

**Pourquoi cette UE ?**

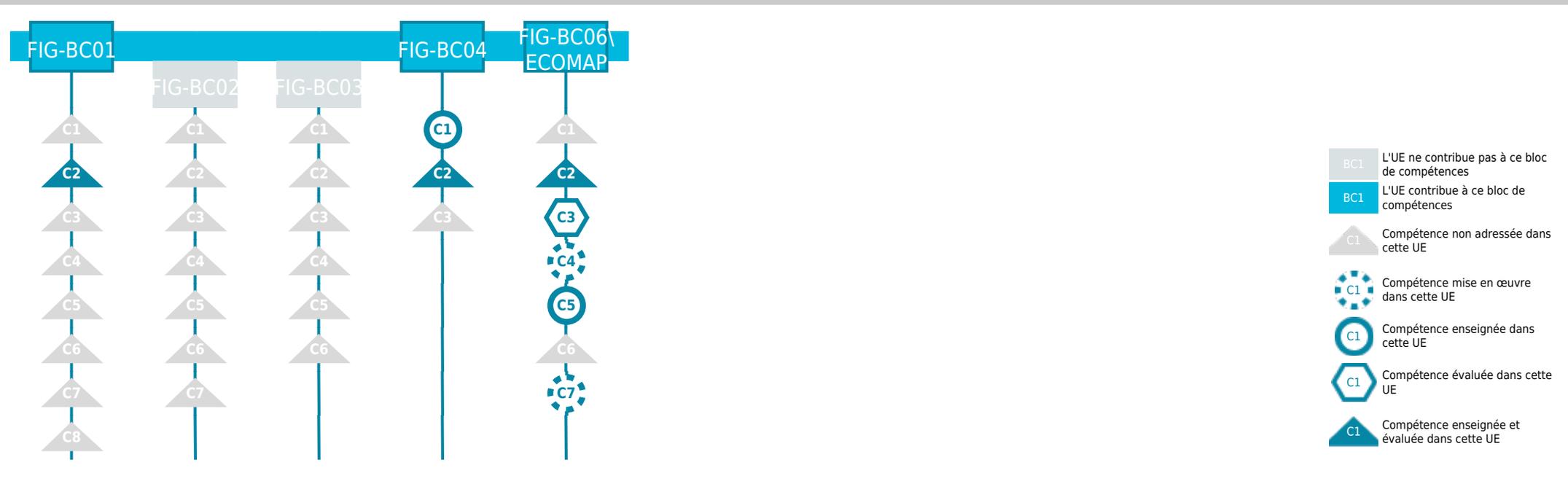
Ce module explore les matériaux (bio)(nano)composites, poudres et suspensions via quatre cours : « Composites et renforts fibreux », « Micro et nanocomposites », « Bioplastiques et biocomposites » et « Poudres et suspensions ». Il aborde les matrices (bio)polymères, les objets (nano)(micro)particulaires et fibreux, leur caractérisation, dispersion, synthèse, transformation, ainsi que les microstructures résultantes. L'accent est mis sur les interactions phase dispersée/continue et les propriétés chimiques, physiques et mécaniques. L'objectif : développer des matériaux biosourcés et biodégradables à faible impact environnemental en divers secteurs (transport, bâtiment, emballage, électronique)

**Éléments constitutifs de l'UE**

	coefficient	
ECOMAP_9_1-1 Poudres et suspensions	1	
ECOMAP_9_1-2 Composites et renforts fibreux	2	
ECOMAP_9_1-3 Micro et nanocomposites	1	
ECOMAP_9_1-4 Bioplastiques et biocomposites	3	
Volume d'heures d'enseignement encadré	Volume d'heures de travail personnel	Nombre d'ECTS
70	25	6

Alignement curriculaire

**Parmi les compétences visées par la formation, lesquelles sont développées dans cette UE ?**



## Contexte et enjeux de l'enseignement

Cet enseignement explore les caractéristiques, propriétés et comportements des poudres et suspensions, systèmes omniprésents dans les secteurs industriels (dont ceux des nano- et microcomposites polymères), et ce en lien avec les cycles de vie et le recyclage des matériaux.

## Prise en compte des dimensions socio-environnementales

ODD9 - Industrie, innovation et infrastructure ODD11 - Villes et communautés durables ODD12 - Consommation et production responsables

### Prérequis

- Cours "Matériaux pour l'ingénieur" en L2 - Notions de physicochimie

## Modalités d'enseignement et d'évaluation

	Nb d'heures
Cours	10
Cours intégré (cours + TD)	
TD	
TP	
Projets	2
Travail en autonomie encadré	
Contrôles et soutenances	
Travail personnel	2

## Objectifs pédagogiques

(à la fin de cet enseignement, l'étudiant sera capable de ...)

Appliquer les notions théoriques vue en cours et les mobiliser en situation industrielle dans le but :

- d'optimiser les formulations des matières d'œuvre dans les domaines de la céramurgie, métallurgie, plasturgie, pharmacie et cosmétiques, revêtements ...
- d'optimiser l'élaboration de matériaux composites,
- de dimensionner et optimiser les processus industriels dans le domaines des matériaux
- réduire les impacts environnementaux en lien avec les ODD 9, 11 et 12.

## Activités

(CM, TD, TP, projet, sortie terrain, etc. )

Elaboration et présentation d'une "fiche matériaux" par binôme/trinôme sur la base d'une liste de contextes industriels proposés par l'enseignant. Cet exercice constitue un moyen pédagogique intéressant pour aider les élèves à s'appropriier et comprendre les notions développées dans le cours, en faisant le lien entre un sujet industriel donné et les connaissances et concepts fondamentaux du cours.

## Évaluations et retours faits aux élèves

(évaluations qui comptent pour la note ou qui permettent à l'étudiant de se situer, corrigés, feedback personnalisé...)

La note globale est la moyenne entre celle de l'évaluation par les pairs d'une présentation orale (travail en binôme / trinôme) et celle de la "fiche matériaux" écrite évaluée par l'enseignant. A ces modalités d'évaluation principales pourront être rajoutés d'autres exercices qui seront précisés en début de cours par l'enseignant. En cas de dysfonctionnement avéré, la note du groupe peut être individualisée. Retours faits en séance au cours de la réalisation et de la présentation de la fiche.

## Plan de cours

L'objectif de ce cours est d'acquérir des connaissances générales de base sur les poudres et les suspensions, leurs caractéristiques et propriétés, leur rôle dans les procédés de fabrication, recyclage et leur optimisation pour réduire les impacts environnementaux.

Après une large introduction reprenant les concepts généraux, définitions, domaines d'applications, ainsi que des notions sur la matière molle, un premier volet sur la caractérisation, les propriétés et comportements des poudres, est traité : classification, caractéristiques et méthodes d'analyses granulaires (taille, forme, surface), phénomènes inter-particulaires, capillarité, problématique de mélange/ségrégation, d'échantillonnage, seuil de percolation... Un second volet aborde les problématiques plus spécifiques des suspensions : mélange de composants incompatibles, transport et localisation d'ingrédients actifs vers un substrat, propriétés thermodynamiques, rhéologiques, optiques très spécifiques, et ce en lien avec la physicochimie des interfaces solide/liquide et les problématiques de dispersion, stabilisation /déstabilisation.

Module 1 : Introduction aux états divisés

Module 2 : Les poudres : caractéristiques granulaires et comportements

Modules 3 : Poudres et phénomènes inter-particulaires

Module 4 : Mélange, ségrégation, échantillonnage, seuil de percolation et coulabilité

Module 5 : Suspensions et physicochimie de la dispersion

## Ressources et références

- "Physico-chimie des solutions". R. GABORIAUD - 1996. Masson.
- "Foundations of colloid science- volumes I et II". R.J. HUNTER - 1989. Clarendon Press Oxford
- "Les liquides et leurs propriétés". H.N.V. TEMPERLEY - D.H. TREVENA - 1980. Technique et Documentation.
- "Liquides, Solutions, dispersions, émulsions, gels".B. CABANE, S. HENON - Paris : Editions Belin, 2003
- "Granites et fumées. Un peu d'ordre dans le mélange". E. GUYON, JP HULIN - Editions Odile Jacob, 1997
- "Les objets fragiles". P.G. DE GENNES - J. BADOZ - 1994- Librairie Plon.
- "La juste argile". M. DAOUD - C. WILLIAMS - 1995. - Les Editions de Physique
- "Comprendre la matiere".Sciences et Avenir - Hors série N°99 - Dec. 1994.
- "La matiere molle". J.M. DI MEGLIO - A1195-Techniques de l'Ingénieur.
- "La matiere molle". P.G. DE GENNES - Cédérom Microfolie's Edition / ARTE Edition
- "Liaisons intermoleculaires". A. GERSCHEL - CNRS Editions.
- "Rheometry of pastes, suspensions, and granular materials. Applications in industry and environment". P. COUSSOT- New York : Wiley Interscience, 2005

- "Rhéophysique des pâtes et des suspensions".- P. COUSSOT, C. ANCEY - Les Ulis (91) : EDP Sciences, 1999, Vol.1
- "Caractérisation des poudres et des céramiques".- J.L. CHERMANT - Hermes, Paris 1992
- "Sables, Poudres et grains. Introduction à la physique des milieux granulaires". - J. DURAN - Paris : Eyrolles Sciences, 1997
- "Phénomènes d'interface : Agents de surface. Principes et modes d'action". - J. BRIANT - Paris : Editions Tecnip, 1989.....
- "Formulation of Disperse Systems". - T.F. TADROS - Wiley-VCH, 2014
- "Dispersion of powders in liquids and stabilization of suspensions". - T.F. TADROS - Wiley-VCH, 2012
- "La matière en désordre". - E. GUYON, JP HULIN, D. BIDEAU - EDP Sciences/CNRS Editions, Paris 2014
- "Matière et matériaux- De quoi est fait le monde ?". E. GUYON - Belin : Pour la science, 2010
- "Dispersion of Powders in liquids and stabilization of suspensions » - T. TADROS - Wiley, 2012

**Contexte et enjeux de l'enseignement**

L'objectif de ce cours est d'approfondir les connaissances dans le domaine des composites à matrice polymères en présentant les différentes fibres de renforcement, de leur production, à leur transformation et leur usage

**Prise en compte des dimensions socio-environnementales**

ODD12 - Consommation et production responsables ODD13 - Lutte contre les changements climatiques

**Prérequis****Modalités d'enseignement et d'évaluation**

	Nb d'heures
Cours	18
Cours intégré (cours + TD)	
TD	0
TP	0
Projets	0
Travail en autonomie encadré	
Contrôles et soutenances	1
Travail personnel	8

**Objectifs pédagogiques**

(à la fin de cet enseignement, l'étudiant sera capable de ...)

Maitrise scientifique et technique des différentes architectures textiles, des différents renforcements dans l'industrie des composites, des principales techniques de caractérisation des textiles et des composites

**Activités**

(CM, TD, TP, projet, sortie terrain, etc. )

CM

**Évaluations et retours faits aux élèves**

(évaluations qui comptent pour la note ou qui permettent à l'étudiant de se situer, corrigés, feedback personnalisé...)

Contrôle écrit en fin d'apprentissage avec fiches de synthèse de cours notées

## Plan de cours

Ce cours s'articule autour de 5 parties principales :

1. Présentation du marché des composites et des différents secteurs industriels des composites
2. Présentation des principales matrices polymères utilisées pour les applications composites
3. Présentation des différentes architectures textiles (tissage, tricotage, tressage, non tissé...) et armures (taffetas, sergé, satin...) à travers les différents procédés textiles et en lien avec les caractéristiques textiles
4. Élaboration, transformation, propriétés et traitement de surface de différentes fibres de renforcement : fibres de verre, fibres de carbone, fibres aramides, fibres de basalte, fibres naturelles
5. Caractérisations physiques, mécaniques, thermomécaniques des composites et méthodes de caractérisation de l'interface fibre/matrice dans les composites

## Ressources et références

Présentation PowerPoint accessible sur Campus

## Contexte et enjeux de l'enseignement

Ce cours vise à connaître les différents types de charges microniques et nanométriques incorporées dans les polymères et comprendre les propriétés qu'elles induisent. Un chapitre est consacré à la diversité des charges minérales naturelles et à la compréhension de la relation entre leur structure et leurs potentielles fonctionnalités. Les différents traitements de surface et mode de fonctionnalisation en vue d'améliorer les interfaces charges/matrice polymères sont également abordés. Les charges synthétiques et en particulier les nanoparticules

## Prise en compte des dimensions socio-environnementales

### Prérequis

## Modalités d'enseignement et d'évaluation

	Nb d'heures
Cours	12
Cours intégré (cours + TD)	
TD	
TP	
Projets	
Travail en autonomie encadré	
Contrôles et soutenances	1
Travail personnel	5

## Objectifs pédagogiques

(à la fin de cet enseignement, l'étudiant sera capable de ...)

Maitrise scientifique et technique des différentes architectures, des différents types de charges et renforts nano et microniques utilisés dans les plastiques ; présentation des propriétés conférées ; éléments relatifs aux aspects environnementaux de l'utilisation de nanoparticules et nanocomposites.

## Activités

(CM, TD, TP, projet, sortie terrain, etc. )

## Évaluations et retours faits aux élèves

(évaluations qui comptent pour la note ou qui permettent à l'étudiant de se situer, corrigés, feedback personnalisé...)

Questions et exercices basés sur l'analyse de publications scientifiques et fiches techniques de composites commerciaux.

## Plan de cours

### Partie 1 :

Concept de filler et caractéristiques

Description des principales charges naturelles et synthétiques

Influence des charges microniques sur la structure des polymères et leurs propriétés

Traitements de surface des charges microniques

Propriétés fonctionnelles des micro-composites et aspects environnementaux

### Partie 2 :

Caractéristiques générales des nanoparticules

Différents types de nanoparticules : argiles organo-modifiées, nanotubes de carbone et graphène, LDH, POSS et ZrP

Propriétés conférées aux nanocomposites

Risques et aspects environnementaux des nanoparticules

## Ressources et références

L'objectif de ce cours est de présenter les caractéristiques et propriétés des charges et renforts particuliers, des micro- et nanocomposites .

## Contexte et enjeux de l'enseignement

L'objectif de ce cours est de fournir aux étudiants le bagage technique et scientifique indispensable pour comprendre et répondre aux enjeux actuels relatifs aux développements technologiques et industriels autour des polymères et composites biosourcés et/ou biodégradables. Maitrise scientifique et technique sur les voies de synthèses et de fabrication, les propriétés et les domaines d'applications des bioplastiques et des biocomposites

## Prise en compte des dimensions socio-environnementales

ODD9 - Industrie, innovation et infrastructure ODD12 - Consommation et production responsables ODD13 - Lutte contre les changements climatiques

### Prérequis

Cours "Composites et renforts fibreux" et "Micro et nanocomposites", cours matériaux pour l'ingénieur

## Modalités d'enseignement et d'évaluation

	Nb d'heures
Cours	22
Cours intégré (cours + TD)	
TD	
TP	
Projets	
Travail en autonomie encadré	
Contrôles et soutenances	4
Travail personnel	10

## Objectifs pédagogiques

(à la fin de cet enseignement, l'étudiant sera capable de ...)

- 1) les biopolymères et bioplastiques : biosynthèse, structure chimique, propriétés et applications ;
- 2) le matériau bois : structure complexe, propriétés, transformation, applications structurales et valorisation des co-produits ;
- 3) les biocomposites : matrices (bio)polymères, renforts végétaux, procédés, adhésion interfaciale, propriétés, applications et innovations bioinspirées.

## Activités

(CM, TD, TP, projet, sortie terrain, etc. )

Module de cours + démonstration d'objets, vidéos

## Évaluations et retours faits aux élèves

(évaluations qui comptent pour la note ou qui permettent à l'étudiant de se situer, corrigés, feedback personnalisé...)

exposés scientifiques et techniques à préparer en groupe

## Plan de cours

Partie 1 : Matériaux polymères biosourcés / biodégradables

- Contexte, définitions, enjeux
- Les agropolymères
- Les biopolymères de synthèse

Partie 2 : Le bois, un composite naturel pour l'ingénierie

- Contexte et filière forêt-bois
- Fonctionnement de l'arbre et anatomie du bois
- Circularité, transformations matières et produits bois
- Relation structures-propriétés

Partie 3 : les biocomposites, propriétés et applications

- Structure et propriétés des fibres naturelles
- Procédés de transformations des fibres et des biocomposites
- Propriétés et applications des biocomposites

## Ressources et références

Supports de cours (ppt), vidéos, objets