

# Licence Sciences Pour l'Ingénieur (SPI) Parcours Mécanique

Filière labellisée par le Pôle de l'industrie Nucléaire de Bourgogne

---

## Informations générales, pédagogiques et pratiques

---

### Responsable : Alain Thionnet

Université de Bourgogne (Mirande) / UFR des Sciences et Techniques / Département IEM

Tél : 03 80 39 59 19

Email : [alain.thionnet@u-bourgogne.fr](mailto:alain.thionnet@u-bourgogne.fr)

Localisation : Bâtiment Mirande / Aile B / Rez-de-Jardin / Bureau S24

### Secrétariat

Université de Bourgogne (Mirande) / UFR des Sciences et Techniques / Département IEM

Tél : 03 80 39 58 87

Email : [l3spi-meca@u-bourgogne.fr](mailto:l3spi-meca@u-bourgogne.fr)

Localisation : Bâtiment Mirande / Couloir central / Bureau R28

### Site Web pour les informations générales de la filière

<http://l3-mecanique.u-bourgogne.fr/L3M>

### Site Web pour les informations pratiques de la filière

[http://l3-mecanique.u-bourgogne.fr/L3M\\_AC](http://l3-mecanique.u-bourgogne.fr/L3M_AC)

### Contact par email de l'administration de la filière

[l3spi-meca@u-bourgogne.fr](mailto:l3spi-meca@u-bourgogne.fr)

### Annuaire de l'Université de Bourgogne

<http://www.u-bourgogne.fr>

Rubrique : ENT

### Emploi du temps (officiel)

ENT - <http://www.u-bourgogne.fr> - Rubrique ENT - Plateforme ADE

### Emploi du temps (non officiel)

Site Web de la filière - [http://l3-mecanique.u-bourgogne.fr/L3M\\_AC](http://l3-mecanique.u-bourgogne.fr/L3M_AC)

### Fiche filière de la formation et modalités du contrôle des connaissances :

<https://formations.u-bourgogne.fr/fr/offre-de-formation/licence-lmd-XA/licence-sciences-pour-l-ingenieur-LMGC20SA.html>

---

**Où se passent les cours ?** Sur le site du Campus Dijon-Montmuzard de l'Université de Bourgogne, à Dijon, essentiellement à l'UFR des Sciences et Techniques, dans le bâtiment Sciences Mirande (9, avenue Alain Savary à Dijon) (voir plans des figures 4.1 et 4.2).

---

**Quand et où a lieu la rentrée ?** Début septembre, bâtiment Sciences Mirande. Le lieu, la date et l'horaire précis sont disponibles sur le site de la filière.

---

**Candidature / Qui peut candidater ?** (Voir les modalités d'accès détaillées dans la fiche filière)

- (Cas 1) - Tous les étudiants venant de l'UFR des Sciences et Techniques de l'Université de Bourgogne peuvent être admis de droit
- (Cas 2) - Tous les étudiants disposant d'un diplôme français ou élève de CPGE ou L1/L2 ayant validés 120 ECTS
- (Cas 3) - Les détenteurs d'un diplôme étranger

**Comment candidater ?**

- (Cas 1) - L'inscription est faite via internet
- (Cas 2) - Les candidatures se font au travers du site [ecandidat](http://ecandidat.u-bourgogne.fr) de l'Université de Bourgogne : <http://ecandidat.u-bourgogne.fr>. En règle générale, l'examen d'une candidature se fait dès que les relevés de notes de l'année Bac+1 et au moins du premier semestre de l'année Bac+2 sont présents dans le dossier de candidature. Si certaines pièces administratives manquent au dossier lors de son examen par la commission pédagogique, l'avis d'admission ne sera que provisoire et ne prendra effet que lors de l'envoi des pièces manquantes
- (Cas 3) - S'adresser aux services des Relations Internationales de l'Université de Bourgogne

**Quand a-t-on une réponse à sa demande de candidature ?**

- Dossiers reçus complets d'avril à début juillet : quelques jours après réception du dossier
  - Dossiers reçus complets de mi-juillet et à fin août : début septembre
  - Dossiers reçus complets en septembre : quelques jours après réception du dossier si les candidatures sont toujours ouvertes
-

# Table des matières

<b>1 Objectifs de la Licence SPI / Parcours Mécanique</b>	<b>4</b>
1.1 Ce à quoi la Licence SPI / Parcours Mécanique (LSPI-M) va s'intéresser . . . . .	4
1.2 Filière labellisée par le Pôle de l'industrie Nucléaire de Bourgogne (PNB) . . . . .	4
1.3 La Mécanique : exemples d'applications et de domaines d'activités . . . . .	5
<b>2 Renseignements pédagogiques généraux</b>	<b>8</b>
2.1 Description de la formation . . . . .	8
2.2 Programme succinct . . . . .	9
2.3 Poursuites d'études . . . . .	9
2.3.1 Une poursuite d'études à l'Université de Bourgogne pour la Licence L3 - SPI / Parcours Mécanique : Master PC2M / Industrie du Nucléaire . . . . .	9
2.3.2 Une poursuite d'études dans un Master de l'Université Paris-Sciences-Lettres (PSL) / Mines Paris : Master Sciences et Génie des Matériaux (SGM) / Parcours Mécanique . . . . .	10
<b>3 Les enseignements</b>	<b>11</b>
3.1 Pédagogie générale du parcours Mécanique (L3SPI-M) de la Licence L3 SPI . . . . .	11
3.2 Articulation des différents enseignements . . . . .	11
3.2.1 Premier semestre : des enseignements de base plutôt théoriques . . . . .	11
3.2.2 Second semestre : les bases du premier semestre sont appliquées au second semestre . . . . .	12
3.2.3 Les options . . . . .	12
3.3 Description détaillée des différents enseignements . . . . .	13
3.3.1 M5MMC1 - Mécanique des Milieux Continus 1 . . . . .	13
3.3.2 M5MG - Mécanique Générale . . . . .	14
3.3.3 M5MAT - Mathématiques . . . . .	15
3.3.4 M5BLC - Base du langage C / C++ . . . . .	15
3.3.5 M6MMC2 - Mécanique des Milieux Continus 2 . . . . .	16
3.3.6 M6CSEDO - Calcul Scientifique / Equations Différentielles Ordinaires . . . . .	17
3.3.7 M6CSEDP - Calcul Scientifique / Equations aux Dérivées partielles . . . . .	17
3.3.8 M6CSMEF - Calcul scientifique / Méthode des Eléments Finis . . . . .	17
3.3.9 M6ANG - Anglais . . . . .	18
3.3.10 Option A / OAM5OV - Ondes et vibrations . . . . .	18
3.3.11 Option A / OAM6OE - Optique et Energie . . . . .	19
3.3.12 Option B / OBM5ASTEC - Automatisation des systèmes technologiques . . . . .	19
3.3.13 Option B / OBM6CME - Conception mécanique . . . . .	20
3.4 Détails des volumes horaires des UE et des coefficients du contrôle des connaissances . . . . .	21
<b>4 Fonctionnement de la filière</b>	<b>23</b>
4.1 Remarques sur le contrôle des connaissances . . . . .	23
4.2 Comptes informatiques UFR : login et mot de passe . . . . .	23
4.3 Comptes informatiques ENT : login et mot de passe . . . . .	23
4.4 Constitution de la liste de diffusion des étudiants de la formation . . . . .	24
4.5 Envoi d'emails aux étudiants par l'administration. Envoi d'emails à l'administration par les étudiants . . . . .	24
4.6 Mise à disposition du code de calculs Zebulon . . . . .	24
4.7 Evaluations des enseignements . . . . .	24
4.8 Emploi du temps . . . . .	25
4.9 Nomenclature des salles inscrites sur l'emploi du temps . . . . .	25
4.10 Plans d'accès (détails et vue générale) . . . . .	25

# Chapitre 1

## Objectifs de la Licence SPI / Parcours Mécanique

### 1.1 Ce à quoi la Licence SPI / Parcours Mécanique (LSPI-M) va s'intéresser

La Mécanique du Point matériel est abordée dans les classes de seconde, première, terminale et 1ère année d'université (L1). Le système étudié se réduit à un point matériel, sa géométrie n'est pas prise en compte. Des exemples de domaine d'application : l'Astronomie, Balistique...

La Mécanique Générale (du Solide) est abordée au cours de la 2ème année d'université (L2). La géométrie du système étudié est prise en compte mais est invariante au cours du temps (le système est rigide). Un exemple de domaine d'application : la Robotique.

La Mécanique des Milieux Continus est abordée à partir de la 3ème année d'université (L3 et au-delà). La géométrie du système étudié est prise en compte et évolue avec le temps en raison des sollicitations appliquées au système. Les concepts de la Mécanique des Milieux Continus se retrouvent comme éléments de base dans des domaines aussi divers que le calcul de structures (avions, automobiles, trains, ponts, raquette de tennis...), l'aéronautique, la météorologie, l'acoustique, l'océanographie. Tous ces domaines ont en commun le fait qu'ils s'intéressent à des milieux déformables. L'étude des milieux déformables est le cœur des préoccupations de la Licence SPI / Parcours Mécanique. L'objectif de cette Licence L3 SPI / Parcours Mécanique est de donner aux étudiants l'ensemble des connaissances en Mécanique, Mathématiques, Informatique et Technologie (suivant l'option choisie) nécessaires à la compréhension et à la résolution des problèmes de Mécanique des Milieux Déformables.

### 1.2 Filière labellisée par le Pôle de l'industrie Nucléaire de Bourgogne (PNB)

Le PNB, Pôle de l'industrie Nucléaire de Bourgogne (<http://www.polenucleairebourgogne.fr/>), est une association créée en 2005 par des industriels et des acteurs académiques présents en Bourgogne, bassin historique de la chaudronnerie nucléaire française. Le PNB a été retenu par l'Etat comme l'un des 71 pôles de compétitivité. Initié par une dizaine d'acteurs locaux, le PNB regroupe aujourd'hui plus de 200 membres, acteurs de la filière nucléaire française, principalement sur la Bourgogne, le couloir Rhodanien et la région parisienne. En tant que pôle de compétitivité, le PNB a pour but :

- de favoriser l'innovation, en particulier au sein des PME, à travers des projets de recherche collaboratifs pouvant bénéficier d'aides publiques ;
- de développer des synergies et des coopérations entre ses adhérents ;
- d'œuvrer pour la mise en place de formations en lien avec les attentes du secteur.

Dans le cadre de ce dernier point, la filière L3 SPI / Parcours Mécanique a été labellisée par le PNB en 2016.

En effet, en raison des thèmes qu'elle aborde (Mécanique des Milieux Continus, notions sur le comportement des matériaux, Calcul par Eléments Finis notamment), la filière L3 SPI / Parcours Mécanique est une entrée en droite ligne dans les filières et les métiers de l'industrie du nucléaire qui doivent, par exemple, se préoccuper du dimensionnement des centrales et du vieillissement des matériaux métalliques qu'elles renferment. En particulier, elle est un accès privilégié au Master professionnel de Physique / Parcours Procédés, Contrôles, Matériaux Métalliques (PC2M) - Métiers du Nucléaire dispensé à l'Université de Bourgogne.

### 1.3 La Mécanique : exemples d'applications et de domaines d'activités

Tiré de l'ouvrage de P. Painlevé (1863 - 1933), "Les axiomes de la Mécanique" (Gauthier-Villars, 1922), nous pouvons lire les mots suivants au sujet de la Mécanique :

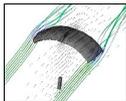
*La Science moderne est née le jour où furent énoncés, sous une forme générale et précise, les axiomes fondamentaux de la Mécanique. Depuis qu'elle a réalisé la synthèse des mouvements des astres et des mouvements des corps à la surface de la Terre, la Mécanique n'a connu que des triomphes. C'est elle qui a servi de base et de modèle à la Physique, à la Chimie théorique, et à toutes les branches des sciences où peuvent s'introduire des mesures... La Mécanique a joué dans le développement de la science un rôle prépondérant. La science d'Aristote, comme celle des Scholastiques qui en dérive, était presque exclusivement qualificative et descriptive : la science d'aujourd'hui est une science qui mesure et qui prédit, et c'est grâce à la Mécanique qu'elle a acquis ces deux caractères essentiels.*

Des illustrations, données à la suite, permettent d'entrevoir l'ensemble immense des domaines dans lesquels la Mécanique joue un rôle fondamental.

APPLICATIONS ET DOMAINES D'ACTIVITE DE LA MECANIQUE

### AERONAUTIQUE

Modélisation de l'écoulement d'air autour de l'empennage d'un avion militaire



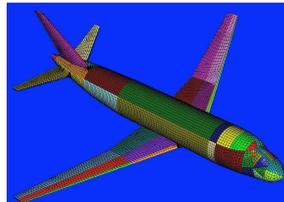
Modélisation de l'écoulement d'air autour d'un parachute

Crédits photos : SIMULOG, INRIA

APPLICATIONS ET DOMAINES D'ACTIVITE DE LA MECANIQUE

### AERONAUTIQUE

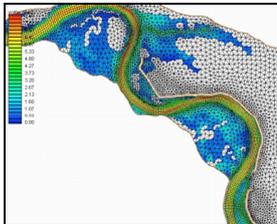
Dimensionnement des structures aéronautiques



Crédits photos : INRIA

APPLICATIONS ET DOMAINES D'ACTIVITE DE LA MECANIQUE

### OCEANOGRAPHIE/HYDROGRAPHIE METEOROLOGIE



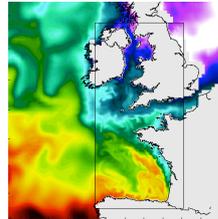
Prévision des inondations de la Loire (INRIA)

Crédits photos : INRIA

APPLICATIONS ET DOMAINES D'ACTIVITE DE LA MECANIQUE

### OCEANOGRAPHIE/HYDROGRAPHIE METEOROLOGIE

Modélisation des courants marins atlantiques



Crédits photos : INRIA

APPLICATIONS ET DOMAINES D'ACTIVITE DE LA MECANIQUE

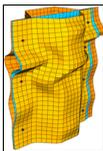
### TRANSPORT AUTOMOBILE

Optimisation de la forme d'un siège automobile



Thèse O. Prudent, Ecole des Mines de Paris, Société Faurecia

Modélisation de l'écrasement d'une pièce métallique de renfort de porte

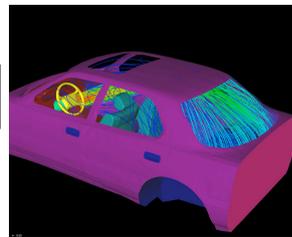


Crédits photos : ANSYS

APPLICATIONS ET DOMAINES D'ACTIVITE DE LA MECANIQUE

### TRANSPORT AUTOMOBILE

Modélisation de la climatisation d'une automobile

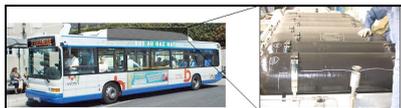


Crédits photos : INRIA

APPLICATIONS ET DOMAINES D'ACTIVITE DE LA MECANIQUE

### TRANSPORT AUTOMOBILE

Dimensionnement de réservoirs composites à hautes pressions

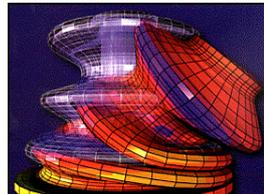


Thèse S. Blassini, Ecole des Mines de Paris, Société Gaz-de-France

APPLICATIONS ET DOMAINES D'ACTIVITE DE LA MECANIQUE

### TRANSPORT FERROVIAIRE

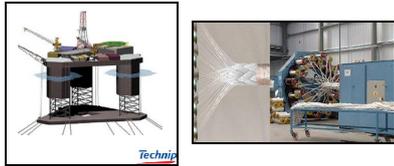
Calcul de la déformation d'un amortisseur de TGV



Crédits photos : MARC

APPLICATIONS ET DOMAINES D'ACTIVITE DE LA MECANIQUE  
**FORAGE PETROLIER / OFF-SHORE**

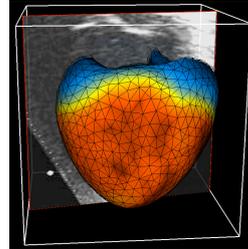
Optimisation des systèmes d'ancrage des plates-formes off-shore



Thèse C. Lechat, Ecole des Mines de Paris, Société Bourgeois-Offshore

APPLICATIONS ET DOMAINES D'ACTIVITE DE LA MECANIQUE  
**BIO-MECANIQUE**

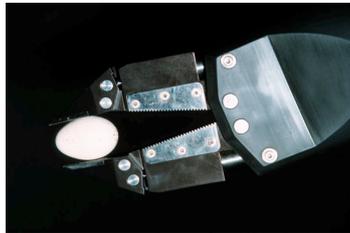
Modélisation  
du cœur humain



Crédits photos : INRIA

APPLICATIONS ET DOMAINES D'ACTIVITE DE LA MECANIQUE  
**ROBOTIQUE**

Main articulée



Crédits photos : NASA

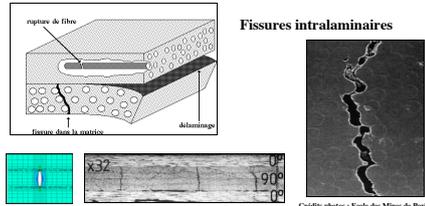
APPLICATIONS ET DOMAINES D'ACTIVITE DE LA MECANIQUE  
**LOISIRS**



Crédits photos : Ecole des Mines de Paris, Code de calculs Ziboutou

APPLICATIONS ET DOMAINES D'ACTIVITE DE LA MECANIQUE  
**CONCEPTION DES MATERIAUX**

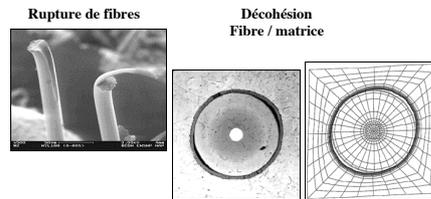
Modélisation de l'endommagement dans les composites  
 (Sociétés EADS, Eurocopter, Snecma, Renault, PSA...)



Crédits photos : Ecole des Mines de Paris

APPLICATIONS ET DOMAINES D'ACTIVITE DE LA MECANIQUE  
**CONCEPTION DES MATERIAUX**

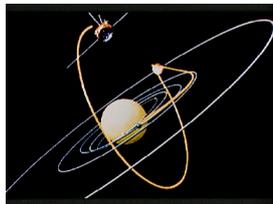
Modélisation de l'endommagement dans les composites  
 (Sociétés EADS, Eurocopter, Snecma, Renault, PSA...)



Crédits photos : Ecole des Mines de Paris

APPLICATIONS ET DOMAINES D'ACTIVITE DE LA MECANIQUE  
**ASTRONOMIE**

Prévision du mouvement des planètes et des satellites



Crédits photos : NASA

APPLICATIONS ET DOMAINES D'ACTIVITE DE LA MECANIQUE  
**AEROSPATIALE**

Dimensionnement des satellites



Crédits photos : NASA

## Chapitre 2

# Renseignements pédagogiques généraux

### 2.1 Description de la formation

La Licence de Sciences Pour l'Ingénieur / Parcours Mécanique (LSPI-M) est une formation à temps plein comportant respectivement 500/550/500 heures d'enseignement pour respectivement les années L1/L2/L3. Chacune de ces années est découpée en Unités d'Enseignement (UE). Les programmes des années L1 et L2 sont ceux des différents parcours offerts au sein de l'UFR des Sciences et Techniques (UFRST) (Fig. 2.1). Ces parcours donnent de manière progressive les pré-requis soient fondamentaux et généraux (Mathématiques, Sciences Physiques, Informatique) soient plus spécialisés nécessaires à l'entrée en L3. Par exemple, la Mécanique du point (pour laquelle le système étudié n'a pas de véritable géométrie) est abordée en L1, celle générale et du solide (pour laquelle le système étudié a une véritable géométrie tridimensionnelle mais contrainte à rester invariante) est abordée en L2 et enfin celle des milieux continus (pour laquelle le système étudié a une véritable géométrie tridimensionnelle et déformable) est abordée en L3 (L3SPI-M). L'année L3SPI-M se compose d'UE obligatoires et d'UE optionnelles (Tab. 3.1). Certaines de ces UE sont le résultat de mutualisation avec d'autres formations.

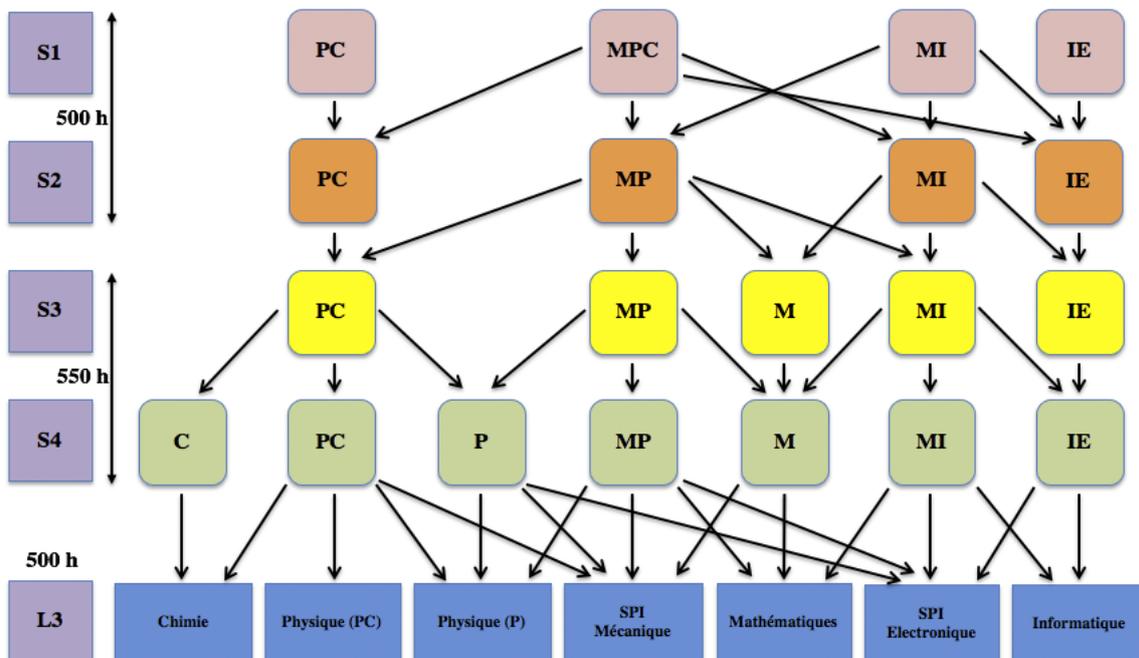


FIGURE 2.1 – Parcours types des années L1 et L2 au sein de l'UFRST (C : Chimie, E : Electronique, I : Informatique, M : Mathématiques, P : Physique). Débouchés préférentiels sur les L3.

## 2.2 Programme succinct

La troisième année de la Licence (L3) SPI / Parcours Mécanique comprend 500 heures réparties en Unités d'Enseignement (UE). Elle se compose de 9 UE d'enseignement obligatoires et de 2 UE d'enseignement optionnels. La liste des UE est la suivante :

- programme commun aux 2 options :
  - . Mécanique des Milieux Continus 1 (50h)
  - . Mécanique Générale (50h)
  - . Base du langage C/C++ (50h)
  - . Mathématiques (50h)
  - . Mécanique des Milieux Continus 2 (50h)
  - . Calcul scientifique / Equations différentielles ordinaires (25h)
  - . Calcul scientifique / Equations aux dérivées partielles (50h)
  - . Calcul scientifique / Méthode des Eléments Finis (50h)
  - . Anglais (25h)
- Option A (Mécanique et vibrations) : Vibrations (50h), Optique et Energie (50h)
- Option B (Mécanique et technologie) : Automatisation des systèmes technologiques (50h), Conception mécanique (50h)

Le détail des différentes UE est donné dans le tableau (Tab. 3.1). Le détail des coefficients des UE pour le contrôle des connaissances est donné dans les tableaux (Tab. 3.2, Tab. 3.3). Ces coefficients sont donnés à titre informatif et peuvent être susceptibles de légères modifications.

## 2.3 Poursuites d'études

Les poursuites d'études envisageables à la suite de la Licence SPI / Parcours Mécanique sont les suivantes :

- à l'Université de Bourgogne sur le site de Dijon :
  - . Master professionnel de Physique / Parcours Procédés, Contrôles, Matériaux Métalliques (PC2M) - Industrie du Nucléaire
  - . Master des Métiers de l'Enseignement, de l'Education et de la Formation 2nd degré (MEEF) / Parcours Sciences Industrielles de l'Ingénieur (SII)
- à l'Université de Franche-Comté sur le site de Besançon : Master de Mécanique
- à l'Université de Recherche Paris-Sciences-Lettres : Master de Sciences et Génie des Matériaux
- Master dans d'autres universités
- Ecoles d'Ingénieurs (admission sur concours et sur titre)

### 2.3.1 Une poursuite d'études à l'Université de Bourgogne pour la Licence L3 - SPI / Parcours Mécanique : Master PC2M / Industrie du Nucléaire

La Licence L3 - SPI / Parcours Mécanique a été labellisée par le Pôle de l'industrie Nucléaire de Bourgogne (PNB) car elle permet d'oeuvrer pour la mise en place de formations en lien avec les attentes du secteur nucléaire. Elle a ainsi comme débouché possible le Master (M1/M2) "Procédés, Contrôles, Matériaux Métalliques : Industrie du Nucléaire". Ce Master a pour objectif de faire acquérir les principaux savoirs nécessaires à l'industrie nucléaire. Ce Master vise à préparer des étudiants à la recherche et au développement dans le domaine du génie nucléaire (Physique des matériaux, métallurgie, modélisation et simulation, instrumentation...) et du contrôle, objectifs essentiels à la conception des pièces intervenant dans les centrales nucléaires et nécessitant continuellement des améliorations et évolutions.

### **2.3.2 Une poursuite d'études dans un Master de l'Université Paris-Sciences-Lettres (PSL) / Mines Paris : Master Sciences et Génie des Matériaux (SGM) / Parcours Mécanique**

Dans le cadre du développement de son offre de formation, l'Université de Recherche Paris-Sciences-Lettres (PSL) a ouvert en 2015/2016 un parcours de Master en Mécanique essentiellement porté par l'Ecole Mines Paris (Master SGM / Parcours Mécanique MAGIS). A ce titre, certains liens privilégiés entre Mines Paris et l'UFR des Sciences et Techniques de l'Université de Bourgogne ont permis de mettre en bonne concordance les programmes de la L3 SPI / Parcours Mécanique et ceux du M1 SGM. Ainsi, les étudiants de la L3 SPI / Parcours Mécanique peuvent envisager une poursuite d'études au sein du Master SGM, dans de bonnes conditions.

# Chapitre 3

## Les enseignements

### 3.1 Pédagogie générale du parcours Mécanique (L3SPI-M) de la Licence L3 SPI

Les concepts de la Mécanique des Milieux Continus se retrouvent comme éléments de base dans des domaines aussi divers que le calcul de structures (avions, automobiles, trains, ponts, raquette de tennis...), l'aéronautique, la météorologie, l'acoustique, l'océanographie. Tous ces domaines ont en commun le fait qu'ils s'intéressent à des milieux déformables.

L'objectif de la Licence L3 - SPI / Mécanique est, pour l'essentiel, de donner aux étudiants l'ensemble des connaissances nécessaires à la compréhension et à la résolution des problèmes de Mécanique posés sur des milieux (essentiellement solides) déformables. Elle possède deux options : l'option A intitulée "Mécanique et vibrations", l'option B intitulée "Mécanique et technologie". Un tronc commun d'enseignements se focalise sur la Mécanique en général. Il apporte aux étudiants aussi bien l'apprentissage des outils (Mathématiques, Programmation) que des concepts propres à cette discipline et les illustre sur "des cas d'école" puis sur des cas plus complexes voire industriels. Chacune des deux options s'intéresse quant à elle à un aspect périphérique de la Mécanique : dans le cas de l'option A, il s'agit de sensibiliser les étudiants aux phénomènes vibratoires, dans le cas de l'option B, il s'agit d'amener les étudiants à la capacité à concevoir un produit industriel dans son intégralité (de la conception à sa phase de production en passant par son dimensionnement).

### 3.2 Articulation des différents enseignements

#### 3.2.1 Premier semestre : des enseignements de base plutôt théoriques

Les enseignements de Mécanique débutent par l'UE M5MG (Mécanique Générale), au premier semestre. Il traite de la Mécanique du solide, sujet abordé lors des années antérieures par les étudiants. Cette UE reprend d'abord l'ensemble des bases de la Mécanique. Il présente ensuite les concepts de la Mécanique du solide d'une manière générale notamment en les plaçant dans un cadre proche de celui de la Mécanique des milieux continus. A mi-parcours de l'UE M5MG démarre l'UE M5MMC1 (Mécanique des milieux continus 1) qui est la première UE dédiée à la Mécanique des milieux continus. On y présente des concepts encore inconnus des étudiants qui sont dans la suite logique de ceux de la Mécanique du solide : une introduction générale aux milieux continus puis une application de cette généralité aux milieux solides déformables. Au travers de cela, les étudiants doivent comprendre l'importance et la nécessité d'une hypothèse, de la notion d'équations locales, d'une loi de comportement et surtout d'une modélisation cohérente et fidèle à la réalité des sollicitations (conditions aux limites) agissant sur un milieu déformable. Chacun de ces ingrédients est un pilier de l'écriture d'un problème de Mécanique des milieux continus et par conséquent, plus particulièrement, d'un problème de

calcul de structure, que l'on veut être le cœur de la formation. L'UE M5MAT (Mathématiques) apporte, au fur et à mesure de la progression des enseignements de Mécanique, l'ensemble des outils conceptuels nécessaires à cette discipline. Enfin, au même titre que l'enseignement de Mathématiques fournit les outils nécessaires à la manipulation des concepts de la Mécanique, l'UE M5BLC (Bases du langage C/C++) apporte aux étudiants les bases de programmation nécessaires pour comprendre comment peuvent être résolues les équations des problèmes qu'ils écrivent. Finalement, le premier semestre, qui a présenté un système mécanique successivement comme étant rigide (M5MG), puis déformable (M5MMC1) permet aux étudiants d'aborder l'étude des systèmes mécaniques complexes et de poser avec discernement, l'ensemble des équations nécessaires à l'écriture correcte et cohérente d'un problème de Mécanique des Milieux Continus (solides déformables), prêt à être résolu.

### **3.2.2 Second semestre : les bases du premier semestre sont appliquées au second semestre**

Les enseignements du premier semestre de la Mécanique et de ses outils trouvent leur application au second semestre, au travers de trois UE dédiés au calcul scientifique (M6CSEDO, M6CSEDP et M6CSMEF). Ces UE proposent l'apprentissage et l'illustration de techniques numériques résolvant les problèmes de Mécanique posés au premier semestre. L'UE M6CSEDO (Calcul scientifique / Equations différentielles ordinaires) présente les techniques numériques les plus simples appliquées à la résolution d'équations différentielles illustrées par des problèmes, notamment de Mécanique générale. L'UE M6CSEDP (Calcul scientifique / Equations aux dérivées partielles) présente la résolution d'équations aux dérivées partielles issues de problèmes de la Physique et de la Mécanique (équation de la chaleur, de diffusion, des ondes...). Enfin, l'UE M6CSMEF (Calcul scientifique / Méthode des éléments finis) présente la Méthode des Eléments Finis, technique numérique essentielle aux calculs de structures déformables, qui est illustrée par une panoplie de cas concrets allant du plus simple jusqu'au cas industriel. Il convient ici de signaler un point important de l'esprit qui anime ces UE dédié au calcul scientifique : ne pas se focaliser sur l'outil mais sur le métier, soit, en d'autres termes, apprendre et comprendre les tenants et les aboutissants d'un calcul et plus spécifiquement d'un calcul de structure résolu par la Méthode des éléments finis, sans faire référence à l'outil utilisé pour cette résolution. Ainsi, on espère que les étudiants pourront accroître leur mobilité sur ces outils parce qu'ils auront compris la structuration même d'un calcul par Eléments finis. Finalement, ces UE procurent aux étudiants la connaissance d'un ensemble important d'équations que l'on peut rencontrer dans le monde industriel, lié à des phénomènes physiques importants, et des techniques numériques associées pour les résoudre. Après avoir été appliqués au cas des solides déformables, les concepts de Mécanique des milieux continus sont également appliqués au cas des milieux fluides au sein de de l'UE M6MMC2 (Mécanique des milieux continus 2). Cette UE associée à l'UE M5MMC1 donne un aperçu complet des milieux continus et ouvre ainsi les possibilités de poursuites d'étude sans se restreindre à des formations où seuls les solides déformables seraient considérés. Enfin, les enseignements communs sont complétés par une UE d'apprentissage de l'Anglais (M6ANG).

### **3.2.3 Les options**

Concernant les options, chacune d'elle est construite avec deux modules (un par semestre). L'option A se focalise sur les phénomènes vibratoires. Le premier module, OAM5OV (Ondes et Vibrations, premier semestre), est consacré aux phénomènes vibratoires en général et apporte en outre les bases théoriques et les outils nécessaires au second module, OAM6OE (Optique et Energie, second semestre). L'option B est constituée de modules à caractère résolument technologique : le premier OBM5ASTEC (Automatisation des systèmes technologiques, premier semestre), le second OBM6CME (Conception mécanique, second semestre). A eux deux, ces modules permettent de sensibiliser les étudiants à l'ensemble des problèmes de production qui

peuvent agir sur la conception d'un produit et de ce fait, permettent de sensibiliser les étudiants à une conception pertinente capable de tenir compte des paramètres de production.

### 3.3 Description détaillée des différents enseignements

#### 3.3.1 M5MMC1 - Mécanique des Milieux Continus 1

**Présentation / Objectif** - L'objectif de cet enseignement est d'apporter aux étudiants l'ensemble des connaissances nécessaires à l'étude des systèmes mécaniques pour lesquels le cadre d'utilisation impose qu'ils possèdent une géométrie déformable. Il a également pour objectif de leur exposer l'une des deux applications importantes de cette Mécanique : l'application aux milieux solides déformables débouchant directement sur le calcul de structure. La seconde application importante de cette Mécanique fera l'objet d'une UE spécifique du second semestre consacrée à la Mécanique des Fluides.

Cet enseignement expose aux étudiants une Mécanique plus sophistiquée que celle qu'ils ont connu jusqu'à présent. La Mécanique des Milieux Continus est, par certains points, une Mécanique d'un degré de complexité supérieur à la Mécanique Générale. C'est la raison pour laquelle certains de ses concepts sont introduits dès l'enseignement de Mécanique Générale (M5MG) et c'est également la raison qui motive le fait que cet enseignement débute après qu'une grande partie du cours de Mécanique Générale soit déjà passée. Les étudiants sont ainsi sensibilisés à l'accroissement de la difficulté de modélisation des systèmes mécaniques par une progression lente et on assure ainsi une cohérence entre l'ensemble des UE consacrés à la Mécanique.

Si la Mécanique Générale (des Solides Indéformables) peut être un cadre de travail satisfaisant dans des domaines comme la Robotique par exemple, pour laquelle, en raison de sa problématique (essentiellement, la recherche d'une cinématique) les éléments mécaniques du système étudié sont supposés rigides, elle est évidemment inadaptée dès lors que les éléments mécaniques du système étudié sont susceptibles de se déformer, voire de rompre. C'est alors la Mécanique des Milieux Continus et notamment son application au cas des milieux solides déformables, qui fournit l'environnement de travail indispensable à cette nouvelle problématique : dans le cadre d'une utilisation définie comme normale, la structure mécanique conçue et utilisée possède-t-elle les caractéristiques nécessaires pour garantir la sécurité de son utilisateur ?

M5MMC1 présente la Mécanique des Milieux Continus et son application aux milieux solides déformables. Elle définit l'ensemble des éléments conceptuels nécessaires et indispensables à la réponse à la question précédente (déformations, contraintes, lois de comportement). Tous ces concepts seront ensuite illustrés par des enseignements appliqués du second semestre et dédiés au calcul de structure (M6CSEDO, M6CSEDP, M6MEF). Il est à souligner que l'on insiste particulièrement sur l'écriture des équations qui constituent "le problème de structure à résoudre", et notamment l'écriture des conditions aux limites. En effet, celles-ci sont le point « clé » de la réussite et de la qualité de la modélisation d'un problème de calcul de structures industrielles et dépendent fortement des hypothèses qui ont permis de les définir. Ce dernier point est donc également très longuement abordé. Enfin, toutes ces notions sont illustrées au travers de travaux pratiques dont l'objectif essentiel est de sensibiliser l'étudiant aux notions de contraintes et de déformations.

#### **Pré-requis -**

- Mathématiques : algèbre linéaire (vecteur et champ de vecteurs, norme, produit scalaire, produit vectoriel, matrice, produit matrice/vecteur), algèbre tensorielle élémentaire (calcul indiciel), fonctions de plusieurs variables (dérivées partielles, équations aux dérivées partielles), intégrales simples et multiples, résolution d'équations différentielles et aux dérivées partielles simples. Ces pré-requis ont été inscrits dans le programme de l'UE de Mathématiques (M5MAT) ;

- Mécanique générale : notion sur les torseurs, torseurs cinématique cinétique et dynamique, torseur d'effort, Principe Fondamental de la Dynamique. Ces pré-requis ont été inscrits dans le programme de l'UE de Mécanique Générale (M5MG).

**Programme d'enseignement -**

- Rappels de Mathématiques
- Introduction générale aux milieux continus
  - . introduction et hypothèse de continuité
  - . description du mouvement d'un milieu continu
  - . déformations
  - . lois de conservation de la Mécanique Classique, théorème de localisation
  - . notion de contraintes et équations locales d'équilibre
- Application aux milieux solides déformables (élasticité linéaire)
  - . introduction et hypothèse des petites perturbations
  - . loi de comportement élastique linéaire
  - . formulation générale d'un problème d'élasticité linéaire

### 3.3.2 M5MG - Mécanique Générale

**Présentation / Objectif -** L'objectif de cet enseignement est d'apporter aux étudiants l'ensemble des connaissances nécessaires à l'étude des systèmes mécaniques pour lesquels le cadre d'utilisation peut se contenter d'admettre qu'ils possèdent une géométrie non déformable.

Le schéma directeur de chaque chapitre (associé à des grandes notions de la Mécanique) est toujours le même : on expose d'abord le concept lorsque le système mécanique se résume à un unique point matériel. On l'étend ensuite au cas où il devient une collection discrète de points matériels et enfin un ensemble continu de points matériels. Cette manière de procéder permet d'abord aux étudiants de réviser le concept tel qu'ils l'ont appris dans les années précédentes (où le système mécanique "n'a pas" de géométrie). Elle leur permet ensuite de l'assimiler plus facilement dans le cas plus complexe des problèmes de Mécanique où il n'est plus possible de réaliser une modélisation du système étudié en occultant sa géométrie (qui reste néanmoins invariante, "solide").

Dans le cadre de cette UE, un projet facultatif est donné aux étudiants. Ce projet consiste à résoudre un problème de Mécanique du Solide "simple" élaboré de bout en bout par les étudiants.

M5MG expose aux étudiants une Mécanique plus sophistiquée que celle qu'ils ont connu jusqu'à présent et pour laquelle les systèmes considérés pouvaient être réduits à un ensemble de points matériels. Elle est une Mécanique d'un degré de complexité supérieur à la Mécanique du Point mais, d'un certain point de vue, inférieur à celle de la Mécanique des Milieux Continus. Pour cette raison, M5MG est également conçu de telle sorte qu'il soit une introduction à la Mécanique des Milieux Continus pour laquelle le système envisagé possède une géométrie déformable. Pour cette raison, M5MG donne la définition des concepts dans le cas le plus général (dès lors qu'il est possible de le faire) en insistant sur le fait que le concept considéré est valable pour les systèmes mécaniques continus les plus complexes (solides ou déformables). On obtient ainsi une cohérence et une continuité entre les enseignements dédiés à la Mécanique.

**Pré-requis -** Les pré-requis de cette UE sont les connaissances de base en Mécanique et en Mathématiques acquises au cours des années Bac+1 et Bac+2 aussi bien dans les filières de type L1/L2 que BUT/BTS. Plus précisément, il s'agit de la Mécanique du Point et des outils mathématiques élémentaires (vecteurs, normes, produit scalaire, matrice, intégration, dérivées).

**Programme d'enseignement -**

- Torseurs
- Cinématique du solide

- . le solide dans l'espace
- . le solide en mouvement dans l'espace
- . étude de mouvements instantanés à partir du torseur cinématique
- . notions de cinématique des contacts entre solides
- Cinétique
  - . géométrie des masses
  - . torseur cinétique
  - . torseur dynamique
  - . énergie cinétique
- Dynamique (a) modélisation d'une action mécanique sur un système
  - . caractéristiques d'une action mécanique
  - . schématisation de quelques actions mécaniques usuelles
- Dynamique (b) Principe Fondamental et Théorèmes Généraux
  - . Principe Fondamental de la Dynamique en repère galiléen
  - . Théorème de l'Energie Cinétique
  - . Discussion de l'équation  $d^2q(t)/dt^2 = F[q(t)]$
- Projet

### 3.3.3 M5MAT - Mathématiques

**Présentation / Objectif** - L'objectif de cet enseignement est de fournir aux étudiants la connaissance et la pratique des outils mathématiques dont ils auront besoin dans les autres UE de la Licence. Ces outils sont en fait ceux de base que doit maîtriser tout scientifique en charge de la résolution d'un problème de Mécanique. Afin d'appliquer et de concrétiser précisément cet enseignement, des Travaux Pratiques basés sur du calcul formel, permet de programmer les concepts appris. En outre, cette apprentissage à un logiciel de calcul formel prépare les étudiants aux UE M6CSEDO et M6CSEDP du second semestre qui auront pour objectif d'amener aux étudiants des bases de calcul scientifique.

**Pré-requis** - Les pré-requis de cette UE sont les connaissances de base en Mathématiques acquises au cours des années Bac+1 et Bac+2 aussi bien dans les filières de type L1/L2 que BUT/BTS.

#### **Programme d'enseignement** -

- Dérivation, intégration, développement en série
- Algèbre linéaire (calcul matriciel, diagonalisation, matrices orthogonales et hermitiennes)
- Introduction aux espaces fonctionnels, espace de Hilbert, base de théorie des groupes et d'algèbre de Lie
- Equations différentielles ordinaires (1er ordre, 2nd ordre, linéaires homogènes, solution en séries)
- Introduction aux distributions (Distributions de Dirac / Heaviside, convolution, applications aux équations différentielles ordinaires non homogènes / fonction de Green)
- Transformée de Fourier et introduction à la transformée de Laplace
- Informatique scientifique

### 3.3.4 M5BLC - Base du langage C / C++

**Présentation / Objectif** - L'objectif de cet enseignement est de permettre aux étudiants de maîtriser la syntaxe et les concepts de base du langage C et être initié à ceux du C++, afin d'aborder des éléments de programmation plus complexes par la suite et d'être capable d'écrire des éléments logiciels susceptibles d'être rencontrés dans le développement d'applications d'Electronique, d'Informatique industrielle ou de Mécanique.

**Pré-requis** - Aucun.

**Programme d'enseignement** -

- Notions d'algorithmique
- Bases du langage C
  - . syntaxe et mise en forme d'un programme C
  - . les types de données
  - . les tableaux
  - . les pointeurs
  - . les entrées/sorties de base (fichiers)
  - . les structures
  - . applications à des problèmes simples d'Electronique et de Mécanique
- Bases du Langage C++
  - . la notion de classe
  - . les droits d'accès
  - . la dérivation
  - . application aux boites de dialogues (MFC)

### 3.3.5 M6MMC2 - Mécanique des Milieux Continus 2

**Présentation / Objectif** - L'objectif de cet enseignement est d'apporter aux étudiants l'ensemble des connaissances nécessaires à l'étude des systèmes mécaniques fluides. Il a donc pour objectif de leur exposer l'une des deux applications importantes de cette Mécanique : la Mécanique des Fluides. Cet enseignement vient prendre ses bases dans M5MMC1 qui, dans sa première partie, est une introduction générale aux milieux continus, donc fluides en particulier.

**Pré-requis** -

- Mathématiques : algèbre linéaire (vecteur et champ de vecteurs, norme, produit scalaire, produit vectoriel, matrice, produit matrice/vecteur), algèbre tensorielle élémentaire (calcul indiciel), fonctions de plusieurs variables (dérivées partielles, équations aux dérivées partielles), intégrales simples et multiples, résolution d'équations différentielles et aux dérivées partielles simples. Ces pré-requis ont été inscrits dans le programme de l'UE de Mathématiques (M5MAT) ;
- Mécanique des Milieux Continus : cinématique (vitesse, déformation) d'un milieu continu, description eulérienne, contrainte, équations locales d'équilibre. Ces pré-requis ont été inscrits dans le programme de l'UE de Mécanique des Milieux Continus du premier semestre (M5MMC1).

**Programme d'enseignement** -

- Définition d'un fluide
- Loi de comportement des fluides newtoniens, notion de pression et de viscosité
- Equations de la Mécanique des fluides newtoniens, équations de Navier-Stokes
- Dynamique des fluides parfaits incompressibles : théorème de Bernoulli, théorème des quantités de mouvement
- Dynamique des fluides visqueux incompressibles :
  - . généralisation du théorème de Bernoulli
  - . pertes de charge
  - . généralisation du théorème des quantités de mouvement
  - . quelques solutions des équations de Navier-Stokes (écoulements viscométriques)
- Etude des écoulements plans irrationnels, notion de potentiel complexe
- Introduction à la notion de couche limite

### 3.3.6 M6CSEDO - Calcul Scientifique / Equations Différentielles Ordinaires

**Présentation / Objectif** - L'objectif de cet enseignement est de sensibiliser les étudiants au calcul scientifique. Il s'agit de les former à la programmation des outils mathématiques de base utiles à la résolution des équations différentielles ordinaires qui trouvent leur origine dans des problèmes de Mécanique et d'Electronique simples. Il forme un tout cohérent avec l'UE Calcul Scientifique / Equations aux Dérivées partielles (M6CSEDP).

**Pré-requis** - Les pré-requis à cette UE sont les connaissances de base en Physique et de Mathématiques acquises au cours des années Bac+1 et Bac+2 aussi bien dans les filières de type L1/L2 que BUT/BTS et l'UE Base du langage C/C++ (M5BLC).

**Programme d'enseignement** -

- Rappels sur les équations différentielles ordinaires
- Discrétisations (Euler-Cauchy, Runge-Kutta...)
- Application aux équations différentielles ordinaires issues de l'Electronique et de la Mécanique

### 3.3.7 M6CSEDP - Calcul Scientifique / Equations aux Dérivées partielles

**Présentation / Objectif** - L'objectif de cet enseignement est de conforter les étudiants au calcul scientifique en leur illustrant cette discipline par la résolution d'équations aux dérivées partielles issues de problèmes classiques de la Physique et de la Mécanique. Il est la suite logique de l'enseignement consacré au calcul scientifique dédié à la résolution d'équations différentielles ordinaires (M6CSEDO).

**Pré-requis** -

- Mathématiques : algèbre linéaire (vecteur et champ de vecteurs, norme, produit scalaire, produit vectoriel, matrice, produit matrice/vecteur), algèbre tensorielle élémentaire (calcul indiciel), fonctions de plusieurs variables (dérivées partielles, équations aux dérivées partielles), intégrales simples et multiples, résolution d'équations différentielles et aux dérivées partielles simples. Ces pré-requis ont été inscrits dans le programme de l'UE de Mathématiques (M5MAT) ;
- Bases du langage C/C++ : ces pré-requis sont inclus dans l'UE M5BLC ;
- Notions de calcul scientifique : ces pré-requis sont inclus dans l'UE M6CSEDO.

**Programme d'enseignement** -

- Rappels sur les équations aux dérivées partielles
- équations hyperboliques et paraboliques (équation de la chaleur, équation d'onde...)
- équations elliptiques (équations de Poisson, condition de Dirichlet et Neumann)
- applications :
  - . propagation de la chaleur dans une plaque plane
  - . propagation des solitons optiques dans des fibres
  - . champ électrostatique d'une distribution de charges

### 3.3.8 M6CSMEF - Calcul scientifique / Méthode des Eléments Finis

**Présentation / Objectif** - L'objectif principal de cet enseignement est de présenter aux étudiants une (la plus répandue) technique numérique indispensable à la résolution des problèmes de Mécanique des Solides Déformables, celle des Eléments Finis afin qu'ils soient capables à la fois de modéliser convenablement un problème de mécanique des structures mais aussi de mener une analyse critique pertinente des résultats numériques obtenus. M6CSMEF récapitule les points essentiels de la méthode dans le langage d'un Mécanicien des Structures et s'intéresse surtout à la méthode elle-même plus qu'à l'outil informatique utilisé, favorisant

ainsi le passage ultérieur de l'étudiant d'un outil informatique à un autre. C'est la raison pour laquelle l'outil de calcul choisi est le code de calcul Zébulon (de l'école Mines Paristech). Ce logiciel permet de concilier les besoins pédagogiques et les besoins d'un apprentissage aux réflexes indispensables au calcul de structures industrielles.

**Pré-requis** - Utilisation d'une station de travail informatique et du système d'exploitation Unix. Ces pré-requis sont inscrits dans le programme de l'UE Calcul Scientifique / Equations différentielles ordinaires (M6CSEDO). Bases de la Mécanique des Milieux Continus : ces pré-requis sont inscrits dans le programme de l'UE de Mécanique des Milieux Continus du premier semestre (M5MMC1).

**Programme d'enseignement** -

- Présentation générale de la méthode des éléments finis appliquée à la résolution des problèmes standards d'élasticité linéaire
- Illustrations sur des exemples simples des notions importantes associées à la méthode
  - . discrétisation
  - . convergence
  - . conditions aux limites
  - . nécessité du blocage des mouvements de corps solides éventuels
  - . conditions de symétrie, influence de l'anisotropie du matériau
- Application au calcul de structures
  - . plaque en flexion
  - . influence d'une inclusion rigide dans une fibre en traction
  - . raquette de tennis
  - . résistance à l'éclatement d'un réservoir à gaz haute pression en composite

### 3.3.9 M6ANG - Anglais

**Présentation / Objectif** - Après la consolidation des acquis et l'approche de l'anglais des sciences dans les deux premières années de l'Enseignement Supérieur, la L3 est une année d'approfondissement. Celle-ci est menée en groupes à effectifs limités. L'objectif est d'améliorer l'anglais général et de communication ainsi que l'anglais lié à leur spécialité.

**Pré-requis** - Les pré-requis à cet UE sont les connaissances de base en Anglais acquises au cours des années Bac+1 et Bac+2 aussi bien dans les filières de type L1/L2 que BUT/BTS.

**Programme d'enseignement** - L'objectif majeur de cet enseignement est la correction de la langue et le développement de l'autonomie. Le travail se fait par le biais d'exercices, de textes et de documents audio et vidéo, ainsi que par l'utilisation régulière de l'informatique.

### 3.3.10 Option A / OAM5OV - Ondes et vibrations

**Présentation / Objectif** - L'objectif de cet enseignement est d'introduire le concept de modes normaux de vibrations et la notion d'oscillateurs non linéaires et d'exposer les origines et caractéristiques essentielles des différents types d'ondes : ondes mécaniques, hydrodynamiques et optiques. Les concepts physiques de dispersion et d'interférences sont traités en détail et la notion d'ondes solitaires est abordée. L'étudiant sera capable de prédire les phénomènes de propagation d'ondes dans tout type de milieu linéaire et de proposer des solutions permettant de contrôler les effets de dispersion pour des applications spécifiques. Il sera également capable d'utiliser les phénomènes d'interférences en vue d'applications au traitement des surfaces optiques et à la métrologie. Un projet facultatif, en rapport avec le cours, est proposé aux étudiants. Ce travail, réalisé en binôme, se concrétise par une présentation orale en fin de semestre. OAM5OV permet d'illustrer les enseignements de Mécanique (Générale et des Milieux Continus).

**Pré-requis** - Les pré-requis à ce module sont les connaissances de base en Physique et de Mathématiques acquises au cours des années Bac+1 et Bac+2 aussi bien dans les filières de type L1/L2 que BUT/BTS.

**Programme d'enseignement** -

- Vibrations et ondes stationnaires
- Ondes mécaniques
- Ondes hydrodynamiques
- Effets de la dispersion sur la propagation d'impulsions
- Projet

### 3.3.11 Option A / OAM6OE - Optique et Energie

**Présentation / Objectif** - Dans sa partie consacrée à l'Optique, cet enseignement vise à présenter les phénomènes généraux d'interférence et de diffraction qui interviennent lors de la superposition de plusieurs ondes ou lorsqu'une onde se trouve spatialement limitée. Les conséquences de l'anisotropie d'un milieu sont également envisagées à travers le phénomène de biréfringence. Le choix de l'optique permet également d'illustrer l'utilisation des outils usuels comme la transformée de Fourier. Plusieurs exemples très actuels exploitant les propriétés ondulatoires de la lumière seront discutés, que ce soit dans la microscopie, le contrôle non destructif de matériaux, l'analyse spectrale. Dans sa partie consacrée à l'énergie, cet enseignement aura comme objectif principal de faire comprendre la complexité de la thématique énergétique, vue sous l'angle d'analyse d'un physicien et avec un certain recul historique.

**Pré-requis** - Les pré-requis à ce module sont les connaissances de base en Physique et de Mathématiques acquises au cours des années Bac+1 et Bac+2 aussi bien dans les filières de type L1/L2 que BUT/BTS, ainsi que celles du module Ondes et vibrations (OAM5OV).

**Programme d'enseignement** -

- Optique moderne
  - . rappels des notions d'optique et d'électromagnétisme
  - . rappels mathématiques sur la transformée de Fourier
  - . notion de cohérence
  - . interférences à deux ondes et à ondes multiples
  - . diffraction, diffraction à l'infini
  - . formation et manipulation d'une image
  - . phénomènes de polarisation
- Energie
  - . concepts de base (force, travail, puissance et chaleur)
  - . transferts de chaleur par conduction et convection
  - . transferts de chaleur par rayonnement
  - . l'énergie électrique
  - . les énergies renouvelables
  - . l'énergie nucléaire

### 3.3.12 Option B / OBM5ASTEC - Automatisation des systèmes technologiques

**Présentation / Objectif** -

L'objectif de cet enseignement est de sensibiliser les étudiants à l'automatisation qui gère actuellement les systèmes de production. La modélisation de ces automatismes est une dimension importante de l'industrie. Cet enseignement est une introduction à l'enseignement de conception du second semestre (OBM6CME). Il permet de sensibiliser les étudiants à des problèmes de sciences de l'ingénieur liés à la gestion des informations de l'outil de production pour commander les actionneurs.

**Pré-requis** - Les pré-requis à cette UE sont des notions de fabrication et de conception des pièces mécaniques simples ainsi que les connaissances de base en Mathématiques acquises au cours des années Bac+1 et Bac+2 aussi bien dans les filières de type L1/L2 que BUT/BTS.

**Programme d'enseignement -**

- Éléments de Logique
  - . rappels des bases de la Logique
  - . tableau de Karnaugh
  - . conception d'un automatisme en logique câblé à partir d'un cahier des charges
- Logique séquentielle
  - . Grafcet
  - . rappel sur les transformées de Laplace
  - . modélisation d'automatismes pluridisciplinaires sous schéma bloc de type Laplace

### 3.3.13 Option B / OBM6CME - Conception mécanique

**Présentation / Objectif** - L'objectif de cet enseignement est de sensibiliser les étudiants à la méthodologie de conception des produits industriels et des systèmes mécaniques. Ils seront en mesure d'intégrer les différentes étapes de la vie d'un produit dans les solutions techniques à mettre en oeuvre pour satisfaire au besoin, intégrant les contraintes économiques, les processus de fabrication et de contrôle. L'utilisation d'outils adaptés en Bureau d'Etudes feront partie des objectifs à atteindre.

Les profils des étudiants de la Licence L3 - Mention Mécanique étant très diversifiés, pour les étudiants qui ne sont pas familiarisés avec ces notions, on consacre quelques heures à une remise à niveau des connaissances qui permet ainsi à tous les étudiants de disposer d'une base commune de langage et de définitions permettant, quelle que soit leur origine, d'aborder l'ensemble du cours dans de bonnes conditions. Egalement, cet enseignement est réalisé de manière à conceptualiser chaque notion, permettant ainsi aux étudiants dont le profil ne possède pas de connaissances technologiques fortes, de suivre les enseignements dans de bonnes conditions et de concentrer leurs efforts sur les parties où ils ont un déficit de connaissances. Et réciproquement, les étudiants dont le profil possède des connaissances technologiques peuvent placer préférentiellement leurs effort sur les parties conceptuelles de l'enseignement.

Cet enseignement fait suite à l'enseignement de productique du premier semestre (OBM5ASTEC) qui a permis de sensibiliser les étudiants à l'ensemble des problèmes de production qui peuvent agir sur la conception d'un produit et de ce fait, sensibiliser les étudiants à une conception pertinente capable de tenir compte des paramètres de production.

**Pré-requis** - Les pré-requis sont des notions de fabrication et de conception des pièces mécaniques simples ainsi que les connaissances de base en Mathématiques acquises au cours des années Bac+1 et Bac+2 aussi bien dans les filières de type L1/L2 que BUT/BTS. Les pré-requis sont également les connaissances acquises dans OBM5ASTEC (Automatisation des systèmes technologiques) du premier semestre.

**Programme d'enseignement -**

- Rappels des connaissances de base
- Méthodologie de conception
  - . vie d'un produit
  - . analyse de la valeur
- Liaisons mécaniques
  - . caractérisation mécanique
  - . actions de liaison
  - . solutions technologiques

- . critères de choix
- Dimensionnement avancé des liaisons (prise en compte des jeux, des raideurs, des déformations)
- Choix des matériaux (critères de coût, de résistance, de procédé de fabrication)
- Outils de représentation des systèmes mécaniques
  - . dessin d'ensemble en projection orthogonale
  - . utilisation de l'outil de CAO pour la conception des pièces et des assemblages
  - . mise en plan
- Dessins de définition et cotations
  - . conditions fonctionnelles sur les dessins d'ensemble
  - . spécifications dimensionnelles et géométriques
  - . cotation fonctionnelle
  - . utilisation de l'outil de CAO pour la production des plans de définition

### 3.4 Détails des volumes horaires des UE et des coefficients du contrôle des connaissances

Unité d'Enseignement	Semestre	Durée totale (h)	CM (h)	TD (h)	TP (h)	CI	ECTS
Mécanique des milieux continus 1 (M5MMC1)	5	50	30	20			6
Mécanique générale (M5MG)	5	50	30	20			6
Mathématiques (b) (M5MAT)	5	50	20	14	16		6
Bases du langage C/C++ (a) (EM5BLC)	5	50	20	14	16		6
Mécanique des milieux continus 2 (M6MMC2)	6	50	25	25			6
Calcul scientifique :							
Equations différentielles ordinaires (a) (EM6CSEDO)	6	25	10	15			3
Equations aux dérivées partielles (M6CSEDP)	6	50	24	26			6
Méthode des Eléments Finis (M6CSMEF)	6	50	20	15	15		6
Anglais (a) (EM6ANG)	6	25		25			3
Option A : Mécanique et vibrations							
Ondes et Vibrations (b) (OAM5OV)	5	50	30	20			6
Optique et Energie (b) (OAM6OE)	6	50	18	12		20	6
Option B : Mécanique et Technologie							
Automatisation des systèmes technologiques (OBM5ASTEC)	5	50	15	15	20		6
Conception mécanique (OBM6CME)	6	50	15	15	20		6

TABLE 3.1 – Unités d'Enseignement de la *L3SPI* Parcours Mécanique. (a) Commun avec la L3 SPI Electronique. (b) Commun avec la L3 Physique. Liste des acronymes - CM : cours magistral, TD : travaux dirigés, TP : travaux pratiques, CI : cours intégrés, ECTS : european credits transfer system.

Unité d'Enseignement	Semestre	Contrôle des connaissances Session 1			
		CC	TP	Examen	CCI
Mécanique des milieux continus 1 (M5MMC1)	5	2		4	
Mécanique générale (M5MG)	5	2		4	
Mathématiques (b) (M5MAT)	5	1.5	1.5	3	
Bases du langage C/C++ (a) (EM5BLC)	5	1.5	1.5	3	
Mécanique des milieux continus 2 (M6MMC2)	6	2		4	
Calcul scientifique :					
Equations différentielles ordinaires (a) (EM6CSEDO)	6	1		2	
Equations aux dérivées partielles (M6CSEDP)	6	2		4	
Méthode des Eléments Finis (M6CSMEF)	6	1.5	1.5	3	
Anglais (a) (EM6ANG)	6				3
Option A : Mécanique et vibrations					
Ondes et Vibrations (b) (OAM5OV)	5				6
Optique et Energie (b) (OAM6OE)	6	2		1.5	2.5
Option B : Mécanique et Technologie					
Automatisation des systèmes technologiques (OBM5ASTECC)	5	1.5	1.5	3	
Conception mécanique (OBM6CME)	6	1.5	1.5	3	

TABLE 3.2 – Unités d'Enseignement de la *L3SPI* Parcours Mécanique. Coefficients du contrôle des connaissances de la session 1. (a) Commun avec la L3 SPI Electronique. (b) Commun avec la L3 Physique. Liste des acronymes - TP : travaux pratiques, CCI : contrôle continu intégral, CC : contrôle continu.

Unité d'Enseignement	Semestre	Contrôle des connaissances Session 2			
		CC	TP	Examen	CCI
Mécanique des milieux continus 1 (M5MMC1)	5	2 (*)		4	
Mécanique générale (M5MG)	5	2 (*)		4	
Mathématiques (b) (M5MAT)	5	1.5 (*)	1.5 (*)	3	
Bases du langage C/C++ (a) (EM5BLC)	5	1.5 (*)	1.5 (*)	3	
Mécanique des milieux continus 2 (M6MMC2)	6	2 (*)		4	
Calcul scientifique :					
Equations différentielles ordinaires (a) (EM6CSEDO)	6	1 (*)		2	
Equations aux dérivées partielles (M6CSEDP)	6	2 (*)		4	
Méthode des Eléments Finis (M6CSMEF)	6	1.5 (*)	1.5 (*)	3	
Anglais (a) (EM6ANG)	6			3 (**)	
Option A : Mécanique et vibrations					
Ondes et Vibrations (b) (OAM5OV)	5			6	
Optique et Energie (b) (OAM6OE)	6	2 (*)		1.5	2.5 (***)
Option B : Mécanique et Technologie					
Automatisation des systèmes technologiques (OBM5ASTECC)	5	1.5 (*)	1.5 (*)	3	
Conception mécanique (OBM6CME)	6	1.5 (*)	1.5 (*)	3	

TABLE 3.3 – Unités d'Enseignement de la *L3SPI* Parcours Mécanique. Coefficients du contrôle des connaissances de la session 2. (a) Commun avec la L3 SPI Electronique. (b) Commun avec la L3 Physique. Liste des acronymes - TP : travaux pratiques, CCI : contrôle continu intégral, CC : contrôle continu. (\*) Report de la note de la session 1. (\*\*) Report de la note de la session 1 ou, à la demande de l'étudiant, passage d'une épreuve orale. (\*\*\*) Report de la note de la session 1 si la note de la session 1 est supérieure ou égale à 10.

# Chapitre 4

## Fonctionnement de la filière

### 4.1 Remarques sur le contrôle des connaissances

En règle générale, aucun aménagement du contrôle des connaissances (voir fiche filière) n'est accordé. Ainsi, tous les étudiants sont évalués de la même manière. En revanche, les épreuves d'évaluation (contrôles continus, travaux pratiques, examens, ou autres) sont annoncées à l'avance et le responsable de la filière peut établir une convocation à tout étudiant qui en fera la demande.

### 4.2 Comptes informatiques UFR : login et mot de passe

L'inscription en Licence L3 SPI / Parcours Mécanique permet d'avoir un compte informatique sur les ordinateurs de l'UFR des Sciences et Techniques situés dans le bâtiment Mirande.

Pour utiliser ce compte, le login et le mot de passe sont, en règle générale, distribués lors d'une séance d'intendance informatique faite durant le mois de septembre. Ces comptes sont utilisés pour les différents enseignements qui le nécessitent durant l'année.

Remarque - L'inscription à l'Université de Bourgogne dans une filière L1 ou L2 de l'UFR des Sciences et Techniques a peut-être également fait l'objet (si des enseignements le nécessitaient) d'une création de compte sur les ordinateurs de l'UFR des Sciences et Techniques. Dans ce cas, aucune création de nouveau compte n'est faite dans le cadre de la L3 SPI / Parcours Mécanique, et c'est cet ancien compte qui sera utilisé dans le cadre de la L3 SPI / Parcours Mécanique. Son utilisation nécessite le login et le mot qui lui sont associés. De la même manière, les étudiants redoublants de la L3 SPI / Parcours Mécanique n'auront pas de nouveau compte.

### 4.3 Comptes informatiques ENT : login et mot de passe

L'inscription à l'Université de Bourgogne permet d'avoir un compte informatique ENT (Environnement Numérique de Travail) ainsi qu'une adresse e-mail du domaine de l'Université de Bourgogne. En autres, ce compte permet d'avoir accès aux résultats d'examens. Vous devrez rapidement activer ce compte et ne pas égarer ni le login ni le mot de passe.

Remarque - L'inscription à l'Université de Bourgogne dans une filière L1 ou L2 de l'UFR des Sciences et Techniques a obligatoirement fait l'objet d'une création de compte ENT et la donnée d'une adresse e-mail du domaine de l'Université de Bourgogne. Dans ce cas, aucune création de nouveau compte ENT n'est faite dans le cadre de la L3 SPI / Parcours Mécanique et aucune nouvelle adresse e-mail du domaine de l'Université de Bourgogne n'est donnée. L'utilisation de ce compte nécessite le login et le mot qui lui sont associés. De la même manière, les étudiants redoublants de la L3 SPI / Parcours Mécanique qui ont donc déjà un compte ENT et une

adresse e-mail du domaine de l'Université de Bourgogne n'auront ni nouveau compte ENT ni nouvelle adresse e-mail du domaine de l'Université de Bourgogne.

#### 4.4 Constitution de la liste de diffusion des étudiants de la formation

Dès leur inscription faite, les étudiants doivent envoyer un email au responsable de la filière avec un contenu simple en utilisant obligatoirement l'adresse e-mail du domaine de l'Université de Bourgogne qui leur a été attribuée. Une liste de diffusion est alors créée. Cette liste permet de contacter l'ensemble des étudiants de la filière.

#### 4.5 Envoi d'emails aux étudiants par l'administration. Envoi d'emails à l'administration par les étudiants

Tous les emails qui seront envoyés aux étudiants de la filière par l'administration de la L3 SPI / Parcours Mécanique utiliseront l'adresse email du domaine l'Université de Bourgogne à l'exclusion de toute autre adresse.

De même, tous les emails qui seront envoyés à l'administration (au sens le plus large) de la L3 SPI / Parcours Mécanique par les étudiants de la filière utiliseront l'adresse email du domaine de l'Université de Bourgogne qui leur a été attribuée. Les messages ne provenant pas d'une adresse officielle de l'Université de Bourgogne ne seront pas lus.

#### 4.6 Mise à disposition du code de calculs Zebulon

Le code de calculs par Eléments Finis qui est utilisé pour l'enseignement de l'UE Calcul Scientifique / Méthode des Eléments Finis est le code Z-Set de l'Ecole des Mines ParisTech. Il est fourni gratuitement à tous les étudiants qui le souhaitent sous réserve de ne l'utiliser exclusivement que pour cet enseignement. Il est téléchargeable à l'adresse suivante :

<http://www.zset-software.com/>

à la rubrique Downloads. Il convient de télécharger la version qui correspond au système d'exploitation de votre ordinateur et de procéder à son installation en lisant le mode d'emploi de l'installation de ce programmel. Une fois que l'installation est faite, le mode d'emploi indique que vous devrez taper la commande :

```
Zserver -id
```

La réponse que vous devez obtenir est de la forme suivante :

```
Hostname: xxxxxxxxxx
```

```
Hostid: xxxxxxxxxx
```

```
OS: xxxxxxxxxx
```

Il faut ensuite envoyer un email, où vous aurez inclus les trois lignes précédentes, au responsable de la filière qui fera les démarches auprès de Mines ParisTech pour vous obtenir une licence d'utilisation (valable une année).

#### 4.7 Evaluations des enseignements

L'évaluation des enseignements est obligatoire certaines années. Elle doit être faite par les étudiants à chaque fin de semestre. Elle consiste à évaluer les enseignements du premier et du second semestre, ainsi que la filière dans son ensemble. Pour la réaliser, vous devez vous munir de votre carte étudiant (votre numéro d'étudiant est demandé). Cette enquête, faite de manière télématique, est anonyme :

- durant la période des examens terminaux du premier semestre (en général, au mois de janvier), il faut évaluer les enseignements du premier semestre. Le questionnaire est accessible depuis le site de la filière ;
  - durant la période des examens terminaux du second semestre (en général, au mois de mai), il faut évaluer :
    - . les enseignements du second semestre ;
    - . l'ensemble de la filière.
- Ces 2 questionnaires sont accessibles depuis le site de la filière :

[http://l3-mecanique.u-bourgogne.fr/L3M\\_AC](http://l3-mecanique.u-bourgogne.fr/L3M_AC)

## 4.8 Emploi du temps

L'emploi du temps officiel de la filière est accessible sur la plateforme ADE, via le compte ENT. L'emploi du temps non officiel de la filière est accessible sur le site de la filière. Il est donné à titre indicatif.

## 4.9 Nomenclature des salles inscrites sur l'emploi du temps

Les enseignements de la L3 SPI / Parcours Mécanique se déroulent sur le site de l'UFR des Sciences et Techniques (Bâtiment Mirande) et sur le site de l'IUT de Dijon (pour les enseignements de l'Option B). La nomenclature des salles, inscrites sur l'emploi du temps est la suivante :

- pour les enseignements ayant lieu dans le bâtiment Mirande :
  - . les salles de l'aile A sont désignées sous la forme : A-Nxx ;
  - . les salles de l'aile B sont désignées sous la forme : B-Nxx ;
  - . les salles de l'aile C sont désignées sous la forme : C-Nxx ;
  - . les salles de l'aile D sont désignées sous la forme : D-Nxx ;
  - . les salles de l'aile G (Sciences de l'Ingénieur) sont désignées sous la forme : G-Nxx ;
 où la lettre N représente un chiffre qui correspond à l'étage où se trouve la salle xx. Si la lettre N est remplacée par la lettre S, cela signifie Sous-Sol. Si la lettre N est remplacée par la lettre E, cela signifie Entre-Sol. Si la lettre N est remplacée par R, cela signifie Rez-de-Chaussée ;
- pour les enseignements ayant lieu dans les locaux de l'IUT de Dijon (Bâtiment GMP), les salles sont désignées sous la forme : GMP-xxx. Si aucune salle n'est indiquée attendre l'enseignant dans le hall du bâtiment GMP.

## 4.10 Plans d'accès (détails et vue générale)



FIGURE 4.1 – Vue détaillée des bâtiments où se déroulent les enseignements de la L3 SPI / Parcours Mécanique. Université de Bourgogne. (A/B/C/D/G) Bâtiment Mirande, UFR des Sciences et Techniques : A - aile A (département de Mathématiques) / B - aile B (département IEM) / C - aile C (département de Chimie) / D - aile D (département de Physique) / G - aile G - Sciences de l'Ingénieur. (GMP) IUT de Dijon, Département GMP.

