



Guide pédagogique

Module « Matières plastiques »

ECOMAP 8.2 (4 crédits ECTS)

Place du module et enjeux

Ce module a pour objectif de donner les bases des connaissances nécessaires pour travailler avec des matériaux polymères. Les futurs ingénieurs pourront ainsi découvrir, de manière approfondie, les relations structure/propriétés (mécaniques et rhéologiques notamment), via différentes méthodes de caractérisation physico-chimique des polymères. Ces apprentissages seront accompagnés par des enseignements pratiques permettant la confrontation entre la théorie et le laboratoire. La deuxième partie de ce module permettra d'appréhender les conditions nécessaires pour compatibiliser des mélanges de polymères.

Teaching guide and syllabus

Module “Plastic materials”

ECOMAP 8.2 (4 ECTS credits)

Subject matter importance and associated issues

The purpose of this module is to provide the basics of the knowledge needed to work with polymeric materials. Thus, the future engineers will be able to discover, in a thorough way, the structure / properties relationships (mechanical and rheological in particular), via different methods of physico-chemical characterization of the polymers. These learnings will be accompanied by practical works allowing the confrontation between the theory and the laboratory. The second part of this module will make it possible to understand the conditions necessary to compatibilize polymer blends.

Responsable : Claire Longuet

Téléphone : 04 66 78 53 45

Courriel : claire.Longuet@mines-ales.fr

ENSEIGNEMENTS ACADEMIQUES	Volume horaire	Détail des coefficients	Crédits
Matières plastiques	48 h		
○ Matériaux polymères	29	3	4
○ Alliages polymères	11	1	
○ TP Polymères	8	1	

Matière 1 :

<i>Matériaux polymères</i>	
Code : ECOMAP 8.2.1	Titre du module : Matières plastiques
Semestre : S8	Cursus de rattachement : Département ECOMAP

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
29	49	23	4	0	0	2	20	3	

Titre	Matériaux polymères
Résumé	Généralités sur les matériaux polymères – Relation Structures/Propriétés

Responsable	Didier PERRIN – C2MA – IMT Mines Alès
Equipe enseignante	Anne BERGERET – C2MA – IMT Mines Alès Didier PERRIN – C2MA – IMT Mines Alès Claire LONGUET – C2MA – IMT Mines Alès Belkacem OTAZAGHINE – C2MA – IMT Mines Alès

Mots-clés	Polymères, structures, propriétés des plastiques, physico-chimie des macromolécules
Prérequis	Matériaux pour l'Ingénieur, chimie organique et macromoléculaire générale

<p>Contexte et objectif général : Initier les étudiants à la physico-chimie des matériaux polymères, aux relations structure/propriétés, en lien avec des applications. Les objectifs sont doubles : d'une part il s'agit de présenter de manière approfondie les relations structure/propriétés (thermiques, (physico-)chimiques, mécaniques et rhéologiques notamment) ; d'autre part le cours vise à présenter les différentes méthodes de caractérisation (physico-)chimique des polymères.</p> <p>Programme et contenu :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Qu'est-ce qu'un matériau polymère ? 2- Quelles sont les différentes familles et voies de synthèse de polymères ? 3- Quelle est l'influence de la chimie des polymères sur les propriétés d'usage ? 4- Polymères thermoplastiques amorphes et semi-cristallins ; 5- Polymères thermodurcissables et élastomères ; 6- Propriétés (physico-)chimiques et thermiques ; 7- Propriétés (thermo)mécaniques et rhéologiques. <p>Méthode et organisation pédagogique : Cours magistraux (20 h) et Travaux dirigés (7 h)</p> <p>Acquis d'apprentissage visés : Être capable de faire le lien entre la chimie/microstructure des polymères et leurs propriétés en usage et en mise en œuvre.</p> <p>Evaluation : CE 2 h</p> <p>Retour sur l'évaluation fait à l'élève : Consultation des copies sur demande expresse de l'élève Délais de correction des examens : 3 semaines</p> <p>Support pédagogique et références : Présentation Power Point Fascicule de cours et d'exercices de TD complétant la présentation</p>

Matière 2 :

<i>Alliages polymères</i>

Code : ECOMAP 8.2.2	Titre du module : Matières plastiques
Semestre : S8	Cursus de rattachement : Département ECOMAP

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
11	19	10	0	0	0	1	8	1	

Titre	Alliages polymères
Résumé	Ce cours s'intéresse aux mélanges de polymères. Il permet d'amener un éclairage sur l'intérêt de leur utilisation, de détailler les domaines d'utilisation et d'aborder les problématiques liées à leur formulation avec notamment les aspects importants concernant la compatibilisation.

Responsable	Marcos BATISTELLA – C2MA – IMT Mines Alès
Equipe enseignante	Marcos BATISTELLA LOPEZ-CUESTA – C2MA – IMT Mines Alès Belkacem OTAZAGHINE– C2MA – IMT Mines Alès

Mots-clés	Mélange de polymères, immiscibilité, compatibilisation réactive
Prérequis	Chimie macromoléculaire, matériaux polymères

<p>Contexte et objectif général : Les polymères sont une classe de matériaux qui connaît aujourd'hui une très grande variété d'applications dans tous les secteurs industriels. Cette adaptabilité est due à une large gamme de structures chimiques possibles qui conditionnent des propriétés différentes mais également à la possibilité de moduler ces propriétés en les combinant entre eux. Cette stratégie qui consiste à mélanger des polymères (mélanges miscibles ou compatibles) permet de mettre au point des matériaux qui combinent avantageusement les propriétés de chacune des phases du mélange. Les matériaux issus de ces mélanges permettent ainsi de répondre à des besoins industriels spécifiques que les polymères disponibles seuls ne permettent pas d'atteindre. L'objectif de ce cours est de présenter les mélanges de polymères et leurs applications. La compatibilisation qui est un des aspects importants de la mise au point de ce type de matériaux est également abordée.</p>
<p>Programme et contenu : Le cours se découpe en deux parties. La première partie (6H00) concerne les aspects thermodynamiques des mélanges de polymères qui permettent de comprendre les processus de miscibilité et compatibilité. Le cours aborde également les processus de formation des morphologies des alliages de polymères. Différents types de mélanges de polymères et leurs propriétés sont présentés. L'accent est plus particulièrement porté sur les alliages de polymères biodégradables. La seconde partie (4H00) concerne plus particulièrement la compatibilisation des mélanges de polymères. Cet aspect est essentiel pour ces matériaux car dans la très grande majorité des cas, les polymères ne sont pas miscibles et les mélanges nécessitent l'utilisation d'un compatibilisant. Cette partie du cours s'intéresse donc aux différentes stratégies qui peuvent être utilisées, aux avantages qu'elles amènent ainsi qu'à leurs limitations.</p>
<p>Méthode et organisation pédagogique : Cet enseignement se présente sous la forme d'un cours magistral. Des supports sont mis à disposition des étudiants. L'évaluation du cours se fait par contrôle écrit dont l'objectif est d'évaluer les connaissances assimilées par l'étudiant ainsi que sa capacité de réflexion sur le sujet.</p>
<p>Acquis d'apprentissage visés : Le cours vise à mieux connaître les matériaux polymères et plus particulièrement l'intérêt des mélanges de polymères. Il permet d'apporter un éclairage sur ces matériaux, les opportunités qu'ils amènent en termes de propriétés et d'empreinte environnementale, les domaines d'application ainsi que les problématiques qui leur sont propres.</p>
<p>Evaluation : CE 1 h</p>
<p>Retour sur l'évaluation fait à l'élève : Consultation des copies sur demande de l'élève.</p>
<p>Support pédagogique et références : Support imprimé du cours.</p>

Matière 3 :

<i>TP Polymères</i>	
Code : ECOMAP 8.2.3	Titre du module : Matières plastiques
Semestre : S8	Cursus de rattachement : Département ECOMAP

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
8	11	0	0	8	0	0	3	1	

Titre	TP Polymères
Résumé	Ces TP concernent les matériaux polymères et abordent différents aspects comme leur synthèse et leur identification.

Responsable	Belkacem OTAZAGHINE – C2MA – IMT Mines Alès
Equipe enseignante	Claire LONGUET – C2MA – IMT Mines Alès Loïc DUMAZERT – C2MA – IMT Mines Alès Belkacem OTAZAGHINE – C2MA – IMT Mines Alès Didier PERRIN – C2MA – IMT Mines Alès Rodolphe SONNIER – C2MA – IMT Mines Alès

Mots-clés	Synthèse macromoléculaire, masse molaire, caractérisations physico-chimiques
Prérequis	Chimie et physico-chimie, microstructure

<p>Contexte et objectif général : Les polymères sont une classe de matériaux qui connaît aujourd'hui une très grande variété d'applications dans tous les secteurs industriels. L'objectif de ces TP vise à familiariser les étudiants avec les matériaux polymères en traitant de différents aspects tels que leur synthèse ou leurs caractérisations thermiques et physico-chimiques. Ces TP sont donc en lien direct avec des notions étudiés dans les différentes matières du module ECOMAP 8.2 « Matières plastiques ».</p>
<p>Programme et contenu : Deux TP différents seront menés : TP1 : Synthèse macromoléculaire → Ce TP comporte deux parties dont la première concerne la synthèse d'un polymère (PMMA) par voie radicalaire avec suivie de la conversion. La seconde partie vise à déterminer la masse molaire d'échantillons de polymères commerciaux par viscosimétrie. TP2 : Identification de polymères par méthodes physico-chimiques. Dans ce TP, les élèves doivent identifier les polymères constitutifs d'objets de la vie courante (gobelet, câble, etc...) à l'aide de plusieurs techniques d'analyse (spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier, calorimétrie différentielle à balayage et mesure de densité). Ces techniques permettent d'appliquer les connaissances vues lors des cours : structure d'un polymère, relation structure-propriétés (transparence, rigidité), températures caractéristiques.</p>
<p>Méthode et organisation pédagogique : Les étudiants suivent chacun des TP par groupe de 3-4 élèves. Une équipe d'encadrants est présente tout le long de la séance et le matériel nécessaire à la réalisation du TP est mis à disposition des élèves. Un compte-rendu des résultats obtenus pour chaque TP sera à rendre aux encadrants dans un délai de 5 jours ouvrés après chaque séance.</p>
<p>Acquis d'apprentissage visés : Ces séances de TP visent à familiariser les étudiants avec les polymères, leur synthèse ainsi que les techniques et les appareillages pour leur caractérisation.</p>
<p>Evaluation : <i>Compte rendu noté pour chaque TP</i></p>
<p>Retour sur l'évaluation fait à l'élève : Consultation des comptes rendus notés sur demande des élèves.</p>
<p>Support pédagogique et références : Support des TP sur le site CAMPUS</p>

Méthode et organisation pédagogique (pour apporter des précisions si nécessaire selon les méthodes pédagogiques utilisées):

« Matériaux polymères » précède les TP et « Mélange de polymères et compatibilisation ».

Modalité d'évaluation

Le niveau d'acquisition des compétences sera évalué selon les exigences suivantes :

N° indicateur	Indicateur
1	Connaitre les savoirs formels et pratiques du socle des fondamentaux
2	Exploiter les savoirs théoriques et pratiques
3	Analyser, interpréter, modéliser, émettre des hypothèses, et résoudre

Répartition

Matière	Contrôle	Coefficients	Type de notation	Indicateurs évalués	Chapitres
Matériaux polymères	Contrôle	3	Individuelle	1, 2	Tous
TP polymères	Comptes rendus	1	En groupe	2, 3	Tous
Alliages polymères	Contrôle	1	Individuelle	1, 2	Tous

Engagement de l'étudiant, éthique et professionnalisme

La démarche éthique est définie dans le règlement intérieur de l'établissement. Chaque étudiant s'engage à en prendre connaissance et à la respecter.

Obligation des cours (Selon l'article 5.3 du Règlement Intérieur, l'on peut définir la présence obligatoire ou non à certains exercices pédagogiques):

Nombre d'heures estimées de travail personnel (à évaluer selon le type de pédagogie utilisée):
pour acquérir les compétences demandées, il est nécessaire que l'étudiant consacre minimum 45 min de travail personnel de compréhension et d'approfondissement par séance de cours.

Nombre d'heures estimées de préparation aux travaux dirigés (TD) : 0

Pénalité pour retard (Conformément à l'article 3.3 du Règlement de scolarité, les enseignants peuvent appliquer des pénalités en cas de remise tardive de rapport sans motif valable (la validité du motif est laissée à l'appréciation de l'enseignant).

Tout travail remis en retard sans motif valable peut être pénalisé de 2 points par jour de retard.

Équipe enseignante (présenter ici l'équipe enseignante, son expertise, ses coordonnées)

Nom	Domaine d'expertise	Courriel/Téléphone
Marcos Batistella	Fabrication additive, science des matériaux	marcos.batistella@mines-ales.fr / 04 66 78 53 42
Belkacem OTAZAGHINE	Synthèse macromoléculaire	belkacem.otazaghine@mines-ales.fr 04 66 78 56 69
Claire LONGUET	Polymères, synthèse chimique, vieillissement	claire.longuet@mines-ales.fr 04 66 78 53 45
Loïc DUMAZERT	Physico-chimie des matériaux	loic.dumazert@mines-ales.fr 04 66 78 56 62
Didier PERRIN	Choix des matériaux, polymères	didier.perrin@mines-ales.fr 04 66 78 53 69
Rodolphe SONNIER	Ignifugation	rodolphe.sonnier@mines-ales.fr 04 66 78 56 59
Anne BERGERET	Chimie et physicochimie des polymères, relations structure/propriétés/élaboration des matériaux polymères et composites	anne.bergeret@mines-ales.fr 04 66 78 53 44

ACADEMIC TEACHING	Teaching hours	Coefficients	Credits
Plastic materials	48		
○ <i>Plastics</i>	29	3	4
○ <i>Polymer blends</i>	11	1	
○ <i>Practical works on polymers</i>	8	1	

Class 1

Class title: <i>Plastics</i>	
Code: ECOMAP 8.2.1	Module title: Plastics Materials
Semester: S8	Classification: ECOMAP department

Hours of presence	Total hours	Lectures	Works hop	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
29	49	23	4	0	0	2	20	3	

Title	<i>Polymer Materials</i>
Summary	Polymer Materials Overview - Relationship Structures / Properties

Head	Didier PERRIN – C2MA – IMT Mines Alès
Teaching team	Anne BERGERET – C2MA – IMT Mines Alès Didier PERRIN – C2MA – IMT Mines Alès Claire LONGUET – C2MA – IMT Mines Alès Belkacem OTAZAGHINE – C2MA – IMT Mines Alès

Keywords	Polymers, structures, properties of plastics, physico-chemistry of macromolecules
Prerequisites	Materials for the Engineer, General Organic Macromolecular Chemistry

<p>Context and general objective: Introduce students to the physico-chemistry of polymer materials, to the structure / properties relationship, in relation to applications. The objectives are twofold: on the one hand it is a question of presenting in depth the structure / properties relations (mechanical and rheological in particular), on the other hand the course aims at presenting the different methods of physicochemical characterization of polymers.</p>
<p>Program and contents: 1- What is a polymer material? 2- What are the different families and synthesis of polymers? 3- What is the influence of polymer chemistry on the properties of use? 4- Amorphous and semi-crystalline thermoplastic polymers; 5- Thermosetting polymers and elastomers; 6- Thermal and (physico-)chemical properties; 7- (Thermo) mechanical and rheological properties.</p>
<p>Method and pedagogic organization: Lectures (20h) and tutorials (7h)</p>
<p>Targeted skills or knowledge: To be able to make the link between the chemistry / microstructure of polymers and their properties in use and in implementation.</p>
<p>Evaluation: <i>written exam 2 h duration</i></p>
<p>Feedback made to the student: Consultation of copies at the student's express request Exam correction times: 3 weeks.</p>

Teaching material and references:

Power Point presentation
 Course and exercise booklet supplementing the presentation
 Annals of exams and corrected

Class 2

Class title: <i>Polymer blends</i>	
Code: ECOMAP 8.2.2	Module title: Plastics
Semester: S8	Classification: ECOMAP department

Hours of presence	Total hours	Lectures	Works hop	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
11	19	10	0	0	0	1	8	1	

Title	Polymer blends
Summary	The course focuses on polymer blends and presents their interest and areas of use. Issues related to their formulation are also discussed, particularly an important aspect which is their compatibilization.

Head	José-Marie LOPEZ-CUESTA – C2MA – IMT Mines Alès
Teaching team	José-Marie LOPEZ-CUESTA, Belkacem OTAZAGHINE– C2MA – IMT Mines Alès

Keywords	Polymer blends and compatibilization
Prerequisites	Macromolecular chemistry, polymer materials

Context and general objective:

Polymers are materials that have a wide variety of applications in all industrial sectors. Their adaptability is due to a wide range of possible chemical structures allowing various properties, but also to the possible modulation of these properties by advantageous combinations of polymers. This strategy of mixing polymers allows the development of materials combining the properties of each phase of the blend (miscible or compatible). The materials obtained make it possible to respond to specific industrial needs that no polymer can satisfy. The objective of this course is to present polymer blends and their applications. Compatibility, which is one of the important aspects of the development of this type of material, is also discussed.

Program and contents:

The course is composed of two parts. The first one (6 hours) concerns thermodynamic aspects of polymer blends allowing to understand miscibility and compatibility processes. The course deals also with the processes of morphology formation for the polymer blends. Several types of polymer blends and their properties are presented. The course stresses particularly on blends of biodegradable polymers.

The second part (4 hours) concerns more particularly the compatibilization strategies used for polymer blends. This aspect is essential because of the immiscibility observed for most polymer blends. This part of the course focuses on the different strategies that can be used, their advantages and disadvantages.

Method and pedagogic organization:

This teaching is in the form of a lecture. Supports are made available to students. The written test (1 hour) will assess the knowledge assimilated by students and their ability to reflect on the subject.

Targeted skills or knowledge:

The course aims to better understand polymer materials and more particularly the interest of polymer blends: their opportunities, regarding properties and environmental footprint, their fields of application and the problems related to their formulation.

Evaluation: *written exam (1h00)*

Feedback made to the student:

Possibility to consult the copy on request of the student.

Teaching material and references:

Printed course materials

Class 3

Class title: <i>Practical works on polymers</i>	
Code: ECOMAP 8.2.3	Module title: Plastics Materials
Semester: S8	Classification: ECOMAP department

Hours of presence	Total hours	Lectures	Works hop	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
8	11	0	0	8	0		3	1	

Title	<i>Practical works on polymer materials</i>
Summary	These practical works deal with polymeric materials and address different experimental aspects such as their synthesis and identification.

Head	Belkacem OTAZAGHINE – C2MA – IMT Mines Alès
Teaching team	Claire LONGUET – C2MA – IMT Mines Alès Loïc DUMAZERT – C2MA – IMT Mines Alès Belkacem OTAZAGHINE – C2MA – IMT Mines Alès Didier PERRIN – C2MA – IMT Mines Alès Rodolphe SONNIER – C2MA – IMT Mines Alès

Keywords	Macromolecular synthesis, molar mass
Prerequisites	Chemistry, physico-chemistry and rheology of polymers

<p>Context and general objective: Polymers are materials that have a wide variety of applications in all industrial sectors. These practical works will enable students to become familiar with the polymer materials. The exercises deal with different aspects of polymers such as their synthesis or their physico-chemical characterizations. These practical works are therefore directly related to the concepts studied in the various topics of the "ECOMAP 8.2 Plastics module".</p>
<p>Program and contents: Practical work 1: Macromolecular synthesis → The first part of this practical work deals with the synthesis of polymer chains (PMMA) by a radical process. The second part is based on the evaluation of the molecular weight of commercial polymer samples using viscometry analyses. Practical work 2: Identification of polymers by physico-chemical analyses. Students must identify polymers contained in various daily life objects using different analyses as Fourier-transformed Infrared spectroscopy, differential scanning calorimetry and density measurements. The analyses are related to some important issues previously addressed during lectures, as the polymer structure, the relation between the structure and some properties (transparency, stiffness) and the characteristic temperatures (glass transition and melting temperatures).</p>
<p>Method and pedagogic organization: All students follow each practical session in groups (3-4 students). Teachers are present during the session and all the material needed for practical work is available. A report will be returned by the students five open days following each session.</p>
<p>Targeted skills or knowledge: These practical sessions aim to familiarize students with polymers, their synthesis and the techniques and equipment used for their characterization.</p>
<p>Evaluation: Practical work reports</p>
<p>Feedback made to the student: Possibility to consult the copy on request of the students.</p>
<p>Teaching material and references: Practical works documents</p>

Method and teaching organization

Polymer material course is scheduled first

Testing procedures

The student's level of knowledge acquisition will be evaluated according to the following points :

N° Indicator	Indicator
1	To know the formal and practical knowledge constituting the foundation of a given field
2	Exploit theoretical and practical knowledge
3	Analyze, interpret, model, hypothesize and solve problems

Grading scheme:

Class	Exam	Coefficients	Administration mode	Evaluated Indicators	Chapters
Plastics	Exam	3	Individual	1, 2	all
Practical works on polymers	Reports	1	In group	2, 3	all
Polymer blends	Exam	1	Individual	1, 2	all

Student commitments, ethics and professionalism

Expectations concerning ethics are defined in the establishment's code of conduct. Each student is expected to know and respect the code of conduct.

Obligatory presence in classes (According to article 5.3 of the Code of conduct, physical presence at certain teaching exercises can be deemed obligatory:

Estimated hours of personal study (evaluate in function of the type of teaching method used): in order to acquire the required learning level, the student is expected (must) to spend a minimum of 45min of personal study time per hour spent in class.

Estimated hours of preparation required for labs/Work Shop: 0

Late penalties (According to article 3.3 of the Teaching Code, teachers can administer penalties for reports/homework that are late without a valid justification (validity is left to the teacher's best judgement)).

All late work is subject to penalties as follows 2 points by day.

Teaching team (list the names of the teachers and what they teach, with contact information (phone and email))

Name	Areas of expertise	Email/Phone
Belkacem OTAZAGHINE	Polymers, polymer chemistry, crosslinking	belkacem.otazaghine@mines-ales.fr 04 66 78 56 69
Claire LONGUET	Polymers, polymer chemistry, ageing	Claire.Longuet@mines-ales.fr 04 66 78 53 45
Loïc DUMAZERT	Polymers	Loic.Dumazert@mines-ales.fr 04 66 78 56 62
Didier PERRIN	Choice of materials, polymers	Didier.Perrin@mines-ales.fr 04 66 78 53 69
Rodolphe SONNIER	Flame retardancy	Rodolphe.Sonnier@mines-ales.fr 04 66 78 56 59
Anne BERGERET	Polymer chemistry and physico-chemistry, relationships between microstructure/properties/processing of polymers and composites	Anne.Bergeret@mines-ales.fr 04 66 78 53 44

Approbation

Ce guide pédagogique entre en vigueur à compter du 01/09/2024

Il est porté à la connaissance des élèves par une publication sur Campus

Rédaction	Vérification	Validation
L'enseignant responsable du module : Claire LONGUET 	Le responsable d'UE / de département : Belkacem OTAZAGHINE 	Le directeur de l'école, Pour le directeur et par délégation, Le directeur de la DFA / de la DE :