

## Pourquoi cette UE ?

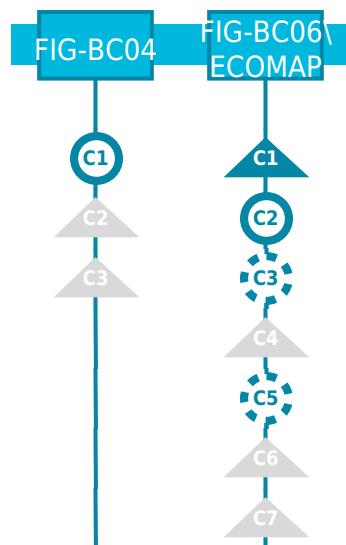
Cette UE fournit l'ensemble des outils nécessaires à l'ingénieur pour sélectionner un matériau en réponse à un cahier des charges spécifique. Il intègre des approches de modélisation avancées permettant d'évaluer et de substituer un matériau dans une application donnée, ainsi que des méthodologies de caractérisation approfondies pour analyser son comportement en service, son vieillissement et sa fin de vie. En prenant en compte les contraintes fonctionnelles, mécaniques, thermiques et environnementales, ce module permet d'optimiser le choix des matériaux en fonction des exigences de performance et de durabilité.

## Eléments constitutifs de l'UE

	coefficients	
ECOMAP_9_3-1 Comportement mécanique des composites	1	
ECOMAP_9_3-2 TP Caractérisation et modélisation mécanique des matériaux composites	1	
ECOMAP_9_3-3 Transferts thermiques et réaction au feu	2	
ECOMAP_9_3-4 Vieillissement et fin de vie des matériaux	2	
Volume d'heures d'enseignement encadré	Volume d'heures de travail personnel	Nombre d'ECTS
73	24	5

Alignement curriculaire

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



- BC1 L'UE ne contribue pas à ce bloc de compétences
- BC1 L'UE contribue à ce bloc de compétences
- C1 Compétence non adressée dans cette UE
- C1 Compétence mise en œuvre dans cette UE
- C1 Compétence enseignée dans cette UE
- C1 Compétence évaluée dans cette UE
- C1 Compétence enseignée et évaluée dans cette UE

**ECOMAP\_9\_3-1 Comportement mécanique des composites**

S9

**Contexte et enjeux de l'enseignement**

Les matériaux composites jouent un rôle majeur dans de nombreux secteurs industriels grâce à leur légèreté et leurs performances mécaniques élevées. Cependant, le contexte environnemental actuel impose une réflexion sur le choix de leurs constituants et leur recyclabilité. Ce cours vise à fournir les bases de la modélisation et de la caractérisation des matériaux composites. Nous aborderons : La modélisation mécanique des matériaux composites (élasticité, rupture). Les techniques de caractérisation non destructive par vibrations. L'objectif est d'acquérir une compréhension approfondie du comportement des composites et des outils de simulation pour une meilleure prise de décision en ingénierie.

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

ODD4 - Éducation de qualité

**Prérequis**

Matériaux pour l'ingénieur, Mécanique des milieux continus, Mécanique de la rupture

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

	Nb d'heures
Cours	14
Cours intégré (cours + TD)	
TD	2
TP	
Projets	
Travail en autonomie encadré	
Contrôles et soutenances	1
Travail personnel	4

**Objectifs pédagogiques**

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

**Activités**

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

- Comprendre, évaluer et modéliser la relation entre les performances d'une structure et les propriétés des matériaux constituants
- Être en mesure de prédire le comportement mécanique de matériaux composites et leur tenue en service
- Être critique par rapport aux modélisations prédictives

**Évaluations et retours faits aux élèves**

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

Cet enseignement se présente sous la forme de cours, TD

QCM 1h

Consultation des copies sur demande expresse de l'élève

**Plan de cours**

Modélisation : introduction aux modèles analytiques pour prédire le comportement mécanique des composites (élasticité, rupture)

Expérimentation : utilisation de l'analyse vibratoire pour suivre l'évolution de la rigidité des structures composites.

**Ressources et références**

Support PowerPoint, polycopié (Campus)

## ECOMAP\_9\_3-2 TP Caractérisation et modélisation mécanique des matériaux composites

S9

**Contexte et enjeux de l'enseignement**

Le TP Caractérisation et Modélisation Mécanique des Matériaux Composites permet de mettre en pratique les concepts théoriques abordés dans le cadre du cours de modélisation et caractérisation. L'objectif est de familiariser les étudiants avec les outils expérimentaux et numériques nécessaires à l'analyse des propriétés mécaniques des composites, en particulier des stratifiés. À travers des études de cas et des exercices pratiques, les étudiants apprendront à appliquer des modèles analytiques pour prédire le comportement des matériaux, tout en utilisant des techniques de caractérisation non destructive pour évaluer leur performance en conditions réelles. L'enjeu de cet enseignement est de développer une approche intégrée, combinant modélisation et expérimentation, afin de mieux comprendre et prédire le comportement des matériaux composites dans des applications industrielles.

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

ODD4 - Éducation de qualité

**Prérequis**

Modélisation des matériaux composites

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

	Nb d'heures
Cours	
Cours intégré (cours + TD)	
TD	
TP	14
Projets	
Travail en autonomie encadré	
Contrôles et soutenances	
Travail personnel	6

**Objectifs pédagogiques**

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

**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...)

- Être en mesure de choisir et d'appliquer un modèle de comportement mécanique prédictif
- Être critique par rapport aux modélisations prédictives

TP

Compte rendus

## Plan de cours

L'objectif de ce TP est de mettre en application (numérique et expérimental) les notions vues dans la matière "modélisation des matériaux composites".

Deux TP sont proposés. Un premier TP (6h) permet d'appliquer les techniques vibratoires sur différents matériaux, dont un matériau stratifié. Un deuxième TP (8h) purement numérique permet d'utiliser un code de calcul par éléments finis pour modéliser le comportement mécanique d'un matériau stratifié. Une comparaison entre modèles (analytique, numérique) et expérience (modules statique et dynamique) est à réaliser et à interpréter.

## Ressources et références

**Contexte et enjeux de l'enseignement**

Dans de nombreux secteurs applicatifs, les matériaux peuvent être soumis à des conditions sévères de température que ce soit en utilisation normale ou en situation accidentelle. Mal maîtrisées ces situations peuvent conduire à la ruine du matériau et causer des pertes matérielles et humaines.

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

ODD9 - Industrie, innovation et infrastructure

**Prérequis**

cours de Matériaux pour l'Ingénieur (S5), la plupart des cours du S8

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

	Nb d'heures
Cours	14
Cours intégré (cours + TD)	
TD	4
TP	
Projets	
Travail en autonomie encadré	
Contrôles et soutenances	2
Travail personnel	4

**Objectifs pédagogiques**

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

L'objectif général du cours est de fournir les bases scientifiques permettant de comprendre et décrire les phénomènes de transfert thermique et de décomposition conduisant à l'échauffement et à l'inflammation d'un matériau, les caractériser et proposer des solutions permettant de développer des matériaux performants répondant au cahier des charges imposé.

**Activités**

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

Cet enseignement se présente sous la forme de cours et exercices d'applications inclus dans le 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...)

Contrôle écrit (1h) + QCM (1h)  
Consultation des copies sur demande expresse de l'élève

## Plan de cours

La tenue au stress thermique et le comportement au feu sont deux éléments importants de la tenue en service d'un matériau. L'objectif du cours est de présenter les phénomènes mis en jeu et les propriétés associées, les lois régissant ces phénomènes et les stratégies permettant d'améliorer le comportement des matériaux.

La réaction au feu des matériaux et la résistance au feu des structures sont de première importance dans nombre d'applications. Les performances des matériaux peuvent être significativement modifiées en fonction du stress thermique subi. Ce cours vise donc à présenter ① les différents phénomènes impliqués dans les transferts de chaleur, la décomposition thermique et la combustion des matériaux organiques et ② les modèles qui les décrivent dans des scénarios liés à la tenue en service. Les propriétés thermiques contrôlant l'échauffement et la décomposition du matériau sont présentées ainsi que les méthodes expérimentales permettant de les mesurer. Les stratégies visant à améliorer l'ignifugation et à protéger les structures et les nouvelles tendances dans le domaine de la recherche y sont aussi décrites.

## Ressources et références

Support Powerpoint, polycopié (Campus) contenant les énoncés des exercices

## ECOMAP\_9\_3-4 Vieillissement et fin de vie des matériaux

S9

**Contexte et enjeux de l'enseignement**

Cet ECUE présente de manière approfondie les méthodes actuelles et en émergentes de tri, d'identification et de valorisation des matériaux plastiques, composites et biocomposites. Il s'inscrit dans une démarche d'économie circulaire visant à réduire la dépendance aux ressources non renouvelables et à optimiser la production de matières premières secondaires à haute performance. L'accent est mis sur l'importance d'un tri efficace, en particulier en amont du processus, afin d'améliorer la qualité et la pureté des flux recyclés mais également les mécanisme physico-chimique de vieillissement des matériaux, notamment plastiques pouvant influencer l'efficacité du tri. Les différentes stratégies de valorisation, qu'elles soient matériau (recyclage mécanique, chimique) ou énergétiques (valorisation thermique), sont analysées en tenant compte des défis technologiques et environnementaux. Enfin, ce cours met en perspective les enjeux globaux du recyclage des polymères, en soulignant son rôle clé dans la sécurisation des ressources pour l'industrie et la réduction des impacts environnementaux liés à la gestion des déchets plastiques.

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

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

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

	Nb d'heures
Cours	15
Cours intégré (cours + TD)	
TD	5
TP	
Projets	
Travail en autonomie encadré	
Contrôles et soutenances	2
Travail personnel	10

**Prérequis**

- Cours "Matériaux pour l'Ingénieur" (1-L3) - Notions de chimie organique - Cours de Polymères (2-M1) - Cours de Biocomposites (2-M1)

**Objectifs pédagogiques**

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

Maîtriser les méthodes de tri, identification et valorisation des plastiques et biocomposites pour un recyclage efficace.

Appréhender les mécanismes physico-chimiques de vieillissement des plastiques et leur impact sur l'efficacité des processus de recyclage.

Optimiser la production de matières recyclées performantes, réduisant la dépendance aux ressources non renouvelables dans une logique d'économie circulaire.

Évaluer les stratégies et enjeux du recyclage pour sécuriser les ressources.

**Activités**

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

Cet enseignement se présente sous la forme de cours et TD autour des 3 grandes parties suivantes :

- Fin de vie des biocomposites ;
- Vieillissement et dégradation des matériaux polymères ;
- Les matières premières secondaires - Intérêts et désillusions de la valorisation des matériaux.

**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 sur chacune des parties abordées. Consultation des copies sur demande expresse de l'élève

## Plan de cours

Le cours reprendra les problématiques de tri/identification/durabilité pour mieux valoriser en qualité et en quantité les déchets produits afin de développer de nouveaux couples déchet / technologie de tri / technologies de valorisation adaptées aux évolutions des gisements. Il sera scindé en 3 grandes parties :

- Fin de vie des biocomposites ;
- Vieillissement et dégradation des matériaux polymères ;
- Les matières premières secondaires - Intérêts et désillusions de la valorisation des matériaux.

## Ressources et références

Support Powerpoint, polycopié (Campus)