



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

اللجنة البيداغوجية الوطنية لميادين العلوم و التكنولوجيا

Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



# HARMONISATION OFFRE DE FORMATION MASTER ACADEMIQUE

## 2016 - 2017

Domaine	Filière	Spécialité
<i>Sciences et Technologies</i>	<i>Génie des procédés</i>	<i>Génie des polymères</i>



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

اللجنة البيداغوجية الوطنية لميكان العلوم و التكنولوجيا

Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



## مواومة

### عرض تكوين ماسر أكاديمي

2017-2016

الميدان	الفرع	التخصص
علوم و تكنولوجيا	هندسة الطرائق	هندسة المبلمرات

## **I – Fiche d'identité du Master**

## Conditions d'accès

Filière	Master harmonisé	Licences ouvrant accès au master	Classement selon la compatibilité de la licence	Coefficient affecté à la licence
<b>Génie des procédés</b>	Génie des polymères	Génie des procédés	<b>1</b>	<b>1.00</b>
		Génie des matériaux	<b>1</b>	<b>1.00</b>
		Chimie des matériaux (Domaine SM)	<b>2</b>	<b>0.80</b>
		Physique des matériaux (Domaine SM)	<b>3</b>	<b>0.70</b>
		Chimie organique (Domaine SM)	<b>4</b>	<b>0.65</b>
		Autres licences du domaine ST	<b>5</b>	<b>0.60</b>

## **II - Fiches d'organisation semestrielles des enseignements de la spécialité**

**Semestre 1**

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Transfert de chaleur et de masse approfondi	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Thermodynamique et diagrammes d'équilibre	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Chimie macromoléculaire	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Physico-chimie des macromolécules	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Surfaces et interfaces	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Synthèse et formulation des polymères	6	3	1h30	1h30	1h30	67h30	82h30	40%	60%
	Rhéologie des polymères	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Classes des matériaux et des polymères	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Electrochimie	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Anglais technique et terminologie	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 1</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>15h00</b>	<b>7h30</b>	<b>2h30</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

**Semestre 2**

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Mise en œuvre des polymères	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Mélange des polymères	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Polymères conducteurs	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Membranes polymères	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	Caractérisation des polymères	6	3	1h30	1h30	1h30	67h30	82h30	40%	60%
	Logiciels appliqués	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
UE Découverte Code : UED 1.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	Sécurité industrielles	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Economie des matériaux et polymères	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Ethique, déontologie et propriété intellectuelle	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 2</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>15h00</b>	<b>7h30</b>	<b>2h30</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

**Semestre 3**

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Propriétés des polymères	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Mécanique des polymères	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Bio-polymères	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Applications industrielles	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
	Vieillessement et dégradation des polymères	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
	Recyclage et valorisation des polymères	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Méthodes physiques d'analyses	6	3	1h30	1h30	1h30	67h30	82h30	40%	60%
	Modélisation des procédés	3	2	1h30		1h00	22h30	27h30	40%	60%
UE Découverte Code : UED 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Matériaux composites innovants	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Polymères et environnement	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Recherche documentaire et conception de mémoire	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 3</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>16h30</b>	<b>6h00</b>	<b>2h30</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		



**Semestre 4**

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	550	09	18
Stage en entreprise	100	04	06
Séminaires	50	02	03
Autre (Encadrement)	50	02	03
Total Semestre 4	750	17	30

**Ce tableau est donné à titre indicatif**

**Evaluation du Projet de Fin de Cycle de Master**

- Valeur scientifique (Appréciation du jury) /6
- Rédaction du Mémoire (Appréciation du jury) /4
- Présentation et réponse aux questions (Appréciation du jury) /4
- Appréciation de l'encadreur /3
- Présentation du rapport de stage (Appréciation du jury) /3

### **III - Programme détaillé par matière du semestre S1**

**Semestre : 1**

**Unité d'enseignement : UEF 1.1.1**

**Matière : Transfert de chaleur et de masse approfondi**

**VHS : 45h (cours : 01h30, TD : 1h30)**

**Crédits : 4**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Maîtriser les notions de base des trois modes de transfert thermique  
Savoir écrire un bilan et construire un modèle élémentaire

**Connaissances préalables recommandées :**

Formation en mathématiques et physique ou mécanique  
Connaissances en thermodynamique appliquée

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Conduction**

**(4 semaines)**

- Loi de Fourier et loi de Fourier généralisées, tenseur des conductivités thermiques, conductivités thermiques, diffusivités thermiques et effusivités.
- Equation de la conduction (EC), conditions aux limites linéaires et exemples de conditions non linéaires.
- Solutions en transitoire à une dimension : Utiliser l'analyse de Fourier et la transformation de Laplace.
- Les ailettes longitudinales et transversales, montrer l'établissement des équations dans les deux cas.
- Proposer quelques solutions
- Opportunité d'emploi et optimisation.
- Les profils les plus courants (Rectangulaires, trapézoïdales).

**Chapitre 2 : Transfert de chaleur par rayonnement**

**(5 semaines)**

- Lois et définitions en transfert radiatif. La loi de Planck, la loi de Kirchhoff, la formule de Bouguer.
- Les propriétés radiatives des surfaces. Echanges entre surfaces séparées par un milieu transparent.
- Loi de Beer. Propriétés radiatives des gaz (MST). Propriétés radiatives des particules. Etablissement de l'équation de transfert radiatif (ETR).
- Quelques solutions approchées de l'ETR simplifiée.

**Chapitre 3 : Convection**

**(3 semaines)**

- Rappels d'analyse dimensionnelle, utilité des nombres sans dimension.
- Couches limites mécanique et thermique, méthodes intégrales.
- Equations de la convection, modélisation d'un problème de convection.
- Solutions de quelques problèmes de convection. Convection forcée dans un cylindre. Convection naturelle sur une plaque plane verticale et dans une cavité rectangulaire.

**Chapitre 4 : Transferts thermiques lors des changements de phases (2 semaines)**

- Condensation sur une plaque plane verticale et sur un cylindre horizontale, théorie du film de Nusselt. Utilisation pratique des corrélations.
- Ebullition des substances pures, principaux paramètres intervenant lors de l'ébullition. Evaluation des taux de transfert dans ce mode et erreurs inhérentes.

**Chapitre 5 : Transfert de masse****(1 semaine)**

- Equation de diffusion, loi de Fick
- Transfert simultané de chaleur et de masse
- Mécanisme de diffusion massique
- Diffusion convective

**Mode d'évaluation :**

Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%.

**Références bibliographiques :**

1. H. S. Carslaw, *Introduction to the mathematical theory of the conduction of heat in solids*, Mc Millan and Co ed., 1921, , 2nd edition.
2. H. S. Carslaw and J. C. Jaeger, *Conduction of heat in solids*, 2nd edition, Clarendon press ed.,1959
3. Latif Jiji, *Heat Conduction*, Jaico Publishing House, 2003.
4. Ozisik, M. N., 1980, *Conduction Heat Transfer*, John Wiley and Sons, New York.
5. Gebhart, *Heat transfer*, Mc Graw Hill editor, 1971
- A. B. De Vriendt, *La transmission de la chaleur, Tome 2, Introduction au rayonnement thermique*, Gaetan Morin, 1983
6. Bejan, A. D. Kraus, *Heat transfer handbook*, John Wiley Editor, 2003
7. Vedat S. Arpacı, *Conduction Heat transfer*, 1966 by Addison-Wesley publishing.
8. R. Ghez, *A Primer of Diffusion*, John Wiley and Sons Editor, 1988, 2nd edition
9. Chandrasekhar, *radiative transfer*, Dover publication, 1960
10. M. F. Modest, *Radiative heat transfer*, Academic Press, 3rd edition, 2012
11. M. Quinn Brewster, *Thermal radiative transfer and properties*, Wiley Inter-science Publication, 1992
12. Hottel, H. C, and A. F. Sarofim, *Radiative Transfer*, McGraw-Hill, New York, 1967
13. R. Siegel and J. R. Howell, *Thermal Radiation Heat Transfer*, 5<sup>th</sup> Edition, Ed. Taylor and Francis, 2010.
14. M. Necati Ozisik, *Radiative transfer and interactions with conduction and convection*, Ed. J. Wiley and Sons
15. R. B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot, *Transport phenomena*, Wiley editor, 1960
16. Rjucsh K. Kundu, I. M. Cohen, *Fluid Mechanics*, 2nd Edition, Academic Press, 2002
17. D. P. Kessler and R. A. Greenkorn, *Momentum, Heat, and Mass transfer: Fundamentals*, M. Dekker, 1999.
18. Kreith, F.; Boehm, R.F. et al., *Heat and Mass Transfer*, *Mechanical Engineering Handbook* Ed. Frank Kreith, CRC Press LLC, 1999.
19. H. D. Baehr and K. Stephan, *Heat and Mass transfer*, 2nd revised edition, Springer Verlag editor, 2006.

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.1.1**  
**Matière: Thermodynamique et diagrammes d'équilibre**  
**VHS: 45 h (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

L'étudiant devra être capable d'utiliser les outils thermodynamiques afin de mener l'étude concrète des systèmes physico-chimiques à l'équilibre ou en cours d'évolution.

L'outil et concepts développés dans ce cours seront directement appliqués au cours de lecture utilisant les diagrammes de phases

**Connaissances préalables recommandées:**

Structure de la matière, probabilité et statistique, cristallographie, thermodynamique

**Contenu de la matière:**

**Thermodynamique :(4 semaines)**

1- rappels des définitions de base : système, phase, constituant, variables et fonctions d'état, expressions des compositions, premier et second principe,

2- rappels fondamentaux sur les conditions d'équilibre : potentiel chimique et relations de Gibbs, équilibre vrai et apparent, stabilité, métastabilité,

3- systèmes multi-constitués : grandeurs partielles, modèles de solutions idéales, régulières et interstitielles.

**Diagrammes d'équilibres :**

1- Equilibre **(1 semaine)**

2- Système à un constituant

3- Solutions binaires **(1 semaine)**

4- Equilibres dans les systèmes hétérogènes **(1 semaine)**

5- Diagrammes de phases binaires **(3 semaine)**

6- Diagrammes de phases ternaires **(3 semaine)**

7-Etudes de cas : lecture et exploitation de diagrammes d'équilibres entre phases (polymères, métaux, céramiques, oxydes,...) **(2 semaine)**

**Mode d'évaluation:** Contrôle continue 40%; Examen 60%.

**Références bibliographiques:**

1. P. Perez, *Thermodynamique : Fondement et applications*, Masson et Cie, 1997.
2. M. Karapetianz, *Thermodynamique chimique*, Ed. Mir, Moscou, 1975.
3. L. Couture ; C. Chahine ; R. Zitoun, *Thermodynamique : cours et exercices et problèmes résolus*, Dunod, Paris, 1989

**Unité d'enseignement: UEF 1.1.2**  
**Matière: Chimie macromoléculaire**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Ce cours a pour objet de présenter en détail l'architecture des chaînes macromoléculaires ainsi que les possibilités de développement de ces chaînes. Assimiler le degré de polymérisation des polymères (longueur des chaînes)...etc.

**Connaissances préalables recommandées:**

Bases de la cinétique chimique et de la chimie organique ainsi que des notions de structure de la matière

**Contenu de la matière:**

Introduction :

1. Positionnement de la synthèse macromoléculaire comme un outil incontournable pour contrôler les propriétés finales du matériau
2. Compréhension des différences entre les techniques de polymérisation en chaîne et les polymérisations par étapes
3. Description des différentes structures et morphologie accessibles lors de la synthèse macromoléculaire
4. Limitations de la synthèse macromoléculaire

A/ Polymérisation radicalaire :

1. Rappels cinétiques
2. Amorçage
3. Propagation
4. Terminaison
5. Transfert
6. Contrôle des masses moléculaires
7. Copolymérisation statistique

B/ Polycondensation :

1. Introduction générale
  - 1.1. Rappels définitions de base
  - 1.2. Masses molaires moyennes
2. Généralités sur la synthèse des polymères
  - 2.1. Polycondensation – polyaddition versus polymérisation en chaîne (rappels)
  - 2.2. Exemples de polycondensations et de polyadditions
3. Degré de polymérisation et masses molaires
  - 3.1. Degré de polymérisation moyen en nombre. Approche de Carothers
  - 3.2. Distribution des masses molaires. Théorie statistique de Flory
4. Cinétique de polymérisation
5. Polycondensats réticulés. Prédiction du point de gel

5.1. Théorie de Carothers.

5.2. Théorie de Flory - Stockmayer

6. Exemples de synthèses industrielles de polycondensats

6.1. Polyamides

6.2. Polycarbonates

6.3. Polyuréthanes (intervention d'un industriel)

C/ Polymérisation anioniques et cationiques :

1. La polymérisation anionique : principe, mécanismes de réaction cinétiques de réactions exemples

2. La polymérisation cationique : principe, mécanismes de réaction cinétiques de réactions exemples

**Mode d'évaluation:**Contrôle continu: 40%; Examen : 60%.

**Références bibliographiques:**

- *Chimie des polymères GFP Vol 3*
- *Introduction to polymers R.J. Young, P.A. Lovell Chapman & Hall*
- *Principles of polymerization, G. Odian Wiley*
- *Comprehensive polymer science ; Anionic polymerization (Schwarz)*
- *Exercices et problèmes de chimie macromoléculaire M. Bartholin, T. Hamaide Lavoisier.*

**Semestre: 1**

**Unité d'enseignement: UEF 1.1.2**

**Matière: Physico-chimie des macromolécules**

**VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)**

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Comprendre les notions de bases du comportement statistique des polymères et voir comment ces notions interviennent dans le comportement des systèmes polymères.

**Connaissances préalables recommandées:**

Calcul matriciel, méthodes numériques, résistance des matériaux.

**Contenu de la matière:**

- Statistique des chaînes, rayon de giration, chaîne gaussienne, introduction au volume exclu
- origine physique de l'élasticité des chaînes, élasticité d'un matériau caoutchoutique
- application de la théorie de la réponse linéaire à l'élastique caoutchoutique
- Mesure de l'élasticité d'une chaîne unique, mesure de force sur une chaîne unique, signification physique d'une force ligand/récepteur mesurée par AFM
- fonction de distribution radiale des colloïdes, diffusion de la lumière et relation avec la fonction de distribution radiale, application au cas des polymères, Zimm plott
- théorie de Flory, séparation de phase, pression osmotique
- Polymères à LCST

**Mode d'évaluation:** Contrôle continue 40%; Examen 60%.

**Références bibliographiques:**

- *Initiation à la science des polymères GFP Volumes 2, 8, 10 et 17*
- *Traité des matériaux Presses polytechniques et universitaires romandes Volumes 1 et 14*
- *De la macromolécule au matériau polymère J. L. Halary & F. Lauprêtre Belin*
- *Physique des polymères tome I P. Combette & I. Ernoult Hermann*
- *Introduction to Physical Polymer Science L.H. Sperling Wiley*



**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEF1.1.2**  
**Matière: Surfaces et interfaces**  
**VHS: 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédits: 2**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Acquérir les connaissances de base sur les notions fondamentales de phénomènes de surface et de tension interfaciale. A l'issue de cet enseignement, l'étudiant doit être capable d'assimiler les phénomènes de rétention superficielle et de les relier à l'énergie de surface de la matière.

**Connaissances préalables recommandées:**

Notions de base de la chimie, états de la matière, tensio-activité, adsorption.

**Contenu de la matière:**

Ce cours couvre les thèmes suivants :  
Phénomènes de surface  
Interfaces, films et membranes  
Systèmes moléculaires organisés aux interfaces,  
Capillarité et mouillage  
Films de Langmuir à l'interface eau-air  
Physico-chimie de la tensio-activité, détergence.

**Mode d'évaluation :** Examen : 100%.

**Références bibliographiques:**

*K. Oura, Lifshits V.G, Surface science, Springer, New York, 2003*  
*Chems Eddine Chitour, Physico – chimie des surfaces, 2<sup>eme</sup> édition augmentée, office des publications universitaires, Alger, 2004*  
*Dervichian, Agent de surface, émulsionnants, mouillants (technique de l'ingénieur), Paris France*  
*Fripiat, Chimie physique des phénomènes de surfaces, Ed Masson, Paris 1971*  
*Boudart, Cinétique des réactions - catalyse hétérogène, Ed. Masson, Paris, 1982*  
[www.techniquedelingenieur.com](http://www.techniquedelingenieur.com)

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEM1.1**  
**Matière: Synthèse et formulation des polymères**  
**VHS: 62h30 (Cours: 1h30, TD: 1h30, TP: 1h30)**  
**Crédits: 6**  
**Coefficient: 3**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Acquérir les techniques de base pour la préparation des polymères, assimiler les systèmes de formulation des ingrédients. Après avoir appréhendé les différents types de synthèse des polymères, l'objectif sera de comprendre les modes d'action des stabilisants et des additifs utilisés dans une formulation.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Notions de base de la chimie organique, de la réaction chimique, liaison chimique, chimie macromoléculaire

### **Contenu de la matière :**

#### **Synthèse :**

- 1- Définitions, classification, nomenclature, importance de la discipline.
- 2- Polycondensations : définitions, étude cinétique, structures tridimensionnelles, distributions moléculaires.
- 3- Polyadditions : définitions, étude cinétique, structures tridimensionnelles, distributions moléculaires.
- 4- Copolymérisations radicalaires.
- 5- Polymérisations à l'état dispersé

#### **Formulation :**

- 1- Etude des systèmes formulés à partir des émulsions (normales et inverses) :
  - étude des tensioactifs (structure, classement, choix du tensioactif approprié à l'application, propriétés aux interfaces, organisation en solution).
  - nature, stabilité et caractérisation des émulsions,
- 2- étude de l'encapsulation (micro, nano) à partir des trois grandes familles de procédés (physiques, physico-chimiques, chimiques).

**TP :** Suivant les capacités des établissements

**Mode d'évaluation:** Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%.

### **Références bibliographiques:**

- Mark & Herman, *Les Matières plastiques, Time Inc., USA, 1973*
  - Ehrenstein, Gottfried W., *Matériaux polymères : structure, propriétés et applications* Nouv. éd. Hermès science publications, Paris, 2000.
  - Polymères : de la polymérisation aux propriétés premier colloque franco-mexicain, Grenoble, 1995, Polytechnica, Paris, 1996*
- [www.techniquedelingenieur.com](http://www.techniquedelingenieur.com)

**Semestre: 1**

**Unité d'enseignement: UEM1.1**

**Matière: Rhéologie des polymères**

**VHS: 37h30 (Cours : 1h30, TP: 1h00)**

**Crédits: 3**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Permettre à l'étudiant de connaître les principaux types de comportements rhéologiques des fluides et particulièrement les polymères à l'état liquide et à l'état de fusion et leurs applications à la mise en forme.

**Connaissances préalables recommandées:**

Connaissances de base en chimie et en physique.

**Contenu de la matière :**

**Rhéologie des liquides**

- Principes de fonctionnement des différents rhéomètres.
- Fluides newtoniens
- Fluides non newtoniens
  - Fluide non newtonien au comportement indépendant du temps (Fluide sans contrainte critique, (pseudoplastique ou rhéofluidifiant, dilatant), Fluide à contrainte critique (de Bingham, de Casson...)
  - Fluide visqueux dépendants du temps (Fluide thixotrope, Fluide rhéopexe)
- Solides purement élastiques linéaires
- Viscoélasticité des polymères fondus
  - Comportement viscoélastique (Mise en évidence, L'effet Weissenberg...).

**Rhéologie des polymères solides**

- Rappels sur les tenseurs et notations indicielles
- Rappels sur les relations contrainte/déformation en élasticité linéaire
- Différents comportements viscoélastique des polymères
- Comportement sous charges statiques (fluage, relaxation)
  - Le Principe de superposition de Boltzman
  - Les Modèles : Modèles de Maxwell, de Kelvin-Voigt, ...
  - Expériences de fluage et de relaxation
  - Notion de temps de relaxation
- Comportement viscoélastique des polymères, sous charges dynamiques (Module complexe)
- Essais à l'état solide (Fluage et relaxation, Traction, Torsion, Choc, Fatigue, Rupture, Analyse mécanique dynamique)

TP : (Suivant les capacités de l'établissement)

- TP Viscosimétrie : détermination de la viscosité et du comportement rhéologiques de différents fluides (newtoniens et non newtoniens)
- TP de rhéométrie (rhéologie de propriétés complexes, mesurer la viscosité de solutions polymères diluées, mesurer la viscoélasticité des polymères...)

**Mode d'évaluation:** Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%.

**Références bibliographiques:**

- R. I. TANNER " Engineering rheology" Oxford Science Publications, 1992.*  
*C. L. ROHN " Analytical polymer Rheology" Hanser, New York, 1995.*  
*J. M. PIAU et J.F. AGASSANT « Rheology for polymer melt processing », Elsevier, 1996.*  
*DEALY / SAUCIER "Rheology in plastics quality" , SPE – Hanser, 2000*  
*C.W. MACOSKO, Rheology : principles, measurements and applications, ed. VCH, 1994.*  
*I.M WARD "Mechanical properties of solid polymers" John Wiley and sons, London 1971*  
*J.D FERRY "Viscoelastic properties of polymers" John Wiley Eds. New-York, 1980*  
*A.D JENKINS "Polymer science" Vol 1 and 2, North Holland Pub, Amsterdam, 1972*  
*M.DOÛ et S.F EDWARDS "The phenomenological theory of linear viscoelastic behaviour"*  
*Springer\**



**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UED 1.1**  
**Matière 1: Classes des matériaux et des polymères**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30)**  
**Crédits: 2**  
**Coefficient: 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

La connaissance et la caractérisation de solides ayant des formes, tailles et structures parfaitement contrôlées est devenue indispensable, du fait de leur large utilisation dans l'industrie : catalyseurs de craquage ou de synthèse des hydrocarbures, charges introduites dans les élastomères ou les peintures, pigments, adsorbants utilisés pour la purification ou l'analyse chimique (tamis moléculaires, adsorbants pour chromatographie), liants hydrauliques (bétons), poudres destinées à la préparation d'émulsions (émulsions de produits pour traitements agricoles)...

L'objectif du cours est de fournir à l'étudiant une vision claire sur les grandes classes des matériaux, sur leurs caractéristiques physico-chimiques pour pouvoir donner leur limite d'utilisation

### **Connaissances préalables recommandées:**

Chimie générale, chimie organique, thermodynamique

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1. Matériaux inorganiques (5 Semaines)**

- I- Introduction : cohésion dans les solides cristallins, propriétés physique des matériaux.
- II- Métaux et alliages
- III- Les céramiques et verres
- IV- Endommagement des matériaux avec le temps

#### **Chapitre 2. Matériaux organiques (5 Semaines)**

- I- Présence des polymères dans l'environnement
- II- Classification des polymères synthétiques et naturels
- III- Place des matériaux polymériques par rapport aux métaux céramiques

#### **Chapitre 3. Classement des polymères par leurs propriétés (5 Semaines)**

- I- Propriétés thermiques
- II- Propriétés mécaniques
- III- Propriétés électriques
- IV- Propriétés optiques

**Mode d'évaluation:** Examen: 100 %.

### **Références bibliographiques:**

- 1- *Microstructure et propriétés des matériaux.*  
Collectif Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et chaussées (ENPC)  
Presses de l'école nationale des Ponts et Chaussées (ENPC)
- 2- *Propriétés des matériaux naturels*
- 3- *Matériaux (coffret de 4 volumes) - AMC, hors série*  
Acier - Bois - Terre cuite - Verre, Collectif Groupe Moniteur

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UED 1.1**  
**Matière 1: Electrochimie**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Objectifs de l'enseignement : L'étudiant doit être capable d'appliquer les connaissances acquises en électrochimie et plus particulièrement en cinétique électrochimique, aux matériaux. Cette UE lui permet également de découvrir l'importance des phénomènes électrochimiques qui interviennent dans les industries des matériaux.

**Connaissances préalables recommandées:**

Notions de base de chimie.

**Contenu de la matière:**

A- Electrochimie fondamentale :

- 1- rappels succincts sur les systèmes électrochimiques à l'équilibre
- 2- cinétique électrochimique,
- 3- introduction à la voltampérométrie cyclique et à la spectrométrie d'impédance

B- Electrochimie appliquée aux matériaux :

- 1- application de la cinétique électrochimique à la corrosion : mécanismes, protections contre la corrosion,
- 2- traitements électrochimiques des surfaces : polissage électrolytique, dépôts électrolytiques, électropolymérisation,
- 3- Spectrométrie d'impédance

**Mode d'évaluation:** Examen: 100 %.

**Références bibliographiques:**

- Pannietier -Souchay, *Chimie générale – Cinétique chimique* Ed. Masson -1974
- Rochaix, *Electrochimie*, Nathan, Paris, 1996
- G. Charlot, *Méthodes électrochimiques et absorptiométriques*, Masson et Cie, Paris, 1971
- C. Antropov, *Electrochimie théorique*, Ed. Mir, Moscou, 1975

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UET 1.1**  
**Matière 1: Anglais technique et terminologie**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Initier l'étudiant au vocabulaire technique. Renforcer ses connaissances de la langue. L'aider à comprendre et à synthétiser un document technique. Lui permettre de comprendre une conversation en anglais tenue dans un cadre scientifique.

**Connaissances préalables recommandées:**

Vocabulaire et grammaire de base en anglais

**Contenu de la matière:**

- Compréhension écrite : Lecture et analyse de textes relatifs à la spécialité.
- Compréhension orale : A partir de documents vidéo authentiques de vulgarisation scientifiques, prise de notes, résumé et présentation du document.
- Expression orale : Exposé d'un sujet scientifique ou technique, élaboration et échange de messages oraux (idées et données), Communication téléphonique, Expression gestuelle.
- Expression écrite : Extraction des idées d'un document scientifique, Ecriture d'un message scientifique, Echange d'information par écrit, rédaction de CV, lettres de demandes de stages ou d'emplois.

**Recommandation : Il est vivement recommandé au responsable de la matière de présenter et expliquer à la fin de chaque séance (au plus) une dizaine de mots techniques de la spécialité dans les trois langues (si possible) anglais, français et arabe.**

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

**Références bibliographiques :**

1. P.T. Danison, *Guide pratique pour rédiger en anglais: usages et règles, conseils pratiques, Editions d'Organisation 2007*
2. A. Chamberlain, R. Steele, *Guide pratique de la communication: anglais, Didier 1992*
3. R. Ernst, *Dictionnaire des techniques et sciences appliquées: français-anglais, Dunod 2002.*
4. J. Comfort, S. Hick, and A. Savage, *Basic Technical English, Oxford University Press, 1980*