**

* Familiariser l'étudiant à la symétrie et aux notions fondamentales de cristallographie. Connaitre la morphologie des cristaux et leurs propriétés

**Connaissances préalables recommandées :**

* **Notions de base en algèbre linéaire et analyse matricielle. Connaissance de bases de cristallographie géométrique.**

**Contenu de la matière** :

**Chapitre I** **:** Introduction et notions mathématiques fondamentales**;** Définitions mathématiques (*associativité, éléments neutres, éléments inverses)*, isomorphisme, automorphisme, homéomorphisme.

**Chapitre II :** Groupes et symétrie dans les systèmes cristallographiques **;** Rappel de quelques propriétés de la théorie des groupes, groupes propres et impropres de symétrie, groupe symorphique, sous-groupe, opérations de symétrie, degré de symétrie, symétrie réticulaire et morphologique, pseudo-symétrie, directions de symétrie dans l'espace tridimensionnel.

Chapitre III :Tables internationales ; lecture des tables internationales, ordre du groupe, paramètres conventionnelles, symbole point, symbole Schönflies, positions et ensemble de Wyckoff, paramètres non conventionnelles de groupes d'espace.

**Chapitre IV :** Applications **;** formes cristalline des minéraux communs, transition de phase et brisure de symétrie, symétrie des propriétés physiques des cristaux, loi de curie, forme de tenseurs métriques, les macles, groupes d’isotropie, ferromagnétisme, ferroélectricité.

**Ouvrages de référence :**

1. Cristallographie et structure des solides, Volume 1, [*Dominique Weigel*](https://www.google.fr/search?hl=fr&tbo=p&tbm=bks&q=inauthor:%22Dominique+Weigel%22&source=gbs_metadata_r&cad=5)*,* ed. Masson, 1972.
2. Chimie et théorie des groupes, Par *Paul H. Walton*, 1998, Oxford University Press. Traduit par *F.X. Sauvage*.
3. Cristallographie géométrique : Cours, exercices et problèmes corrigés, *Nadine Millot* et [*Jean-Claude Nièpce*](http://www.amazon.fr/s/ref=dp_byline_sr_book_2?ie=UTF8&text=Jean-Claude+Ni%C3%A8pce&search-alias=books-fr&field-author=Jean-Claude+Ni%C3%A8pce&sort=relevancerank).

# The Basics of Crystallography and Diffraction *Third Edition,* 2009, *Christopher Hammond*, Institute for Materials Research University of Leeds, Oxford University Press.

1. Inorganic Chemistry: Principles of Structure and Reactivity, [*James E. Huheey*](http://www.amazon.fr/James-E.-Huheey/e/B001KCGHT0/ref=dp_byline_cont_book_1)*,* [*Ellen A. Keiter*](http://www.amazon.fr/s/ref=dp_byline_sr_book_2?ie=UTF8&field-author=Ellen+A.+Keiter&search-alias=books-fr-intl-us&text=Ellen+A.+Keiter&sort=relevancerank)*,* [*R. L. Keiter*](http://www.amazon.fr/s/ref=dp_byline_sr_book_3?ie=UTF8&field-author=Richard+L.+Keiter&search-alias=books-fr-intl-us&text=Richard+L.+Keiter&sort=relevancerank)

# Crystallography, *dieter Schwarzenbach*, 1996, Ed. John Wiley & Sons Ltd.

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 1***

***Unité d’Enseignement :*** Transversale

***Intitulé de la matière :*** *Informatique pour la chimie*

Crédits : 1

Coefficients :1

**Objectifs de l’enseignement** L’introduction de l’informatique dans l’enseignement de chimie

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.*

* chimie générale
* Informatique

**Contenu de la matière :**

Ce cours portera sur une initiation à l’utilisation de l’ordinateur et de logiciels simples.  
L’introduction de cet outil dans l’enseignement des travaux pratiques permettra à l’étudiant de se familiariser avec les logiciels suivants :

- Origine Excel - Chem Win

Les logiciels de chimie

**Ouvrages de référence :**

* L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*
* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 1***

***Unité d’Enseignement :*** Transversale

***Intitulé de la matière :*** *Anglais pour la recherche*

Crédits : 1

Coefficients :1

**Objectifs de l’enseignement**

Initiation à l’anglais technique et scientifique reposant sur des cours de chimie en rapport avec le programme.

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.*

* chimie générale, Cristallographie
* Atomistique – architecture de la matière

**Contenu de la matière :**

**Ecrit:** travail de compréhension d'article scientifique, de rédaction d'abstract et d'articles.

**Oral:** s'exprimer avec spontanéité, maîtriser la communication formelle et informelle dans la spécialité.

**Communication:** participation active à un congrès de type congrès international

En M1, le programme est centré sur l'oral et la présentation de travaux à l'oral, en M2 le programme est centré sur la rédaction d'article scientifique en utilisant les travaux de l'étudiant comme base pour le contenu.

**Ouvrages de référence :**

* L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*
* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.

M1S2

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 2***

***Unité d’Enseignement : Fondamentale***

**Intitulé de la matière : Techniques expérimentales en chimie inorganique**

Crédits : 5

Coefficients :3

**Objectifs de l’enseignement :**

- Préparer l’étudiant aux différentes techniques d’élaboration des composés de coordination.

- Approfondir les connaissances acquises sur les techniques de séparation et purification dans le domaine de la chimie de coordination.

-Comprendre et interpréter les différentes données spectroscopiques et données de la diffraction des rayons X pour déterminer la structure des composés de coordination.

**Connaissances préalables recommandées :**

Notion de base sur la verrerie utilisée dans le laboratoire, techniques de base de la synthèse en chimie générale.

I-Méthodes de préparation (synthèse) en chimie de coordination :

* Préparation en conditions spécifiques
* Méthode électrochimique
* Synthèse par voie photochimique
* Synthèse chimique par micro-ondes
* La technique Sol-gel
* La synthèse hydrothermale

II- Méthodes de séparation et de purification : Chromatographie sur colonne et sur couche mince, filtration, décantation, point de fusion et différentes techniques de recristallisation.

III- Méthodes de caractérisation et d’études :

* La résonance magnétique nucléaire (rmn)
* La résonance quadrupolaire nucléaire (rqn)
* La spectroscopie mössbauer
* Spectroscopie vibrationnelle : ir et raman
* La diffraction de neutrons
* La spectroscopie paramagnétique électronique (rpe)
* La spectroscopie uv-visible
* La spectroscopie photoélectronique (spe-uv)
* Le dichroisme circulaire (dc)
* La cristallographie par les rayons x

**Ouvrages de référence :**

* L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*
* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 2***

***Unité d’Enseignement : Fondamentale***

Intitulé de la matière : Chimie du solide

Crédits : 5

Coefficients :3

**Objectifs de l’enseignement** Cette unité d’enseignement permettra aux étudiants de se familiariser avec le cristal en général et les méthodes de caractérisation par diffraction des rayons X. Mise en évidence de la nature et de la production des rayons x, avec étude détaillée des tubes à rayons X et introduction au synchrotron.

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.*

* chimie générale
* Atomistique – architecture de la matière

**Contenu de la matière :**

1- Matière, solide et matériau ·

2 -Constituants et règles d'évolution de la matière·

3- Liaisons chimiques dans le solide

4-Liaisons fortes et différentes familles de matériaux

5- Structure des éléments simples

6- Structure des composés mixtes

7- Défauts, du monocristal parfait au matériau

8- Synthèse monocristalline

9- Problématique de germination-croissance

10- Monocristaux massif et fibres cristallines

11- Structures cristallines

12- Introduction, structures principales et diffraction des rayons X

13- Détermination de la structure : transformée de Fourier, méthode de

Patterson, méthodes directes.

**Ouvrages de référence :**

* L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*
* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 2***

**Intitulé de la matière : *Verres et céramiques***

***Unité d’Enseignement : Fondamentale***

Crédits : 5

Coefficients :2

**Objectifs de l’enseignement** C*ette UE donnera aux étudiants une formation solide et complète dans les différents domaines des verres et céramiques et leurs caractérisations*

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.****:*** Chimie générale, propriétés physiques, Chimie minérale

**Contenu de la matière :**

* Description phénoménologique de l’état vitreux.
* Approche thermodynamique de la formation vitreuse
* Nucléation et cristallisation
* Composition vitreuse et systèmes formateurs de verres
* Synthèse et mise en forme des verres
* Propriétés physiques.
* Verre et nanostructures
* Verres optiques
* Fibres optiques
* Céramiques piézoélectriques
* Frittage et céramique
* Illustration : élaboration des porcelaines.·
* Transformations de phases
* Analyses thermiques ATD, ATG et DSC

**Ouvrages de référence :**

* L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*
* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 2***

**Intitulé de la matière : Propriétés physiques**

***Unité d’Enseignement : Fondamentale***

Crédits : 3

Coefficients :2

**Objectifs de l’enseignement** Connaitre les différentes propriétés physiques et leurs applications.

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.*

* chimie générale, Physique générale
* Atomistique – architecture de la matière

**Contenu de la matière :**

* Matériaux à propriétés électriques et magnétiques :
* Polarisation des diélectriques, Relations fondamentales
* Etude particulière des diélectriques parfaits
* Les matériaux diélectriques modernes : ferroélectricité
* Aimantation des milieux matériels, Relations fondamentales
* Les milieux magnétiques parfaits
* Diamagnétisme, paramagnétisme
* Antiferromagnétisme, ferrimagnétisme, ferromagnétisme.
* Matériaux semi- et supraconducteurs :
* Propriétés physiques des semi-conducteurs intrinsèques et extrinsèques.
* Aperçu des théories modernes de la supraconductivité.

**Ouvrages de référence :** L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*

* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 2***

***Unité d’Enseignement : Méthodologie***

**Intitulé de la matière : Méthodes électrochimiques**

Crédits : 3

Coefficients :2

**Objectifs de l’enseignement :** Caractérisation des matériaux par les différentes méthodes d’analyse électrochimique.

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.*

* chimie générale- Electrochimie- cinétique
* Atomistique – architecture de la matière

**Contenu de la matière :**

* Courbes de polarisations
* Analyse potentiométrique
* Analyse conductimétrique
* Analyse voltampéramétrique
* Analyse par chronopotentiométrie
* Polarographie et ses applications analytiques
* Voltamétrie cyclique

**Ouvrages de référence :**

* L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*
* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 2***

***Unité d’Enseignement :*** Méthodologique

**Intitulé de la matière : Méthodes chromatographiques**

Crédits : 2

Coefficients :2

**Objectifs de l’enseignement** Caractérisation des matériaux par les différentes méthodes d’analyse.

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.*chimie générale, Méthodes d’analysesAtomistique

**Contenu de la matière :**

* Chromatographie sur couche mince
* Chromatographie en phase gazeuse
* Chromatographie liquide
* Chromatographie sous haute pression (HPLC).

**Ouvrages de référence :** L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*

* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 2***

***Unité d’Enseignement :*** Méthodologique

**Intitulé de la matière :** TP chimie Minérale

Crédits : 2

Coefficients :1

**Objectifs de l’enseignement** Connaitre de principe de préparations et récupérations des produits et des colorants.

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.****:*** chimie générale et minérale Atomistique – architecture de la matière

**Contenu de la matière :**

**6TP chimie Minérale : préparations et récupérations des produits minéraux à base de chromate, aluminate et la préparation des colorants**

**Ouvrages de référence :** L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*

* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 2***

***Unité d’Enseignement :*** Méthodologique

**Intitulé de la matière :** TP chimie Inorganique II

Crédits : 2

Coefficients :1

**Objectifs de l’enseignement** préparations des matériaux inorganiques solides et l’analyse par les différentes méthodes de caractérisations

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.*

* Chimie inorganique 1 , Chimie minérale , organométallique
* Structure de la matière, Radiocristallographie

**Contenu de la matière :**

I- Complexes inorganiques (Synthèse et caractérisation)

Complexes minéraux de Cu, Ni, Mn, Co.

Complexe métallique amphotere.

II- Complexes de coordination (Synthèse et caractérisation)

Complexes organométalliques de Werner

Caractérisations de quelques complexes de cuivre(II) par spectrophotométrie UV-Visible

III- Cristaux liquides

Synthèse et caractérisation optique de cristaux liquides.

Ouvrages de référence : L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*

* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.

**Intitulé du Master : chimie inorganique**

**Semestre *: 2***

***Unité d’Enseignement :*** Découverte

**Intitulé de la matière : Chimie organique**

Crédits : 2

Coefficients :2

**Objectifs de l’enseignement** : Cette matière d’enseignement permettra aux étudiants de se familiariser avec chimie organique

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.* Chimie générale, chimie, organique générale Atomistique architecture de la matière

**Chapitre 1 : Rappel et concepts fondamentaux**

La réaction en chimie organique (ionique, radicalaire, par l’intervention des orbitales, les coupures homolytiques et hétérolytique). L’aspect thermodynamique d’une réaction (théorie des collisions, énergie d’activation, digramme énergétique, chauffage classique, irradiation micro-ondes, photolyse, les ultra-sons). Les Effets électroniques (mésomère, inductif, hyper-conjugaison). Les intermédiaires réactionnels (les carbocations, les carbanions, les radicaux, les carbènes, les nitrènes). Le milieu réactionnel (le substrat, les centres électropositifs/électronégatifs, les nucléophiles/les électrophiles, les nucléofuge, les solvants, les réactions sans solvant, les liquides ioniques). Les solvants (classification, rôle et importance, les effets de solvants). Les catalyseurs (rôle, intervention dans un mécanisme réactionnel, impacte sur l’état de transition et sur la réaction).

**Chapitre 2 : La réaction de substitution**

La réaction de substitutions nucléophiles aliphatiques (Les nucléophiles et les nucléofuges, S*N*1, S*N*2, S*N*’1, S*N*’2, S*N*cA1, S*N*cA2, S*N*i, S*N*1cB), La réaction de substitution électrophiles aliphatiques (S*E*1, S*E*2, S*E*’2, S*E*i, S*E*i’). La substitution nucléophile sur C=O, La substitution nucléophile sur aromatiques. La substitution électrophile sur aromatiques. La substitution radicalaire.

**Chapitre 3 : La réaction d’élimination**

Mécanisme bimoléculaire E2. Mécanisme monomoléculaire E1. Compétition entre substitution et élimination, Mécanisme E1Cb. Mécanisme E2C. Elimination par pyrolyse. Mécanisme Ei, avec état de transition cyclique. Mécanisme d’élimination radicalaire. Réactions d’extrusion. Quelques exemples des réactions d’éliminatio, (-H2O, -HX, -X2…………… ).

**Chapitre 4 : La réaction d’addition sur C=X (X=C, O, N), C≡X (X=C, N)**

Addition électrophile sur C=C et C≡X (X2, HX, H2O,………..). Addition Nucléophile sur C=C, Addition radicalaire. Addition nucléophile et condensation sur C=O (l’addition de H2O, ion cyanure, hydrure, organométallique, ROH, RNH2, ènole et ènolate, réactifs de Wittig…….).

**Chapitre 5 : La réaction d’oxydation**

Degré d’oxydation. Oxydation des alcanes, cyclanes (cyclohexane), alcènes, alcynes, composés aromatiques, alcools, phénols, aldéhydes, cétones, halogénures et amines.

**Chapitre 6 : La réaction de réduction**

Réduction des alcènes, alcynes, composés aromatiques, quinones, aldéhydes, cétones, acides, halogénures et dérivés nitrés.

**Chapitre 7 : Les réarrangements**

Réarrangements de carbone à carbone. Réarrangements de carbone à azote. Réarrangements de carbone à oxygène. Réarrangements électrocycliques. Réarrangements sigmatropiques.

**Chapitre 8 :** Notions de la bio- inorganique

**Ouvrages de référence :**

- K. Peter C. Vollhardt, Neil. E. Schore, *Traité de chimie organique*, 4e éd., Ed. De Boeck, Bruxelles, (2004).

- J. Mcmurry, E. Simaanek. *Chimie organique Les grands principes -Cours et exercices corrigés*. 2ème éd., DUNOD, (2007).

- J. McMurry, « *Chimie organique : Les Grands Principes, cours et exercices corrigés*, Ed. Dunod, 2000.

- N. Lubin-Germai, J. Uziel, *Chimie organique en 25 fiche*, Ed. Dunod, Paris, (2008).

- T. Jenny, *Chimie organique cours de base*», Institut de chimie organique, Uni. de Fribourg, (1995).

- M. B. Smith, Jerry March «*March’s advanced organic chemistry: reactions, mechanisms and structure*», 6eme edition, Ed. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, (2007).

* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 2***

***Unité d’Enseignement : transversale***

***Intitulé de la matière :*** *Anglais 2*

Crédits : 1

Coefficients :1

**Objectifs de l’enseignement** travail de compréhension d'article scientifique, de rédaction d'abstract et d'articles

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.***Anglais de base**

**Contenu de la matière :**

**Ecrit:** travail de compréhension d'article scientifique, de rédaction d'abstract et d'articles.

**Oral:** s'exprimer avec spontanéité, maîtriser la communication formelle et informelle dans la spécialité.

**Communication:** participation active à un congrès de type congrès international

En M1, le programme est centré sur l'oral et la présentation de travaux à l'oral, en M2 le programme est centré sur la rédaction d'article scientifique en utilisant les travaux de l'étudiant comme base pour le contenu.

**Ouvrages de référence :**

* L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*
* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.

M2S1

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 3***

***Unité d’Enseignement : Fondamentale***

**Intitulé de la matière : *La chimie douce au service des matériaux***

Crédits : 5

Coefficients :3

**Objectifs de l’enseignement**

L'objectif de ce module est de présenter des voies de synthèse qui représentent des alternatives aux traitements thermiques classiques pour l'élaboration des solides. L'essentiel des ces méthodes consiste en la technique "sol-gel".

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.*

* chimie générale- Chimie structurale Chimie de l’état solide
* Chimie inorganique : structures et propriétés

**Contenu de la matière :**

1. Les matériaux bio inspirés

2. Les condensations inorganiques en solution aqueuse ou la voie colloïdale

3. Les polymérisations inorganiques en solution non aqueuse ou voie polymérique

4. Les applications des matériaux "sol-gel"

 les différentes applications ( les cellules solaires, les films électro-chromiques, les surfaces autonettoyantes...)

* **Ouvrages de référence :** L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*
* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 3***

**Intitulé de la matière :** Hybrides organo-inorganiques par auto-assemblage

***Unité d’Enseignement : Fondamentale***

Crédits : 5

Coefficients :3

**Objectifs de l’enseignement**

* Connaître un composé hybride, le synthétiser et prévoir les propriétés qui en découlent.
* Etudier et détailler les interactions qui peuvent assurer la cohésion de ce type de composé et essentiellement les liaisons hydrogène.

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.*

* chimie générale, Chimie de l’état solide
* Chimie inorganique : structures et propriétés

**Contenu de la matière :**

La chimie a atteint une maturité telle dans l'élaboration des solides inorganiques et des molécules que leur combinaison intime est possible. Les systèmes obtenus peuvent posséder des propriétés multiples et complémentaires. Ces propriétés optiques, magnétiques, électriques, diffusionnelles, d'absorption ou de catalyse peuvent être apportées soit par le solide inorganique soit par les molécules organiques qui lui sont associées. Cette chimie nécessairement "douce" est basée sur des techniques sol-gel, de l'utilisation de synthons hybrides, de gabarits moléculaires ou polymères, de tectons (briques d'assemblage) et met en oeuvre des principes d'auto-assemblage. Le cours portera sur les enjeux de synthèse de ce domaine de la chimie en plein essor et sur les exemples récents de la bibliographie scientifique.

**Ouvrages de référence :** L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*

* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 3***

***Unité d’Enseignement : Fondamentale***

**Intitulé de la matière :** Méthodes de diffraction des Rayons X sur poudres

Crédits : 5

Coefficients :3

**Objectifs de l’enseignement** Détermination et affinement de la structure par la méthode de poudre ( Rietveld et Ab initio)..

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.*Chimie inorganique : structures et propriétés,

Chimie de l’état solide. Cristallographie.

**Contenu de la matière :**

* Développements modernes des méthodes de diffraction par poudres et la diffusion par les amorphes.
* Techniques instrumentales avec des sources conventionnelles de RX
* Thermo diffractométrie.
* Modélisation des diagrammes
* Méthode de Rietveld.
* Méthodes Ab initio
* Indexation des diagrammes et analyse structurale.
* Microstructure de solides nanocristallins.
* Méthodes de la largeur intégrale et de Fourier.
* Applications.

**Ouvrages de référence :**

* L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*
* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 3***

***Unité d’Enseignement : Fondamentale***

**Intitulé de la matière :** Méthodes de diffraction des Rayons X sur monocristal

Crédits : 5

Coefficients :3

**Objectifs de l’enseignement**

Cette unité d’enseignement permettra aux étudiants de se familiariser avec les méthodes modernes de diffraction des rayons X. Une étude particulièrement détaillée sera réservée au diffractomètre à 4 cercles.

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.*chimie générale- Radiocristallographie- Cristallographie

Atomistique – architecture de la matière

**Contenu de la matière :**

* Cristallogenèse
* Choix et montage du cristal
* Détermination de la maille cristalline
* Collecte d’intensités diffractées par un monocristal.
* Méthodes d’étude d’un monocristal par diffraction des RX
* Partie expérimentale : Le diffractomètre à 4 cercles
* corrections d’absorption, réduction des données.
* Résolutions structurales : différentes méthodes utilisées pour la détermination et l’affinement des structures cristallines.
* Dessins et interprétation des résultats
* Utilisation des fichiers CIF
* Préparation pour la publication

**Ouvrages de référence :** L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*

* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 3***

***Unité d’Enseignement :*** Méthodologie

Intitulé de la matière : Thermodynamique des matériaux

Crédits : 3

Coefficients :2

* **Objectifs de l’enseignement** Connaitre les transformations des phases et les équilibres de phases

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.*chimie générale- Thermodynamique et cinétique

* Atomistique – architecture de la matière

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Rappels de thermodynamique**

* État gazeux, état condensé et notion de phase
* État thermodynamique et grandeurs thermodynamiques
* L’entropie et le principe de Nernst
* Les potentiels thermodynamiques
* Le potentiel chimique et conditions d'équilibre entre phases

**Chapitre 2 : Introduction à la thermodynamique des solutions**

* Introduction et définitions
* Grandeurs molaires partielles
* Relation de Gibbs Duhem
* Grandeurs d’excès et de mélange
* Les modèles de solution
* Les solutions régulières et les solutions athermiques

**Chapitre 3 : Transformations de phases**

* Définition et notions de base.
* Types de transformations de phases
* Thermodynamique des transformations
* Les transformations du premier ordre
* Le diagramme d'état d'un corps pur
* Polymorphisme
* Le diagramme de Clapeyron liquide-vapeur
* Les transformations du second ordre

**Chapitre 4 : Équilibres de phases**

* Règle des segments inverses ou règle du levier
* Généralités sur les équilibres de phases dans un système binaire
* Équilibres de phases liquide-vapeur
* Les diagrammes binaires en phases condensées
* Diagrammes d'équilibre de phases ternaires
* Le triangle de Gibbs et les règles barycentriques de composition

**Ouvrages de référence :**

* L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*
* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.

**Intitulé du Master : chimie inorganique**

**Semestre *: 2***

***Unité d’Enseignement :*** méthodologie

**Intitulé de la matière : TP chime inorganique III**

Crédits : 3

Coefficients :2

* **Objectifs de l’enseignement** Maitriser les méthodes d’analyses, leur théorie, leur principe et leurs applications

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.*Chimie inorganique 1- Diffraction RX sur poudre et sur monocristalStructure de la matière

**Contenu de la matière :**

* Préparation de matériaux inorganiques solides, études des Structures par DRX monocristal, diffraction des rayons X sur poudre et caractérisation par les différentes méthodes fluorescence X, UV-Visible, IR. ( Utilisation de la banque de données des composés minéraux (Findt cristal) et organiques-organométalliques (Cambridge) .Résolutions structurales : différentes méthodes utilisées pour la détermination et l’affinement des structures cristallines.

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 3***

***Unité d’Enseignement :*** Découverte

Intitulé de la matière : Méthodes de caractérisation structurale et dynamique par RMN du solide

Crédits : 3

Coefficients :2

* **Objectifs de l’enseignement** Pouvoir analyser un composé organique

**Connaissances préalables** recommandées : descriptif *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.*

* chimie générale- Méthodes d’analyses
* Atomistique – architecture de la matière

**Contenu de la matière :**

1-) Postulats et principes : moment magnétique, moment  cinétique. Spectroscopie de RMN. Énergies mises en jeu.  
2-) Mouvement d'un moment dans un champ, fréquence de Larmor. Aspect macroscopique. Excitation impulsionnelle.  
3-) Signal RMN brut. Instrumentation. Traitement de données. Transformation de Fourier. Filtrages.  
4-) Interactions RMN. L'écran électronique. Ordre de grandeur Unité de mesure. Le ppm. Tableau de déplacement chimique.  
5-) Interactions RMN. Les couplages dipolaire, scalaire et quadripolaire. Effets de ces couplages au premier ordre. Interactions RMN. Calcul de spectre. L'hamiltonien de spin. Valeurs propres, vecteurs propres et probabilités de transition.

6-) Applications à l’analyse organique

7-) Couplages :

- Couplage de protons à d'autres noyaux importants (19F, D, 31P, 29SI, 13C)

-Couplage à longue distance

8-)Spectroscopie RMN du carbone 13

9-)Spectroscopie RMN d'autres noyaux de spin 1/2

10) Interprétation des spectres

**Ouvrages de référence :**

* L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*
* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 3***

***Unité d’Enseignement :*** Transversale

***Intitulé de la matière :*** *Anglais III*

Crédits : 1

Coefficients :1

**Objectifs de l’enseignement**

Travail de compréhension d'article scientifique, de rédaction d'abstract et d'articles

**Connaissances préalables recommandées : descriptif** *succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.*

* chimie générale, Anglais de Base

**Contenu de la matière :**

**Ecrit:** travail de compréhension d'article scientifique, de rédaction d'abstract et d'articles.

**Oral:** s'exprimer avec spontanéité, maîtriser la communication formelle et informelle dans la spécialité.

**Communication:** participation active à un congrès de type congrès international

En M1, le programme est centré sur l'oral et la présentation de travaux à l'oral, en M2 le programme est centré sur la rédaction d'article scientifique en utilisant les travaux de l'étudiant comme base pour le contenu.

**Ouvrages de référence :**

* L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*
* **Mode d’évaluation : comptes** rendus,contrôles continus, exposés.

M2S2

**Intitulé du Master : Chimie Inorganique**

**Semestre *: 4***

***Unité d’Enseignement : Fondamentale***

**Intitulé de la matière :** stage

Crédits : 30

Coefficients :19

Travail d'initiation a la recherche dans un laboratoire de recherche, sanctionné par la présentation d'un mémoire de fin de cycle

**V- Accords ou conventions**

**Oui**

**NON**

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

**LETTRE D’INTENTION TYPE**

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

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

Objet : Approbation du coparrainage du master intitulé :

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

A cet effet, l’université (ou le centre universitaire) assistera ce projet en :

- Donnant son point de vue dans l’élaboration et à la mise à jour des programmes d’enseignement,

- Participant à des séminaires organisés à cet effet,

- En participant aux jurys de soutenance,

- En œuvrant à la mutualisation des moyens humains et matériels.

SIGNATURE de la personne légalement autorisée :

FONCTION :

Date :

**LETTRE D’INTENTION TYPE**

**(En cas de master en collaboration avec une entreprise du secteur utilisateur)**

**(Papier officiel à l’entête de l’entreprise)**

**OBJET :** Approbation du projet de lancement d’une formation de master intitulé :

Dispensé à :

Par la présente, l’entreprise déclare sa volonté de manifester son accompagnement à cette formation en qualité d’utilisateur potentiel du produit.

A cet effet, nous confirmons notre adhésion à ce projet et notre rôle consistera à :

* Donner notre point de vue dans l’élaboration et à la mise à jour des programmes d’enseignement,
* Participer à des séminaires organisés à cet effet,
* Participer aux jurys de soutenance,
* Faciliter autant que possible l’accueil de stagiaires soit dans le cadre de mémoires de fin d’études, soit dans le cadre de projets tuteurés.

Les moyens nécessaires à l’exécution des tâches qui nous incombent pour la réalisation de ces objectifs seront mis en œuvre sur le plan matériel et humain.

Monsieur (ou Madame)…………………….est désigné(e) comme coordonateur externe de ce projet.

SIGNATURE de la personne légalement autorisée :

**FONCTION :**

**Date :**

**CACHET OFFICIEL ou SCEAU DE L’ENTREPRISE**