**Syllabus M2 Mécanique**
**Parcours type Ingénierie 4.0 en Mécanique et Matériaux**
**Orientation Mécanique Matériaux**

**2024/2028**

UNIVERSITÉ DE LORRAINE | UFR MATHÉMATIQUES INFORMATIQUE MÉCANIQUE ET AUTOMATIQUE

## La liste des compétences associée est donnée dans le tableau ci-dessous :

### Liste des compétences et niveaux attendus en fin de formation

**Compétences globales**

| | |
|---|---|
| *Compétence 1*<br>Formuler un problème de mécanique avec ses conditions limites, l'aborder de façon simple, le résoudre et conduire une analyse critique du résultat. | *Niveau 4* |
| *Compétence 2*<br>Mobiliser les concepts usuels de plusieurs champs disciplinaires au sein d'un sous-domaine scientifique et technique cohérent pour résoudre un problème complexe, notamment un problème de conception ou d'ingénierie. | *Niveau 3* |
| *Compétence 3*<br>Utiliser les outils numériques, libres ou non, pour la résolution de problèmes physiques | *Niveau 4* |
| *Compétence 4*<br>Travailler en équipe autant qu'en autonomie et responsabilité au service d'un projet. | *Niveau 4* |
| *Compétence 5*<br>Savoir communiquer à l'écrit et à l'oral en français et en anglais et savoir manager une équipe de travail (animation, conduite de réunion et de projet, organisation et planification). | *Niveau 3* |

*Compétences spécifiques par parcours type ou orientation:*

**Orientation Génie Mécanique et Génie Mécanique ISFATES**

| | |
|---|---|
| *Compétence 6*<br>Valider un modèle par comparaison de ses prévisions aux résultats expérimentaux et apprécier ses limites de validité | *Niveau 3* |
| *Compétence 7*<br>Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles procédures et intégrer les savoirs de différents domaines | *Niveau 2* |

**Orientation Mécanique Matériaux**

| | |
|---|---|
| *Compétence 8*<br>Identifier, grâce aux compétences mécanique-matériaux et génie mécanique, les outils de simulations adéquats pour une utilisation optimale de la simulation numérique dans l'industrie. | *Niveau 4* |

**Parcours type Biomécanique**

| | |
|---|---|
| *Compétence 9*<br>Analyser le fonctionnement d'organismes vivants et/ou du corps humain par une démarche scientifique<br>-En tenant compte des savoirs expérientiels des cliniciens<br>- En mobilisant des savoirs scientifiques et technologiques | *Niveau 3* |
| Compétence 10<br>Proposer une solution de restauration anatomique et fonctionnelle adaptée à une problématique clinique<br>- en tenant compte des spécificités d'un patient donné<br>- en proposant des solutions de conception adaptées aux technologies de fabrication du domaine<br>- en identifiant les risques liés à la mise en application dans des situations de vie ou d'usage<br>- en tenant compte des aspects réglementaires | *Niveau 3* |

La liste des compétences en anglais :

**General Skills**

| | |
|---|---|
| *Skill 1*<br>To solve a mechanical problem with its boundary conditions, to propose a model as simple as possible and to conduct a critical analysis of the results. | *Level 4* |
| *Skill 2*<br>To apply the usual concepts of various scientific fields of a technical subdomain to solve a complex problem, including a problem of design or engineering. | *Level 3* |
| *Skill 3*<br>To adopt free or commercial softwares, to solve physical problems. | *Level 4* |
| *Skill 4*<br>To develop capability to work in a team, with autonomy and also with colleagues for the benefit of the project. | *Level 4* |
| *Skill 5*<br>To know how to communicate in both written and spoken French and English and become a team manager (to plan, organize, create and conduct meetings in an efficient way). | *Level 3* |

**Specific skills for the different subdomain of the master degree:**

**Subdomain Mechanical Engineering (Génie Mécanique et Génie Mécanique France Allemand ISFATES)**

| | |
|---|---|
| *Skill 6*<br>To validate a model by comparing its predictions with experimental results and discuss its validity range. | *level 3* |
| *Skill 7*<br>To Solve problems to develop new knowledge and new procedures and integrate knowledge from different fields | *Level 2* |

**Subdomain Mechanics and Materials (Mécanique Matériaux**

| | |
|---|---|
| *Skill 8*<br>To identify, based on the well established skills in mechanical engineering, material sciences, salient simulation softwares and to propose to propose their uses in the industry. | *Level 4* |

**Subdomain Biomechanics (Biomécanique)**

| | |
|---|---|
| *Skill 9*<br>To analyse the functioning of living organisms and/or human body through a scientific approach:<br>- taking into account the experience of clinicians<br>- using scientific and technical knowledge | *level 3* |
| *Skill 10*<br>To propose an anatomic and functional restauration solution adapted to a clinical issue<br>- taking into account the specificities of a given patient<br>- proposing design solutions adapted to manufacturing processes and techniques in biomedicine<br>- identifying the risks related to the implementation in real conditions<br>- taking into account regulatory aspects | *Niveau 4* |

## Liste des UEs

**SEMESTRE 9**

ORIENTATION MM
- BC : conforter son choix d'orientation professionnelle
  - UE 900 Langues Projets intégrateur et recherche
    - EC 01 Langues
    - EC 02 TP Orion
  - UE 901 Projet Intégrateur ou alternance
- BC : Modéliser le comportement des matériaux, structures en lien avec les aspects matériaux
  - UE 902 Rupture Fatigue
    - EC 21 Rupture
    - EC 22 Fatigue / Endommagement
    - EC 23 TP Rupture
  - UE 903 Mécanique des structures
    - EC 31 Dynamique des structures
    - EC 32 Travaux pratiques
- BC : Construire des modèles numériques adaptés à l'industrie 4.0
  - UE 904 Eléments finis avancés
    - EC 41 Eléments fins avancés II
    - EC 42 Eléments avancés III
  - UE 906 Simulation numérique en contexte industriel
    - EC 61 Simulation numérique en contexte industriel
    - EC 62 Intelligence artificielle
- BC : Choisir les matériaux et les procédés adéquats en lien avec de développement durable
  - UE 902 Procédés Analyse du cycle de vie
    - EC 71 Procédés primaires et secondaires
    - EC 72 Interaction fatigue-fluage-environnement
    - EC 73 Analyse du cycle de vie
  - UE 905 Composites Polymères
    - EC 51 Polymères
    - EC 52 Composites
    - EC 53 TP Composites

**SEMESTRE 10**

SEMESTRE 10
- STG UE101 Stage de fin d'étude

**Syllabus détaillé des UE.**

**Les cours sont dispensés à l'UFR MIM, Technopole Metz.**

UNIVERSITÉ DE LORRAINE | UFR MATHÉMATIQUES INFORMATIQUE MÉCANIQUE ET AUTOMATIQUE

**Attention : Le nom des enseignants indiqués dans les fiches UE n'est qu'indicatif.**

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T_Master Mécanique

**Code Apogée de l'UE :**

**Nom complet de l'UE :** 900 Langues internationalisation et recherche

Composante de rattachement : FB0 - UFR MATHEMATIQUES INFORMATIQUE MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Éric Fleury eric.fleury@univ-lorraine.fr

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 45h, Nombre de crédits ECTS : 5

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 0h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

| Enseignements composant l'UE | CNU | CM | TD | TP | TPL | EqTD |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 Langues et internationalisation | 1100 | 20 ou | | | 30 | 30 |
| 02 TP Orion 1 | | | | 15 | | 15 |
| 03 TP Orion 2 (biomécanique) | | | | 15 | | |

## Descriptif

l'objectif de cet UE est multiple :
- Poursuivre le développement de compétences linguistiques et obtenir une certification (niveau B2-C1). Suivant les orientations, les parcours types, cette EC01 s'organisera de manière différentes, toujours en lien avec l'objectif de l'orientation.
Pour les 2 parcours recherche MMSP et Biomécanique, en lien avec l'orientation CMGS du master de Génie Civil, il se traduire par une intervention en langue anglaise sur comment écrire et publier un article de recherche en langue anglaise. Le volume associé est de 20h CM.
Pour l'orientation pro MM, ce module est mutualisé avec M2 SPI (GC et GSI). Le volume associé est de 30h TPL.
Pour l'orientation pro GM, ce module est mutualisé avec les M2 ayant une orientation ISFATES. Le volume associé est de 30h TPL
L'aspect internationalisation est accru par le suivi de séminaires de chercheurs étrangers invités au LEM3.

- L'objectif des TP d'excellence est d'apporter une complémentarité des enseignements avec les équipements de recherche disponibles au laboratoire LEM3. Les orientations du PT I2M suivront 1 cycle de TP de 15h tandis que les étudiants du PT biomécanique suivront 2 cycles de TP (total 30h)

## Pré-requis

Niveau en langue élevé : B2 (autour de 700)

## Acquis d'apprentissage

Maitrise d'une langue par la certification
Organiser son travail dans une situation de recherche
Savoir gérer un projet et restituer les résultats

## Compétences visées

Compétence 2 : niveau 3
Compétence 4 : niveau 4
Compétence 5 : niveau 3
Compétence 8 : niveau 4.

Cette UE appartient au bloc de compétences BC5 : conforter son choix d'orientation professionnelle

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T_Master Mécanique

**Code Apogée de l'UE :**

**Nom complet de l'UE :** 901 Projets intégrateur ou apprentissage

Composante de rattachement : FB0 - UFR MATHEMATIQUES INFORMATIQUE MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Éric Fleury eric.fleury@univ-lorraine.fr

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : HPRJ, Nombre de crédits ECTS: 4

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 20h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

| Enseignements composant l'UE | CNU | CM | TD | TP | TPL | EqTD | HPRJ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| UE901 projet intégrateur alternance | 6000 | | | | | | x |

## Descriptif

l'objectif de cette UE est de poursuivre la construction du parcours professionnel de l'étudiant.
Pour ceux en formation initiale, ce projet intégrateur permet de mettre en pratique l'ensemble des compétences pour résoudre une problématique recherche ou industrielle. Ce projet dure l'ensemble du semestre.
Pour ceux en apprentissage, cela permet d'appliquer ces mêmes compétences dans un contexte déjà industriel.

## Pré-requis

Connaissance master 1+ 2

## Acquis d'apprentissage

Savoir gérer un projet et restituer les résultats.

## Compétences visées

Compétence 1 : niveau 4
Compétence 2 : niveau 3
Compétence 4 : niveau 4
Compétence 5 : niveau 3
Compétence 8 : niveau 4

Cette UE appartient au bloc de compétences BC5 conforter son projet professionnel

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T_Master Mécanique

**Code Apogee de l'UE :** 9WUJAM07

**Nom complet de l'UE :** 902 Rupture Fatigue

Composante de rattachement : FB0 - UFR MATHEMATIQUES INFORMATIQUE MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Éric Fleury eric.fleury@univ-lorraine.fr

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 48h, Nombre de crédits ECTS : 4

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 0h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

| Enseignements composant l'UE | CNU | CM | TD | TP | EqTD |
|---|---|---|---|---|---|
| 21 Rupture | 6000 | 8 | 12 | | 24 |
| 22 Fatigue / Endommagement | 3300 | 8 | 12 | | 24 |
| 23 TP Rupture | 6000 | | | 8 | 8 |

## Descriptif

l'UE vise à développer des acquis importants dans le domaine de la rupture des matériaux et des structures
Il se décompose en deux parties

Rupture
Rappel d'élasticité plane et introduction des méthodes de résolution utilisant les potentiels complexes
Concentration des contraintes près d'une entaille
Champs de contraintes au voisinage de l'extrémité d'une fissure et concept de taux de restitution d'énergie
Méthodes pour déterminer les grandeurs de l'approche globale (facteur d'intensité des contraintes, ténacité...)

Fatigue endommagement
Fatigue des matériaux, courbes d'endurance en fatigue et fatigue plastique, Courbes de propagation en fatigue, Méthodes de calcul de durée de vie des structures sollicitées en fatigue

## Pré-requis

MMC
Comportement des matériaux

## Acquis d'apprentissage

Prévoir la rupture des matériaux. Prendre en main un problème de fiabilité
Prédire la durée de vie sous diverses sollicitations

## Compétences visées

Compétence 1 : niveau 4
Compétence 2 : niveau 3
Compétence 8 : niveau 4

Cette UE appartient au bloc de compétences  BC1 : Modéliser le comportement des matériaux et des structures, en lien avec les aspects matériaux

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T_Master Mécanique

**Code Apogee de l'UE :** 9WUJAM08

**Nom complet de l'UE :** 903 Mécanique des structures

Composante de rattachement : FB0 - UFR MATHEMATIQUES INFORMATIQUE MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : El Mostafa Daya el-mostafa.daya@univ-lorraine.fr

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 40h, Nombre de crédits ECTS : 3

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 0h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

| Enseignements composant l'UE | CNU | CM | TD | TP | EqTD |
|---|---|---|---|---|---|
| 31 Dynamique des structures | 6000 | 12 | 16 | | 34 |
| 32 Travaux pratiques | 6000 | | | 12 | 12 |

## Descriptif

L'UE se compose de deux parties : dynamique des structures et dynamique non linéaire
Cela permet de donner un aperçu de la dynamique, pour des matériaux linéaires, en poussant jusqu'à des configurations non linéaires.

Dynamique des structures :
1. Dynamique des systèmes discrets
Oscillateur linéaire : régime libre, régime dissipatif, régime forcé Oscillateurs harmoniques
Fréquences propres, modes propres, modes réels, modes complexes,…
2. Dynamique des systèmes continus Formulations et discrétisations
Etude des vibrations linéaires et méthode d'analyse modale Applications aux poutres et aux plaques

Dynamique non linéaire des structures
Mise en évidence des phénomènes non linéaires en dynamique des structures Etude de l'Oscillateur de Duffing
Méthodes d'analyse de vibrations non linéaires des poutres Analyse modale en dynamique non linéaire

## Pré-requis

MMC, Comportement mécanique des matériaux

## Acquis d'apprentissage

Savoir analyser et prédire le comportement d'une structure, par la mise en place de modélisations et de simulations adaptées.

## Compétences visées

Compétence 1 : niveau 4
Compétence 3 : niveau 4
Compétence 5 : niveau 3
Compétence 8 : niveau 4

Cette UE appartient au bloc de compétences  BC1 : Modéliser le comportement des matériaux et des structures, en lien avec les aspects matériaux

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T_Master Mécanique

**Code Apogee de l'UE :** 9WUJAM09

**Nom complet de l'UE :** 904 Eléments finis avancés

Composante de rattachement : FB0 - UFR MATHEMATIQUES INFORMATIQUE MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Hamid Zahrouni hamid.zahrouni@univ-lorraine.fr

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 58h, Nombre de crédits ECTS : 4

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 0h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

| Enseignements composant l'UE | CNU | CM | TP | EqTD |
|---|---|---|---|---|
| 41 Elements fins avancés II | 6000 | 10 | 28 | 43 |
| 42 Elements avancés III | 6000 | 4 | 16 | 22 |

## Descriptif

Former des utilisateurs avertis de la MEF via l'emploi d'un code commercial d'éléments finis. La partie cours permet de mieux situer les points critiques d'une analyse numérique : discrétisation spatiale, convergence par rapport à la taille des éléments, pilotage des algorithmes de résolution dans le domaine non-linéaire, discrétisation temporelle, stabilité des schémas temporels.
Après une prise en main du code, de nombreux exemples industriels seront traités en TP, le but étant d'étudier divers cas de chargements sous sollicitations quasi-statiques et dynamiques (flambage, propagation d'ondes, impacts).

Simulation numérique :
Implémentation des lois de comportement dans les codes d'éléments finis,
Prise en main du logiciel EF,
Etude de cas simples traction, cisaillement, compression,
Chargement élastique et plastique,
Effet de la densité du maillage,
Effet du choix du type d'élément,
Effet du comportement plastique (différentes lois) sur la réponse globale de la structure,
Etude de la réponse dynamique d'une structure sous impact.

## Pré-requis

cours d'Eléments finis de M1

cours de plasticité, mmc

## Acquis d'apprentissage

savoir prendre en main une problématique en mécanique des matériaux et proposer une simulation numérique pertinent

## Compétences visées

Compétence 1 : niveau 4
Compétence 3 : niveau 4
Compétence 5 : niveau 3
Compétence 8 : niveau 4

Cette UE appartient au bloc de compétences BC7 : Construire des modèles numériques adaptés à l'industrie 4.0

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T_Master Mécanique

**Code Apogée de l'UE :** 9WUJAM11

**Nom complet de l'UE :** 906 Simulation numérique en contexte industriel

Composante de rattachement : FB0 - UFR MATHEMATIQUES INFORMATIQUE MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Norman Mathieu norman.mathieu@univ-lorraine.fr

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 40h, Nombre de crédits ECTS : 3

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 0h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

| Enseignements composant l'UE | CNU | CM | TP | EqTD |
|---|---|---|---|---|
| 61 Simulation numérique en contexte industriel | 6000 | 8 | 12 | 24 |
| 62 Intelligence Artificielle | | 8 | 12 | 24 |

## Descriptif

L'objectif de cette UE vise à montrer comment une problématique industrielle est traitée du point de vue numérique.

Simulation numérique en contexte industriel
Le cours visera à partir d'un cahier des charges et en utilisant les outils numériques à disposition, proposer une solution viable.
Le cours permettra aux étudiants de se familiariser avec différents logiciels. Un partenariat avec un concepteur de logiciels est envisagé, qui devrait permettre de déboucher sur une certification.

Intelligence artificielle
- initiation au principe, potentiel, et limitation de l'Intelligence Artificielle
- formation aux concepts et techniques de base du machine learning, ainsi que la capacité d'utiliser des bibliothèques courantes et d'évaluer les performances des modèles

## Pré-requis

L'ensemble des cours de M1 et du semestre S9

## Acquis d'apprentissage

Appliquer l'ensemble des acquis pour répondre à une problèmatique industrielle.

## Compétences visées

Compétence 1 : niveau 4
Compétence 2 : niveau 3
Compétence 3 : niveau 4
Compétence 4 : niveau 4
Compétence 8 : niveau 4

Cette UE appartient au bloc de compétences BC7 : Construire des modèles numériques adaptés à l'industrie 4.0

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T_Master Mécanique

**Code Apogée de l'UE :** 9WUJAM06

**Nom complet de l'UE :** 907 Procédés Analyse du cycle de vie

Composante de rattachement : FB0 - UFR MATHEMATIQUES INFORMATIQUE MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Christophe Schuman christophe.schuman@univ-lorraine.fr

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 68h, Nombre de crédits ECTS : 4

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 0h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

| Enseignements composant l'UE | CNU | CM | TD | TP | EqTD |
|---|---|---|---|---|---|
| 71 Procédés primaires et secondaires | 3300 | 8 | 12 | | 24 |
| 72 Interaction fatigue-fluage-environnement | 3300 | 8 | 12 | | 24 |
| 73 Analyse du cycle de vie et développement durable | 3300 | 8 | 8 | 12 | 22 |

## Descriptif

L'UE vise à proposer une vision des procédés de mise en forme des matériaux ainsi qu'une formation en analyse du cycle de vie.

Procédés Primaires de Mise en Forme:
- Introduction et Rappels (principales familles de matériaux et problématique de mise en forme)
- Fonderie (alliages métalliques)
- Mise en forme par déformation (alliages métalliques)
- Méthodes par compactage de poudres (céramiques et alliages)
- Mise en forme à l'état visqueux (verres et polymères)
- Autres procédés

Procédés secondaires:
- Usinage: tournage, fraisage, UGV, etc.
- Assemblage:
Soudage / Brasage (Classification des principaux procédés, phénomènes mécaniques, thermiques, métallurgique du soudage)
Collage : Définition du collage structural, Conception des assemblages collés, Les diffé rentes familles de colles,
Mise en œuvre des produits, Contrôles des assemblages collés
- Traitements de surface : cémentation, carbonitruration, dépôts CVD, PVD, etc.

Interaction fatigue-fluage-environnement
- Evolution microstructurale induite par déformation à haute température
- Fatigue-fluage : effet du temps de maintien sur la résistance à la fatigue et comportement du matériau en relaxation cyclique
- Action de l'environnement : oxydation, corrosion, fragilisation par l'hydrogène
- Étude de cas dans l'aéronautique, l'énergie, l'automobile, etc.

Analyse du cycle de vie et développement durable

Principe et intérêt

- Définition des objectifs d’une étude ACV
- Inventaire Qualitatif, Analyse d’impact, Outils numériques d’analyse
- Inclure le développement durable dans la conception

## Pré-requis

Comportement mécanique des matériaux
Fatigue - Rupture

## Acquis d'apprentissage

Connaissance des différents procédés de mise en forme des matériaux, de la fonderie jusqu'au collage

Sensibilisation aux couplages déformation - environnement dans les applications industrielles. Utiliser quelques méthodes de prévision de durée de vie tenant compte des interactions fatigue-fluage-environnement.

Savoir analyser le cycle de vie des produits, en vue d'une conception plus écologique et éco- responsable

## Compétences visées

Compétence 1 : niveau 4
Compétence 2 : niveau 3
Compétence 3 : niveau 4

Cette UE appartient au bloc de compétences BC8 : choisir les matériaux et les procédés adéquats en lien avec le développement durable

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T_Master Mécanique

**Code Apogée de l'UE :** 9WUJAM10

**Nom complet de l'UE :** 905 Composites Polymères

Composante de rattachement : FB0 - UFR MATHEMATIQUES INFORMATIQUE MECANIQUE

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Sébastien Mercier sebastien.mercier@univ-lorraine.fr

Semestre : 9

Volume horaire enseigné : 48h, Nombre de crédits ECTS : 3

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 0h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

| Enseignements composant l'UE | CNU | CM | TD | TP | EqTD |
|---|---|---|---|---|---|
| 51 Polymères | 6000 | 8 | 12 | | 24 |
| 52 Composites | 6000 | 8 | 8 | | 20 |
| 53 TP Composites | | | | 12 | 12 |

## Descriptif

Le but est de présenter deux familles de matériaux de plus en plus utilisés dans l'industrie des structures : Les composites et les polymères

Polymères
Elaboration : polymérisation par addition ou condensation
Structure multi-échelle : conformations – distribution de masses molaires – cristal/amorphe
Principales familles : thermodurcissables, thermoplastiques, élastomères
Rhéologie et Mise en forme : modèles rhéologiques, mécanismes de mobilité moléculaire
Comportement à long terme (vieillissement) – Combustion

Composites
Comportement mécanique des différents composites : fibres unidirectionnelles longues/courtes, fibres orientées aléatoirement - renfort particulaire - stratifiés, Comportement du stratifié sous chargement thermo-mécanique.

## Pré-requis

Savoir analyser les problématiques spécifiques liés aux matériaux à base polymères.

## Acquis d'apprentissage

Les étudiants auront les acquis nécessaires pour traiter des problématiques dans lesquels

les matériaux sont des polymères ou des composites à fibres longues.

## Compétences visées

Compétence 1 : niveau 4
Compétence 2 : niveau 3
Compétence 5 : niveau 3

Cette UE appartient au bloc de compétences BC8 : choisir les matériaux et les procédés adéquats en lien avec le développement durable