الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
اللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم و التكنولوجيا
Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies

OFFRE DE FORMATION

Master Professionnalisant en

Fabrication Additive et Reverse Engineering

2026-2027

MAJ 2026-Bis

Etablissement	Faculté / Institut	Département
Université Ferhat Abbas Sétif 1	**Faculté de Technologie**	**Génie Mécanique**

Domaine	Filière	Spécialité
Sciences et Technologies	***Génie mécanique***	***Fabrication Additive et Reverse Engineering***

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية République Algérienne
Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
اللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم و التكنولوجيا
Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies

عرض تكوين

ماستر مهني في
التصنيع الإضافي و الهندسة العكسية

2026-2027

المؤسسة	الكلية / المعهد	القسم
جامعة فرحات عباس سطيف 1	كلية التكنولوجيا	الهندسة الميكانيكية

الميدان	الفرع	التخصص
علوم و تكنولوجيا	هندسة ميكانيكية	التصنيع الإضافي و الهندسة العكسية

Sommaire	Page
Introduction	05
1. Localisation de la formation	**06**
1.1.Localisation	07
1.2.Coordinateurs	07
2. Partenaires extérieurs	**07**
2.1. Institutions Publiques	07
2.2. Entreprises et Autres Partenaires Socio-Economiques	07
Partenaires internationaux	08
3. Contexte et objectifs de la formation	08
3.1. Organisation générale de la formation (Position du projet) :	08
3.2. Objectifs de la formation :	08
3.3. Profils et compétences visés :	08
3.4. Potentialités régionales et nationales d'employabilité :	09
3.5. Indicateurs de performance attendus de la formation	10
3.6. Evaluation du déroulement de la formation	10
a) En amont de la formation	10
b) Pendant la formation :	10
c) En aval de la formation	10
4. Evaluation du déroulement des enseignements	11
5. Insertion des diplômés :	12
6. Propositions relatives aux matières avec travaux dirigés	12
6.1. Préparation des séries d'exercices	12
6.2. Interrogations écrites	13
6.3. Participation des étudiants aux travaux dirigés	13
6.4. Assiduité des étudiants	13
7. Cas des unités contenant des Travaux pratiques	13
8. A propos des matières n'ayant pas de TD ou de TP :	14
9. Harmonisation du contrôle continu :	14
10. Moyen humains disponibles	18
10.1. Equipe pédagogique interne mobilisée pour la spécialité	20
10.2. Equipe pédagogique externe mobilisée pour la spécialité	21
10.3. Synthèse globale par des ressources humaines mobilisées pour la spécialité	22
11. Moyens matériels spécifiques à la spécialité	**22**
11.1. Intitulé du laboratoire : Laboratoire de prototypage et fabrication additive	22

11.2. Intitulé du laboratoire : Laboratoire d'Energétique	23
11.3. Intitulé du laboratoire : Laboratoire de La Résistance des Matériaux	24
11.4. Intitulé du laboratoire : Laboratoire de Mécanique des Fluides	25
2. Fiches d'organisation semestrielles des enseignements de la spécialité	**27**
2.1. Semestre 1	28
2.1. Semestre 2	29
2.1. Semestre 3	30
2.1. Semestre 4	31
3. Programme détaillé par matière du Semestre 1	**47**
4. Programme détaillé par matière du Semestre 2	**60**
5. Programme détaillé par matière du Semestre 3	**73**
6. Conventions/Accords	**88**
7. Avis et Visas des Organes Administratifs	**110**

1. Introduction

Ce document présente l'offre de formation d'un Master professionnalisant en ***Fabrication Additive et Ingénierie Inverse***, proposé au titre de l'année universitaire 2026-2027 par l'Université Ferhat Abbas Sétif 1, à travers la Faculté de Technologie, Département de Génie Mécanique, en partenariat avec l'Unité de Recherche en Fabrication Additive (URFA-CRTI).

Cette formation ambitionne d'offrir aux étudiants un parcours complet, spécialisé et résolument orienté vers l'innovation dans un domaine en plein essor. Elle vise à leur assurer des bases théoriques solides, ainsi que des compétences pratiques et opérationnelles leur permettant de maîtriser les différentes étapes des procédés de fabrication additive et d'ingénierie inverse.

S'appuyant sur les ressources technologiques riches et adaptées de l'université d'une part, et de l'unité URFA-CRTI d'autre part, ainsi que sur les compétences scientifiques et techniques des équipes impliquées, ce cadre de formation offre aux étudiants un environnement propice à l'expérimentation, à la recherche appliquée et à l'innovation.

Ce Master se distingue par son caractère pluridisciplinaire et par une approche pédagogique intégrée, articulant harmonieusement les fondements théoriques et les applications pratiques. Il couvre l'ensemble des technologies liées à la fabrication additive, tout en intégrant les outils numériques les plus récents, les méthodes avancées d'intelligence artificielle et les principes essentiels de l'industrie 4.0, afin d'assurer une formation en phase avec les évolutions technologiques actuelles.

Ce programme prépare les diplômés à occuper divers postes à responsabilité dans le secteur dynamique de la fabrication additive et des domaines connexes. Il ouvre notamment des perspectives de carrière comme ingénieur de procédés, ingénieur en conception pour la fabrication additive, spécialiste en contrôle et caractérisation des matériaux, ainsi que dans le domaine de l'entrepreneuriat.

Par ailleurs, la forte dimension recherche de ce master, renforcée par son adossement **à *l'Université Ferhat Abbas Sétif 1*** en partenariat avec ***l'URFA-CRTI***, offre un cadre scientifique structurant et stimulant. Elle constitue ainsi un tremplin privilégié pour les étudiants désireux de poursuivre leur parcours académique en doctorat, notamment dans les domaines liés à l'innovation technologique.

1 – Fiche d'identité du Master

1. Localisation de la formation :

1.1. Localisation :

Etablissement : Université Ferhat Abbes – Sétif 1
Faculté de Technologie
Département : Génie Mécanique
Domaine : Sciences et Technologies
Filière : Sciences et Technologies
Spécialité : Fabrication additive et Reverse Engineering

1.2. Coordonnateurs :

Responsable du domaine de formation
Nom & prénom : Rahmani Lazhar
Grade : Professeur
Téléphone : 06 58 07 12 32
Email : lazhar_rah@yahoo.fr

Responsable de la filière de formation
Nom & prénom : Karar Naoual
Grade : MCB
Téléphone : 036 44 46 69
Email : Karar.n@univ-setif.dz

Responsable de l'équipe de spécialité
Nom & prénom : Masri Tahar
Grade : MCA
Téléphone : 036 44 46 69
Email : masritahar@gmail.com

2. Partenaires extérieurs

2.2. Institutions Publiques :

***) Unité de Recherche en Fabrication Additive (URFA-CRTI), El-Bez, UFAS, 19000, Algérie**

*) Ecole des hélicos, Ain Arnat, Sétif,

*) Université de Bordj Bou Arreridj (Mohamed El Bachir El Ibrahimi), BBA, Algérie

*) Université Larbi Ben M'hidi, Oum El Bouaghi, Algérie

*) Université Tahri Mohamed, Bechar (www.univ-bechar.dz)

*) Université Abdelhafidh Boussouf, Mila (www.univ-mila.dz)

*) La Direction de Environnement de la Wilaya de Sétif (DEW, Sétif).

*) La Direction des Roussources En Eau de la Wilaya de Sétif (DREW, Sétif)

2.2. Entreprises et Autres Partenaires Socio-Economiques :

*) Entreprise Publique Algérienne Sonatrach : (Surtout le Centre Bitume), El-Eulma, Sétif.

*) Groupe ENPC « Entreprise Nationale des Plastiques et Caoutchoucs, ZI, BP 452-453 , Sétif.

*) Groupe BCR, Ain El-Kebira, Sétif, Tel : 036.74.96.25, Email : info@bcr.dz

*) Unité Al-moule, filiale du groupe ENPC, BP N° 186 ZI, Sétif.

*) Condor Electronics, Entreprise SPA, Zone d'activité, Route M'sila, Bordj Dou Arreridj.

*) IRIS, EURL SATEREX, Zone Industrielle, 4ème Tranche, Lot N°9, Sétif.

*) SAMHA Home Appliance , Route de Batna BP 78 ،Sétif

2.3. Partenaires internationaux : Néant

3. Contexte et objectifs de la formation

3.1. Organisation générale de la formation (Position du projet) :

Le Master proposé en Fabrication additive et Reverse Engineering a pour objectif de former des cadres hautement qualifiés, capables de maîtriser les technologies avancées de conception, de modélisation, de fabrication et de reconstitution numérique des pièces et systèmes mécaniques. Cette formation permettra aux diplômés d'intervenir à chaque étape du cycle de développement industriel, depuis l'acquisition des données par numérisation 3D et l'analyse de la géométrie existante, jusqu'à la reconstruction, l'optimisation et la reproduction de pièces ou d'assemblages par des procédés de fabrication additive. Elle vise également à doter les étudiants de compétences solides en ingénierie de conception, en prototypage rapide, en contrôle dimensionnel et en amélioration des performances des produits industriels. Les diplômés seront ainsi préparés à répondre aux besoins des différents secteurs industriels en matière d'innovation, de maintenance, de remise en état, d'optimisation des formes et de développement de solutions de fabrication modernes et flexibles.

3.2. Objectifs de la formation :

Le Master en Fabrication additive et Reverse Engineering a pour objectif de doter les étudiants de connaissances solides et d'un savoir-faire avancé dans les domaines de la numérisation 3D, de la reconstruction numérique, de la conception assistée par ordinateur et des procédés de fabrication additive. Cette formation leur permettra d'acquérir une maîtrise approfondie des différentes étapes allant de l'analyse d'une pièce existante à sa modélisation numérique, puis à sa reproduction, son amélioration ou son adaptation à de nouvelles exigences fonctionnelles et industrielles. Elle vise à développer chez les étudiants des compétences solides dans l'utilisation des outils et logiciels de conception, de simulation et de fabrication. Les diplômés seront ainsi capables d'intervenir efficacement en prototypage, en rétroconception, en remise en état de pièces et en optimisation de solutions techniques adaptées aux besoins industriels.

Par ailleurs, cette formation intègre une initiation progressive à la recherche scientifique à travers l'étude de problématiques liées aux nouvelles technologies de fabrication, à l'optimisation des procédés et à l'amélioration des performances des matériaux et des structures. Le diplômé de ce master pourra ainsi s'intégrer aisément dans le tissu socio-économique, que ce soit au sein d'entreprises industrielles, de bureaux d'études ou de centres de recherche. Il pourra également s'orienter vers l'entrepreneuriat en créant sa propre startup ou entreprise, devenant ainsi un acteur actif de l'innovation et de la création de valeur.

3.3. Profils et compétences visés :

Cette formation en Fabrication additive et Reverse Engineering apporte aux diplômés les bases théoriques et pratiques de la numérisation 3D, de la rétroconception, de la modélisation numérique et des procédés de fabrication additive. Elle vise à leur fournir une solide culture technique leur permettant de concevoir, de reconstruire, d'optimiser et de reproduire des pièces et des systèmes mécaniques à partir de données numériques ou de pièces existantes, en tenant compte des exigences fonctionnelles, géométriques et industrielles.

Elle permet également d'acquérir une assise technique dans l'utilisation des outils de conception assistée par ordinateur, de simulation, de contrôle dimensionnel et de fabrication de pièces complexes, tout en développant des compétences en maintenance, en amélioration et en adaptation de composants.

***) Débouchés de la formation**

Cette formation offre des profils spécialisés aptes à exercer dans les domaines suivants :

- Conception et modélisation de pièces et systèmes mécaniques ;
- Rétroconception et numérisation 3D ;
- Prototypage rapide et fabrication additive ;
- Ingénieur en conception assistée par ordinateur ;
- Contrôle dimensionnel et optimisation géométrique ;
- Maintenance, reproduction et remise en état de pièces industrielles.

De plus, cette spécialité offre aux diplômés la possibilité de créer leurs propres entreprises ou startups dans les domaines de l'innovation, de la conception numérique et de la fabrication avancée.

3.4. Potentialités régionales et nationales d'employabilité :

Sur le plan national, cette formation en Fabrication additive et Reverse Engineering s'inscrit dans une dynamique stratégique visant à accompagner le développement des technologies avancées de production et de numérisation. Elle offre aux diplômés l'opportunité d'évoluer au sein d'ateliers de fabrication numérique, de plateformes de prototypage rapide ainsi que de laboratoires d'analyse, de métrologie et de recherche, constituant ainsi un véritable levier d'insertion professionnelle.

Par ailleurs, les infrastructures industrielles, aussi bien à l'échelle régionale que nationale, expriment un besoin croissant en compétences capables de maîtriser et de développer les procédés de fabrication additive, de rétroconception et d'ingénierie numérique, notamment dans un contexte marqué par la transition vers l'industrie 4.0.

Les secteurs d'activités visés par cette formation sont notamment :

- L'industrie de la fabrication additive et du prototypage rapide ;
- L'ingénierie mécanique et la conception numérique ;
- La recherche scientifique et le développement technologique ;
- L'enseignement supérieur et la formation ;

- Le secteur de la santé (prothèses personnalisées, biomécanique, dispositifs médicaux).

3.5. Indicateurs de performance attendus de la formation :

Toute formation en Fabrication additive et Reverse Engineering doit répondre aux exigences actuelles et futures en matière de qualité, d'innovation et d'adaptation aux évolutions technologiques. À ce titre, et afin d'évaluer efficacement les performances attendues de cette formation, tout en tirant profit de la flexibilité du système LMD, il est proposé de mettre en place un ensemble de mécanismes de suivi et d'évaluation. Ces mécanismes concernent notamment le déroulement des enseignements, la pertinence et l'actualisation des programmes, la qualité des interactions entre étudiants et enseignants, ainsi que les relations avec l'administration. Ils incluent également le suivi du parcours des diplômés et l'évaluation de leur insertion professionnelle, en tenant compte des retours des partenaires socio-économiques sur la qualité des compétences acquises, en particulier dans les domaines de la fabrication additive, de la numérisation 3D et de la rétroconception. Il appartient à l'équipe pédagogique d'enrichir et d'adapter ces critères en fonction de ses objectifs et des moyens disponibles.

Les modalités d'évaluation peuvent être mises en œuvre à travers des enquêtes périodiques, un suivi sur le terrain des étudiants en formation, ainsi que des sondages auprès des diplômés et de leurs employeurs. L'ensemble de ces données doit faire l'objet de rapports réguliers, archivés et diffusés, afin d'assurer une amélioration continue de la qualité de la formation.

3.6. Evaluation du déroulement de la formation :

En complément des réunions ordinaires du comité pédagogique, une réunion est organisée à la fin de chaque semestre dans le cadre du Master de cette spécialité (FARE). Elle réunit les enseignants ainsi que des représentants des étudiants, afin d'échanger sur les éventuelles difficultés rencontrées, d'identifier les axes d'amélioration et d'optimiser les méthodes d'enseignement, en particulier dans les domaines liés à la conception numérique, à la fabrication additive et à la rétroconception. Ces rencontres permettent également d'évaluer la qualité globale de la formation et son adéquation avec les exigences académiques et industrielles. À cet effet, il est proposé ci-après une liste d'indicateurs et de modalités, aussi complète que possible, destinée à assurer le suivi et l'évaluation continue de ce projet de formation par le comité pédagogique.

a) En amont de la formation :

- ✓ Évolution du nombre d'étudiants optant pour la formation en Fabrication additive et Reverse Engineering (analyse du rapport entre l'offre de formation et la demande).
- ✓ Taux d'attractivité de la formation ainsi que le niveau et la qualité académique des étudiants qui la choisissent.

b) Pendant la formation :

- ✓ Régularité et organisation des réunions des comités pédagogiques assurant le suivi de la formation en Fabrication additive et Reverse Engineering.
- ✓ Adéquation des thèmes des Projets de Fin de Cycle et de Fin d'Études avec les objectifs de la formation, notamment dans les domaines de la fabrication additive, de la numérisation 3D et de la rétroconception.

- ✓ Qualité des relations entre les étudiants et l'administration, favorisant un environnement pédagogique fluide et efficace.
- ✓ Dispositifs de soutien et d'accompagnement mis en place pour les étudiants en difficulté.
- ✓ Taux de satisfaction des étudiants vis-à-vis des enseignements dispensés et des méthodes pédagogiques adoptées.

c) En aval de la formation :

- ✓ Taux de réussite des étudiants par semestre dans la spécialité (FARE) ;
- ✓ Taux de déperdition (échecs et abandons) des étudiants au cours du cursus.
- ✓ Identification et analyse des causes d'échec, notamment en lien avec les exigences techniques et méthodologiques de la spécialité.
- ✓ Mise en place d'alternatives de réorientation adaptées pour les étudiants en situation d'échec.
- ✓ Taux d'obtention du diplôme dans les délais réglementaires.
- ✓ Taux des diplômés poursuivant leurs études en Doctorat dans des domaines liés à la formation.

4. Evaluation du déroulement des enseignements :

Les enseignements de ce parcours en (FARE) font l'objet d'une évaluation régulière (au moins une fois par an) par l'équipe pédagogique. Les résultats de cette évaluation peuvent être, sur demande, mis à la disposition des différentes instances concernées, telles que les comités pédagogiques nationaux du domaine Sciences et Technologies, les conférences régionales, le vice-rectorat chargé de la pédagogie ainsi que la faculté.

Dans ce cadre, un système structuré d'évaluation des programmes et des méthodes d'enseignement peut être mis en place, en s'appuyant sur les indicateurs suivants :

- ✓ Niveau d'équipement des salles et des laboratoires pédagogiques en matériels et supports nécessaires à l'amélioration des enseignements (systèmes de projection, connexion internet, plateformes numériques, etc.).
- ✓ Existence d'une plateforme numérique dédiée à la communication et à l'enseignement, permettant l'accès aux cours, TD et TP, ainsi que la prise en charge des questions des étudiants.
- ✓ Adéquation des équipements des laboratoires avec les contenus pédagogiques, notamment en lien avec la fabrication additive, la numérisation 3D et la rétroconception.
- ✓ Nombre effectif de semaines d'enseignement assurées par semestre.
- ✓ Taux de réalisation des programmes d'enseignement.
- ✓ Numérisation, archivage et valorisation des mémoires de Fin d'Études et/ou de Fin de Cycle.
- ✓ Nombre et diversité des travaux pratiques réalisés, en adéquation avec les objectifs de la formation.
- ✓ Qualité et accessibilité des ressources documentaires en lien avec la spécialité.

- ✓ Implication du secteur socio-économique dans la formation (visites d'entreprises, stages, interventions de professionnels, séminaires spécialisés, etc.).

5. Insertion des diplômés :

Il est institué un comité de coordination dans le cadre du Master en Fabrication additive et Reverse Engineering, composé des responsables de la formation ainsi que de représentants de l'administration. Ce comité est chargé principalement d'assurer le suivi de l'insertion professionnelle des diplômés, de constituer et de mettre à jour une base de données dédiée à leur parcours, ainsi que d'identifier et d'actualiser les potentialités économiques et industrielles aux niveaux régional et national, en lien avec les domaines de la fabrication additive, de la rétroconception et de la numérisation 3D.

Il a également pour mission d'anticiper l'émergence de nouveaux métiers liés à la spécialité, en collaboration avec les acteurs socio-économiques tels que les chambres de commerce, les agences de soutien à l'emploi, ainsi que les opérateurs publics et privés. Le comité participe activement à toutes les actions favorisant l'insertion professionnelle des diplômés, notamment à travers l'organisation de rencontres, de forums et de manifestations en partenariat avec le milieu industriel.

Afin de mener à bien ces missions, ce comité dispose de la latitude nécessaire pour réaliser ou commander des études et des enquêtes portant sur l'emploi et le devenir professionnel des diplômés.

- **Les indicateurs et modalités de suivi peuvent inclure notamment :**
  - ✓ Taux d'insertion des diplômés dans le secteur socio-économique, dans des postes en adéquation avec la formation.
  - ✓ Nature des emplois occupés, en lien avec les compétences acquises en fabrication additive et en rétroconception.
  - ✓ Diversité des débouchés professionnels offerts par la spécialité.
  - ✓ Mise en place d'un réseau ou d'une association des anciens diplômés.
  - ✓ Création de startups ou de petites entreprises par les diplômés.
  - ✓ Niveau de satisfaction des employeurs quant aux compétences et aux performances des diplômés.

6. Propositions relatives aux matières avec travaux dirigés :

6.1. Préparation des séries d'exercices :

L'enseignant responsable de la matière est invité à organiser le travail pédagogique en proposant, pour chaque chapitre du cours, une série d'exercices variés et progressifs. Cette série doit être suffisamment complète pour couvrir à la fois des exercices de compréhension du contenu théorique et des exercices-types permettant à l'étudiant de consolider ses acquis et de se préparer efficacement aux séances de travaux dirigés.

Il est recommandé que les exercices soient préparés par l'étudiant avant sa participation au TD. Cette préparation préalable peut faire l'objet d'une évaluation selon des modalités laissées à l'appréciation de l'enseignant chargé des travaux dirigés. Par ailleurs, les exercices qui n'auraient

pas été résolus en séance pourront être confiés à un travail personnel réalisé en groupes de 3 à 4 étudiants, puis remis pour évaluation dans un délai d'une semaine.

6.2. Interrogations écrites :

À l'issue de chaque série d'exercices, correspondant à la fin de chaque chapitre, une interrogation écrite de courte durée sera organisée. Cette évaluation a pour objectif de mesurer de manière continue le niveau d'assimilation des notions abordées, notamment celles liées aux processus de fabrication additive, à l'exploitation des données issues du scan 3D, ainsi qu'aux techniques de reconstruction et de validation des modèles numériques.

Afin de garantir l'équité entre les étudiants, en particulier dans le cas où plusieurs enseignants interviennent dans les travaux dirigés, ces interrogations devront être conçues et planifiées en étroite coordination avec le responsable de la matière. Cette démarche permet d'harmoniser les contenus, les niveaux de difficulté et les critères d'évaluation.

6.3. Participation des étudiants aux travaux dirigés :

La participation active des étudiants aux séances de travaux dirigés, notamment à travers les échanges, les propositions de solutions, ainsi que l'implication dans les activités pratiques liées à la fabrication additive et au reverse engineering, doit faire l'objet d'une évaluation. Les modalités d'évaluation de cette participation sont laissées à l'appréciation de l'enseignant chargé des travaux dirigés, en fonction des objectifs pédagogiques visés.

6.4. Assiduité des étudiants :

L'assiduité des étudiants constitue une exigence fondamentale dans le cadre de la formation. Elle est obligatoire en travaux dirigés (TD) et en travaux pratiques (TP), conformément à la réglementation en vigueur. Cette exigence est d'autant plus importante dans notre spécialité (FARE), où les activités pédagogiques reposent largement sur des applications pratiques, telles que la manipulation d'équipements de fabrication additive et l'acquisition de données par scan 3D. Pour la présence aux cours doit être considérée comme obligatoire. Cette assiduité favorise une meilleure interaction pédagogique, une compréhension approfondie des concepts avancés, ainsi qu'une intégration efficace des approches numériques et technologiques propres à la spécialité.

7. Cas des unités contenant des Travaux pratiques :

Au même titre que les travaux dirigés, les travaux pratiques (TP) doivent faire l'objet d'une préparation préalable par l'étudiant. Dans le cadre de la spécialité de la fabrication additive et reverse engineering, cette préparation peut inclure, par exemple, la prise de connaissance des protocoles de fabrication additive, la compréhension des paramètres de fabrication, ainsi que la familiarisation avec les techniques de numérisation 3D et de reconstruction géométrique. Afin de s'assurer de cette préparation, l'enseignant est tenu d'organiser, avant chaque séance de manipulation, un test de contrôle sous forme de questions de compréhension, de QCM, ou encore de schémas explicatifs des procédures expérimentales. Ce dispositif permet de garantir une meilleure implication des étudiants et une utilisation efficace des équipements disponibles. À l'issue de chaque séance de travaux pratiques, un compte rendu, réalisé par groupe de travail, ou éventuellement un exposé, doit être remis. Dans ce cadre, l'enseignant est invité à proposer un

modèle de compte rendu (canevas) structuré, facilitant ainsi le travail des étudiants et leur permettant de remettre leur production dans les délais impartis, idéalement à la fin de la séance.

Enfin, à la fin du semestre, un test global de travaux pratiques est organisé par l'enseignant. Ce test vise à évaluer les compétences acquises par les étudiants à travers l'ensemble des manipulations réalisées, notamment en matière d'analyse critique des résultats obtenus.

8. A propos des matières n'ayant pas de TD ou de TP :

Il est souvent difficile d'assurer un contrôle continu dans le cadre de ces matières, en raison de l'absence de travaux dirigés et, dans la plupart des cas, du nombre élevé d'étudiants, notamment dans les établissements à très grand flux. Néanmoins, l'enseignant peut, s'il le juge utile, proposer des activités de suivi telles que des exposés, des comptes rendus, des recherches complémentaires, l'exploitation d'un logiciel libre, ou encore le visionnage à domicile d'un document de vulgarisation scientifique en lien avec la matière, suivi d'un rapport écrit ou d'une présentation orale.

La valorisation de ces activités reste à l'appréciation de l'enseignant et de l'équipe de formation, qui déterminent les modalités de prise en compte dans la note finale. Lorsque l'effectif est raisonnable, notamment dans certains masters (comme dans notre cas), un contrôle continu peut également être envisagé, à condition d'en informer les étudiants et de le valider en conseil pédagogique dès le début de l'année.

Dans tous les cas, l'enseignant et l'équipe pédagogique peuvent retenir les modalités d'évaluation qu'ils estiment les plus appropriées afin d'encourager l'assiduité, l'engagement des étudiants et la prise en charge sérieuse de leur formation.

9. Harmonisation du contrôle continu

L'adoption d'une grille d'évaluation commune favoriserait l'harmonisation des pratiques entre enseignants, départements et établissements, tout en constituant un repère clair pour les étudiants. À ce titre, une grille indicative peut être proposée afin d'évaluer les compétences acquises, notamment en termes de connaissances, d'analyse et de synthèse, en lien avec des activités propres à la fabrication additive et au reverse engineering.

Ces évaluations ne visent pas à mettre les étudiants en difficulté, mais à apprécier de manière objective et équitable leur niveau d'assimilation. Il est également recommandé de préciser les critères d'évaluation et les attentes pédagogiques, afin d'instaurer une approche transparente. L'évaluation doit ainsi porter principalement sur les acquis enseignés, à travers des exercices cohérents avec les activités réalisées, tout en intégrant des situations permettant de mobiliser les compétences dans des contextes plus complexes.

9.1. Travaux dirigés :

Préparation des séries d'exercices et travail personnel (devoir à rendre, exposés,...)	30%	06 points
Interrogations écrites (minimum 02 interro-		

gations dont une proposée par le responsable de la matière)	50%	10 points
Participation et présence des étudiants aux TD	20%	04 points
Total	100%	20 points

9.2 Travaux pratiques :

Tests de préparation des travaux pratiques	20%	04 points
Compte rendu (à rendre obligatoirement à la fin de la séance de TP)	40%	08 points
Test de TP en fin de semestre sur l'ensemble des manipulations réalisées par l'étudiant.	40%	08 points
Total	100%	20 points

9.3. Travail personnel de l'étudiant :

Le travail personnel de l'étudiant constitue un élément central du système LMD, représentant environ 50 % du volume horaire global de la formation. Dans le cadre de notre spécialité (FARE), ce temps peut être valorisé à travers des activités encadrées telles que l'apprentissage de logiciels de conception et de fabrication additive, l'exploitation de données issues du scan 3D, ou encore la réalisation de mini-projets. Sous la supervision de l'enseignant, ces activités peuvent être organisées de manière structurée et faire l'objet d'une évaluation. Les travaux réalisés par les étudiants volontaires peuvent ainsi être pris en compte sous forme de bonification dans la note de contrôle continu, selon des modalités laissées à l'appréciation des équipes pédagogiques.

La synthèse des différentes propositions peut être résumée comme suit :

9.4. Devoir à domicile (homework) :

Dans le but d'enrichir les connaissances et de renforcer la formation, les étudiants seront amenés à réaliser des travaux personnels à domicile, guidés par leurs enseignants de cours ou de TD. Ces travaux pourront inclure, par exemple, des recherches pour répondre à des questions complexes soulevées en cours, la résolution d'exercices avancés, l'exploitation de logiciels libres ou d'outils CAO/DAO pour des applications et simulations liées à la fabrication additive et au reverse engineering. Ces activités peuvent faire l'objet d'une évaluation et être comptabilisées sous forme de bonification pour les étudiants qui les accomplissent.

9.5. Mini projet de cours :

Le mini-projet de cours (1 à 3 semaines) constitue un outil efficace pour initier l'étudiant à la méthodologie de l'expression écrite, de la rédaction et de la recherche documentaire, tout en

permettant l'application pratique des techniques étudiées dans les matières transversales. Il favorise également le développement de l'esprit de travail en groupe.

Le thème du mini-projet doit être défini par l'enseignant pour un groupe de 2 à 5 étudiants, et se traduit par un rapport unique (10 pages maximum) accompagné d'une courte présentation orale collective, idéalement avec support audiovisuel. Une note commune au groupe est attribuée selon une grille d'évaluation (qualité du document, exploitation des ressources bibliographiques, présentation orale, respect du temps, réponses aux questions, etc.) et peut être comptabilisée comme bonification dans la note de contrôle continu.

9.6. Compte-rendu d'une visite, une sortie pédagogique ou un stage de découverte :

Les visites, sorties pédagogiques et stages de découverte sont des opportunités permettant aux étudiants de mieux comprendre le monde professionnel et de faciliter leur future insertion. Les responsables administratifs et les enseignants doivent encourager ce volet de la formation et veiller à l'organisation régulière de ces activités tout au long du cursus. Les étudiants, notamment en M1, sont incités à prospecter des stages d'une à deux semaines dans le secteur industriel pendant les vacances d'hiver et de printemps. Les enseignants doivent s'assurer que les étudiants prennent des notes et remettent des comptes rendus synthétiques de ces expériences. Ces activités peuvent être évaluées et valorisées sous forme de bonification, et des modèles de rapports peuvent être fournis pour guider les étudiants dans leur rédaction.

9.7. Participation à des manifestations scientifiques :

Afin de développer l'esprit scientifique chez les étudiants, et plus particulièrement ceux des niveaux supérieurs, il est essentiel de les orienter et de les encourager à participer à des tables rondes, séminaires de laboratoires, conférences et colloques organisés au sein de leur faculté ou établissement. Ces activités permettent aux étudiants de se familiariser avec les pratiques de recherche, d'actualiser leurs connaissances et de renforcer leur compréhension des problématiques liées à leur spécialité, notamment les technologies associées à la fabrication additive.

Il est également recommandé d'encourager les étudiants à assister à des conférences, salons, expositions, foires ou événements scientifiques en dehors de leur université, afin de découvrir des applications concrètes et des innovations récentes dans leur domaine. Cette démarche favorise la curiosité scientifique, l'ouverture sur le monde professionnel et le développement d'un réseau professionnel précoce.

Ces activités peuvent être évaluées et notées, et leur réalisation peut être comptabilisée sous forme de bonification dans la note globale de l'étudiant. Elles contribuent ainsi à renforcer l'engagement, la motivation et la culture scientifique des étudiants tout au long de leur parcours de formation.

9.8. Utilisation des Nouvelles Technologies de l'Information et de Communication :

Les technologies de l'information et de la communication, appelées NTIC, sont particulièrement attractives pour les étudiants. Les enseignants doivent les encourager à les utiliser pour créer des

espaces d'échange et de collaboration, tels que des pages de promotion, des forums de discussion autour de problématiques spécifiques aux cours, ou des groupes de partage surtout sur des projets de fabrication additive et de l'ingénierie inverse.

L'enseignant peut également intervenir dans ces espaces en tant qu'évaluateur en ligne. Cette activité peut être évaluée, notée et comptabilisée comme bonification pour les étudiants qui s'y impliquent activement.

Conclusion :

L'autonomie de l'étudiant de Master constitue un levier essentiel de réussite. Elle repose sur la capacité de chacun à s'approprier les ressources pédagogiques, les outils numériques, les logiciels de conception et de simulation, ainsi que les équipements spécifiques à la fabrication additive et à l'ingénierie inverse. Cette autonomie doit être accompagnée et encadrée par les enseignants et le responsable pédagogique tout au long du cursus, afin de garantir un suivi efficace et structuré. Développer cette autonomie permet aux étudiants de renforcer leurs compétences techniques et scientifiques, d'acquérir un esprit critique et de consolider leur méthodologie de travail. Elle leur offre également l'opportunité de construire leur identité professionnelle, d'orienter leur parcours académique et de préparer efficacement leur insertion dans le monde industriel ou la poursuite d'études doctorales ou spécialisées.

10. Moyen humains disponibles

Capacité d'encadrement (exprimée en nombre d'étudiants qu'il est possible de prendre en charge).

10.1. Equipe pédagogique interne (Département Génie Mécanique) mobilisée pour l'encadrement:

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ferhat Abbas University – Sétif 1
Faculty of Technology
Department of Mechanical Engineering

جامعة فرحات عباس – سطيف 1
كلية التكنولوجيا
قسم الهندسة الميكانيكية

Equipe pédagogique interne mobilisée pour la spécialité de la mécanique additive (mars 2026)

N°	Nom et Prénom	Spécialité de graduation	Diplôme de Spécialité	Grade	Matière à enseigner	Signature
01	MAHDAOUI Toufik	Génie Mécanique	Génie Mécanique	Pr	Mechanical Construction 1 & 2	
02	MASRI Tahar	Construction Mécanique	Construction Mécanique	MCA	Computer-Aided Design	
03	LALAOUI Lazher	Optique et Mécanique de Précision	Optique et Mécanique de Précision	MCB	Mechanical Systems Design	
04	MOKHTARA Soheib	Génie des Matériaux	Métallurgie	MCB	Design Thinking for Innovation	
05	CHETTAH Rabie	Génie Mécanique	Mécanique Appliquée en Engineering	MAA	Metrology	
06	KRAR Naouel	Génie Mécanique	Génie Mécanique	MAA	Power Transmission and Guidance	
07	ALLEM Ahmed	Matériaux	Matériaux et structure Avion	MA	Scientific Report Writing.	
08	HAMADI Bilel	Génie mécanique	Génie mécanique	MA	3D Inspection	
09	KRIM Samah	Génie mécanique	Génie mécanique	MA	Metallic Additive Manufacturing Technologies)	
10	MEBARKI Hichem	Génie mécanique	Fabrication Mécanique et Productique	MA	CNC Machining	

Doyen de la Faculté
عميد كلية التكنولوجيا
أ.د : فريـــد حبة الحمص

Le Chef de Département
قسم الهندسة الميكانيكية
الأستاذ: مهداوي توفيق

10.2. Equipe pédagogique externe (CRTI) mobilisée pour l'encadrement

N°	Nom et Prénom	Diplôme graduation	Diplôme de Spécialité	Grade	Type d'intervention	Affiliation	Signature
1	MERABTI Halim	Électronique	Contrôle des Systèmes	DR	Cours + Td + Tp + Encadrement	URFA-CRTI	
2	BOUCHOUL Boussaha	Génie des Procédés	Génie des Polymères	MRA	Cours + Td + Tp + Encadrement	URFA-CRTI	
3	BOUZID Fayçal	Physique des Matériaux	Physique des Matériaux métalliques et semi-conducteurs	DR	Cours + Td + Tp + Encadrement	URFA-CRTI	
4	LAIDOUDI Farouk	Physique	Physique des Matériaux et composants	MRA	Cours + Td + Tp + Encadrement	URFA-CRTI	
5	BOUHANK Antar	Génie des Procédés	Génie Chimique	MRA	Cours + Td + Tp + Encadrement	URFA-CRTI	
6	HABOUSSI Ammar	Génie Industriel	Génie Industriel	AR	Cours + Td + Tp + Encadrement	URFA-CRTI	
7	LAMIRI Leila	Génie des Procédés	Génie Electrochimique	DR	Cours + Td + Tp + Encadrement	URFA-CRTI	
8	HAMIDOUCHE Mohamed	Chimie des Matériaux	Matériaux et Engineering	MRB	Cours + Td + Tp + Encadrement	URFA-CRTI	
9	KENZOUR Abdelghani	Métallurgie	Matériaux et Engineering	MRB	Cours + Td + Tp + Encadrement	URFA-CRTI	

10.3.Autre encadrement de l'université :

N°	Nom et Prénom	Diplôme graduation	Diplôme de Spécialité	Grade	Type d'intervention	Affiliation	Signature
1	BEN ALI Farouk			Pr	Cours + Td + Tp + Encadrement	UFAS1 1	
2	LOUCIF Kamel			Pr	Cours + Td + Tp + Encadrement	UFAS 1	
3	FEDHALA Semche Eddine			MCA	Cours + Td + Tp + Encadrement	UFAS 1	
4	BETTINE Farid			MCA	Cours + Td + Tp + Encadrement	UFAS 1	

10.3. Synthèse globale par des ressources humaines mobilisées pour la spécialité

Grade	Effectif Interne	Effectif Externe	Total
Professeurs	01		
Maitres de Conférences (A)	01		
Maitres de Conférences (B)	02		
Maitre Assistant (A)	02		
Maitre Assistant (B)	04		
Autres (*)	03		
Total	13		

(*) Personnel technique et de soutien (Ingénieurs de labo. + Informaticien)

Grade	Effectif Interne	Effectif Externe	Total
Ingénieur de Laboratoire	02		
Technicien de Laboratoire	01		
Ingénieur Informaticien	01		

11. Moyens matériels spécifiques à la spécialité :

Laboratoires pédagogiques et équipements : (fiche des équipements pédagogiques existants pour les TP de la formation envisagés.

11.1. Intitulé du laboratoire : Laboratoire de prototypage et fabrication additive

Capacité en étudiants : 20

N°	Désignation	Quantité	Observations
	3D		
01	Station Prototypage 3D FDM (Filament) Elegoo Neptune 4 Max (500 mm/S & 300°C)	01	Les équipements ont été récemment acquis, à l'état neuf, testés, en bon état de fonctionnement, et les enseignants ont été formés à leur utilisation.
02	Station Prototypage 3D LCD (Resine) ANYCUBIC 3D Printer Photon Mono M7 Pro , 14K (170 mm/H)	01	
03	3D Scanner Creality Raptor	01	
	Machines d'usinage Numérique (CNC)		
01	CNC 3040 Plus +500W Spindle Motor +80W Laser	01	
02	CNC 3018 Pro Max Machine (with Remote)	02	
03	CNC 4060 5 Axis +2,2 KW Spindle Motor	01	
04	Mini Tour (210*800 working size)	01	
	Desktop WorkStation for CNC		
01	HP i7 Screen 17", SSD 512, 16GB Ram	05	
	Thermomètre		
01	A61 Digital Thermometer	02	
02	Uni-T UT320T (2 in 1) Thermometer -40°C~300°C	02	
03	A57 BT Temperature Humidity Datalogger	02	
04	Thermal Camera (Infrared) Uni-T UT-260	01	
	Vibration Meter		
01	Uni-T UT315A series Vibration Testers	02	
	Pressure gauge		
01	UT366A Digital Pressure gauge	05	

11.2. Intitulé du laboratoire : Laboratoire d'Energétique

Capacité en étudiants : 20

N°	Objectifs des TPs	Désignation de l'équipement	Observation
	TP 01		
01	Conduction thermique dans des métaux	Module WL 220	Fonctionnel
02	Observation des modes d'ébullition		
03	Convection libre et transfert de chaleur		
04	Influence de la température et de la pression		
05	Mesure expérimentale des paramètres thermiques		
	TP 02		
01	Étude de la convection libre sur une surface chauffée	Module WL 440	Fonctionnel
02	tude de la convection forcée avec ventilateur		
03	Mesure des gradients de température		
04	Mesure température et débit		
05	Comparaison des coefficients de transfert thermique		
	TP 03		
01	Circuit frigorifique à compression simple	Module ET 101	Fonctionnel
02	Fonctionnement chaud/froid du circuit		
03	Mesure des pressions et T (°C) aux points clés		
04	Calcul de la puissance frigorifique et du COP		
05	Analyse des performances Chaud/froid.		
	TP 04		
01	Principes de l'énergie solaire thermique	Module ET 202	Fonctionnel
02	Analyse de l'influence de l'ensoleillement		
03	Observation des capteurs solaires		
04	Évaluation de l'efficacité thermique		
	TP 05		
01	Essais sur une turbine Pelton	Module HM 289	Fonctionnel
02	Fonctionnement de la turbine Pelton		
03	Mesure du débit et de la vitesse de rotation		
04	Déterminer la puissance mécanique et le rendement		
05	Analyse de l'influence de l'angle et du nombre de jets		
	TP 06		
01	Fonctionnement en conditions variables	Module HM 290	Fonctionnel
02	Influence du débit sur la performance des turbines		
03	Mesure du débit et de la pression		
	TP 07		
01	Mesure de la vitesse de rotation du moteur selon T°	LeyBold 388-182 moteur Sterling à air Chaud	Fonctionnel
02	effet de la source de chaleur sur le travail produit		
03	Conversion énergie thermique/mécanique		
04	Analyse qualitative de l'efficacité du moteur		
05	Principes de convection et transfert de chaleur		

11.3. Intitulé du laboratoire : Laboratoire de La Résistance des Matériaux

Capacité en étudiants : 20

N°	Objectifs des TPs	Désignation de l'équipement	Observation
	TP 01		
01	Déterminer les propriétés mécaniques (limite d'élasticité, résistance, allongement, module d'élasticité…)	Machine de Traction + (accessoires)	Fonctionnel
02	Étudier le comportement élastique et plastique.		
03	Observer la déformation et la rupture du matériau.		
04	Former les étudiants à la manipulation et à l'analyse des données.		
05	Vérifier la conformité aux normes.		
	TP 02		
01	Mesurer la dureté du matériau.	Machine de Dureté Vickers/Rockwell / Brinell + (accessoires)	Fonctionnel
02	Comparer la résistance à l'usure.		
03	Observer l'effet des traitements (thermiques ou mécaniques).		
04	Former les étudiants à la manipulation et à l'analyse.		
	TP 03		
01	Mesurer la déformation sous charge	Band de Flexion 3/4 points	Fonctionnel
02	Déterminer le module d'élasticité E en flexion.		
03	Observer le comportement élastique/ plastique		
04	Formation à manip. et à l'analyse des résultats.		
	TP 04		
01	Déterminer le module E d'un matériau	Equipement pour mesurer le Module de Young	Fonctionnel
02	Étudier le comportement élastique sous charge		
03	Déterminer la relation contrainte/déformation		
04	Former à la manip. et à l'analyse des données		
	TP 05		
01	Mesurer le moment fléchissant d'une poutre	Band pour mesurer Moment Fléchissant + (accessoires)	Fonctionnel
02	Déterminer la courbure et la déformation		
03	Comprendre la relation : moment / déformation.		
04	Se familiariser à la manipulation et à l'analyse des résultats.		

11.4. Intitulé du laboratoire : Laboratoire de Mécanique des Fluides

Capacité en étudiants : 20

N°	Objectifs des TPs	Désignation de l'équipement	Observation
TP 01			
01	Visualisation des lignes de courant en canal ouvert/autour d'un obstacle)	Module HM 150.21	Fonctionnel
02	Étude des régimes d'écoulement (laminaire/Turbulent)		
03	Écoulement autour d'un obstacle et zones de recirculation		
04	Visualisation du mélange et dispersion de traceurs		
05	Analyse qualitative du profil de vitesse		
06	Perturbations des écoulements		
TP 02			
01	Étude de la formation des tourbillons	Module 150.03	Fonctionnel
02	Analyse de l'influence de la forme des corps sur l'écoulement		
03	Étude du sillage (derrière les obstacles)		
04	Comparaison des écoulements (laminaire et turbulent)		
TP 03			
01	Ecoulements en canal ouvert	Module HM 150	Fonctionnel
02	Mesure des débits		
03	Étude des régimes des écoulements		
04	Ressaut hydraulique		
05	Energie spécifique d'un écoulement		
06	Analyse de l'influence de la pente et du débit sur l'écoulement		
TP 04			
01	Mesure du débit par déversoir	Module HM 150.05	Fonctionnel
02	Étude de la relation hauteur/débit		
03	Détermination du coefficient de débit		
04	Comparaison des différents types de déversoirs		
05	Influence de la hauteur d'eau sur l'écoulement		
06	Vérification des lois d'écoulement sur déversoir		
TP 05			
01	Impact d'un jet sur une surface	Module HM 150.07	Fonctionnel
02	Mesure de la force du jet		
03	Vérification de la quantité de mouvement		
04	Influence de la forme de la cible		
TP 06			
01	Écoulement à travers un orifice	Module HM 150.09	Fonctionnel
02	Mesure du débit et du coefficient de débit		
03	Influence de la hauteur d'eau Comparaison orifice / ajutage		
TP 07			
01	Pertes de charge dans une conduite	Module HM 150.15	Fonctionnel
02	Influence du débit sur les pertes		

03	Comparaison des régimes (laminaire/turbulent)		
04	Détermination du coefficient de frottement		
TP 08			
01	Visualisation des lignes de courant	Module HM 150.21	Fonctionnel
02	Étude des régimes d'écoulement		
03	Influence des obstacles		
04	Observation du mélange et des perturbations		
TP 09			
01	Effets de la cavitation sur l'écoulement	Module 150.33	Fonctionnel
02	Pertes de charge conduite lisse/rugueuse		
03	Vérifier le diagramme de Moody		
04	Evolution des pertes (nombre de Reynolds)		
TP 10			
01	Écoulement sur des déversoirs et seuils	HM 150.34	Fonctionnel
02	Influence de la forme du déversoir sur l'écoulement		
03	Mesure qualitative de la hauteur et du profil d'écoulement		

11.5. Intitulé du laboratoire : Atelier de Fabrication Additive URFA-CRTI

Capacité en étudiants : 20

N°	Désignation	Quantité	Observations
Equipement de Fabrication Additive Site URFA-CRTI			
1- Equipements de fabrication additive métallique			Les équipements ont été récemment acquis, à l'état neuf, testés, en bon état de fonctionnement, et les enseignants ont été formés à leur utilisation.
01	1. Machine de fabrication additive métallique par CMT-WAAM	01	
02	2. Machine de fabrication additive par fusion laser sélective en lit de poudre métallique (SLM).	01	
2- Equipements de fabrication additive polymère			
01	Imprimante 3D par frittage laser sélectif des poudres polymères (SLS).	01	
02	Imprimante 3D à résines par stéréolithographie (SLA).	01	
03	Imprimante 3D par fusion de fil FDM	01	
3- Equipements de caractérisation			
01	Polisseuse mécanique automatique.		
02	Tronçonneuse du laboratoire à commande numérique.		
03	Banc d'essai électrochimique.		
04	Spectrophotomètre UV VISIBLE/NIR.		
05	Spectrophotomètre infrarouge a transformée de Fourier (FT/IR).		
06	Machine d'essais mécaniques multifonctions (scratch test, indentation Vickers/knoop/Berkovich, essai d'usure,…).		

07	Microscope optique métallographique professionnel.		
08	Dilatomètre vertical.		
09	Four de treatment thermique		
01	Scaneur 3D		
1- Station de calcul.			
01	Station de calcul.1		
02	Station de calcul.2		

2. Fiches d'organisation semestrielles des enseignements de la spécialité

2.1. Semestre 1

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume Horaire Hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.1 Crédits : 10 Coefficients : 6	**Non-metallic Additive Manufacturing Technologies**	**5**	**3**	1h30	1h30	1h00	60h00	65h00	40%	60%
	Matériaux non Métallique	**5**	**3**	1h30	1h30	1h00	60h00	65h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	**Interaction Rayonnement-Matière**	**4**	**2**	1h30	1h30	-	45h00	55h00	40%	60%
	Construction Mécanique 1	**4**	**2**	1h30	1h30	-	45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 8 Coefficients : 6	**Transfert de chaleur et gestion thermique en FA**	**3**	**2**	1h30	1h30	-	45h00	30h00	40%	60%
	Transmission et Guidage	**3**	**2**	1h30	1h30	-	45h00	30h00	40%	60%
	CNC Machining	**3**	**1**	1h30	-	1h00	37h30	37h30	40%	60%
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 4 Coefficients : 2	**Métrologie**	**2**	**1**	1h30	-	1h00	37h30	12h30	40%	60%
	Programmation Avancée en Python	**1**	**1**	-	-	1h30	22h30	02h30	-	100%
Total semestre 1		**30**	**17**	**13h30**	**9h00**	**5h00**	**397h30**	**352h30**	**-**	**-**

2.2. Semestre 2

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume Horaire Hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 2.1 Crédits : 10 Coefficients : 6	**technologie de fabrication additive métallique**	**5**	**3**	1h30	1h30	1h00	60h00	65h00	40%	60%
	Matériaux Métallique	**5**	**3**	1h30	1h30	1h00	60h00	65h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	**Construction Mécanique2.**	**4**	**2**	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	CAD (Computer Aided Design)	**4**	**2**	1h30	-	1h30	45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 6	**CIM (Computer Integrated Manufacturing)**	**3**	**2**	1h30	1h30	-	45h00	30h00	40%	60%
	Design for Additive Manufacturing	**3**	**2**	1h30	1h30	-	45h00	30h00	40%	60%
	Reverse Engineering	**3**	**2**	1h30	-	2h00	52h30	22h30	40%	60%
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 3 Coefficients :2	**AI (Artificial Intelligence)**	**2**	**1**	1h30	1h30	-	45h00	45h00	40%	60%
	Lean Start-up	**1**	**1**	1h30	-	-	22h30	22h30	-	100%
Total semestre 2	**-**	**30**	**17**	**13h30**	**09h00**	**05h30**	**420h00**	**330h00**	-	-

2.3. Semestre 3

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume Horaire Hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 3.1 Crédits : 10 Coefficients : 6	**Caractérisation de Produit**	**5**	**3**	1h30	1h30	1h30	67h30	57h30	40%	60%
	Ingénierie de Matériaux Fonctionnels pour Fabrication Additive	**5**	**3**	1h30	1h30	1h00	60h00	65h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 3.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	**Conception des Systèmes en FA**	**4**	**2**	1h30	1h30	-	45h00	55h00	40%	60%
	Normalisation et Management de la Qualité en FA	**4**	**2**	1h30	1h30	-	45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 3.1 Crédits : 9 Coefficients : 6	**Post-traitement des pièces en fabrication Additive**	**3**	**2**	1h30	-	1h00	37h30	37h30	40%	60%
	Hygiène et Sécurité	**3**	**2**	2h00	-	1h00	45h00	30h00	40%	60%
	3D Inspection	**3**	**1**	-	-	3h00	45h00	5h00	100%	
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 3 Coefficients : 2	**Robotics**	**2**	**1**	1h30		1h00	37h30	12h30	40%	60%
	Writing a Scientific Reports	**1**	**1**	1h30	-	-	22h30	02h30	-	100%
Total semestre 3		**30**	**17**	**12h30**	**06h00**	**08h30**	**405h00**	**345h00**	**-**	**-**

2.4 Semestre 4

a) Tableau donné à titre indicatif

Stage en entreprise ou un projet de fin d'étude au niveau du laboratoire sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coef.	Crédits
Travail Personnel	550	09	18
Stage en entreprise	100	04	06
Séminaires	00	00	00
Autre (Encadrement)	50	02	03
Total Semestre 4	382,5	17	30

b) Evaluation du Projet de Fin de Cycle de Master

- Valeurs scientifique (Appréciation du jury) /6 (en cas stage) et 9 (en cas d'absence de stage)
- Rédaction du Mémoire (Appréciation du jury) /4
- Présentation et réponse aux questions (Appréciation du jury) /4
- Appréciation de l'encadreur /3
- Présentation du rapport de stage (Appréciation du jury) (en cas de stage) /3

c) Récapitulatif global du parcours Master :

UE / VH	UEF	UEM	UED	UET	-	Total
Cours	270	187.5	22.5	67.5	-	547.5
TD	247.5	90	0	22.5	-	360
TP	120	120	37.5	22.5	-	300
Travail personnel	712.5	277.5	15	37.5	750	1792.5
Autre (préciser)	-	-	-	-	-	-
Total	1350	675	75	150	750	3000
Crédits	54	27	3	6	30	120
% en crédits pour chaque UE	45.00%	22.5%	2.5%	5%	25.00 %	100%

SEMESTRE : 1	
Libellé de l'UE : UEF 1.1	
Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	**Cours : 45h00** **TD : 45h00** **TP : 30h00** **Travail personnel : 130h00**
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	**UE : UEF 1.1 Crédits : 10 Coefficient :6** **Matière 1: Non-metallic additive manufacturing technologies** **Crédits : 5** **Coefficient : 3** **Matière 2: Matériaux non Métallique** **Crédits : 5** **Coefficient : 3**
Mode d'évaluation	**Continu et Examen**
Description des matières	**Matière 1 : Non metallic additive manufacturing technology** This course helps students deepen their understanding of non metallic additive manufacturing technologies. **Matière 2 : Matériaux non métalliques** Cette matière permettra à l'étudiant d'avoir une idée sur les différents matériaux non métalliques et leurs utilisations. L'étudiant prendra connaissances des méthodes spécifiques d'élaboration, les compositions et comportements de ces matériaux. Cette matière ouvrira l'horizon de l'étudiant aux différentes familles des matériaux et les techniques de fabrication additive correspondantes.

SEMESTRE : 1	
Libellé de l'UE : UEF 1.2	
Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	**Cours : 45h00** **TD : 45h00** **TP : 00h00** **Travail personnel : 110h00**
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	**UE : UEF 1.2 Crédits : 8 Coefficient :4** **Matière 1: Interaction Rayonnement- Matière** **Crédits : 4** **Coefficient : 2** **Matière 2: Construction Mécanique 1** **Crédits : 4** **Coefficient : 2**
Mode d'évaluation	**Continu et Examen**
Description des matières	**Matière 1 : Interaction Rayonnement- Matière** Cette matière présente les principes fondamentaux de l'interaction entre un rayonnement photonique ou corpusculaire et la matière, essentiels pour maîtriser les procédés de fabrication additive par sources concentrées. Elle aborde les mécanismes de transfert d'énergie, les modifications structurales induites et les dommages d'irradiation. L'objectif est de comprendre l'influence de ces interactions sur la qualité et l'intégrité des pièces produites. **Matière 2 : Construction Mécanique 1** Cette matière forme les étudiants aux principes de la construction mécanique, incluant la normalisation, le dimensionnement des assemblages (filetés, soudés, ajustés) et la transmission de puissance. Elle intègre les outils numériques modernes (CAO, simulation) et des approches innovantes comme la rétro-ingénierie et l'intelligence artificielle. L'objectif est de maîtriser la conception et l'analyse de systèmes mécaniques fiables dans un contexte d'industrie 4.0.

SEMESTRE : 1	
	Libellé de l'UE : UEM 1.1
Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	**Cours : 67h30** **TD : 45h00** **TP : 15H00** **Travail personnel : 97h30**
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	**UE : UEM 1.1 Crédits : 9 Coefficient :6** **Matière 1: Transfert de chaleur et gestion thermique en FA** **Crédits : 3** **Coefficient : 2** **Matière 2: Transmission et Guidage** **Crédits : 3** **Coefficient :2** **Matière 3 : CNC machining** **Crédits : 3** **Coefficient :2**
Mode d'évaluation	**Continu et Examen**
Description des matières	**Matière 1 : Transfert de chaleur et gestion thermique en FA** Cette matière explore les mécanismes fondamentaux de transfert de chaleur (conduction, convection, rayonnement) spécifiques aux procédés de fabrication additive. Elle vise à maîtriser les paramètres thermiques tels que la puissance laser et la vitesse de balayage pour contrôler l'histoire thermique, la solidification et la microstructure. **Matière 2 : Transmission et Guidage** Cette matière permet d'acquérir les compétences nécessaires à la conception et à la réalisation des systèmes de transmission et de guidage du mouvement. Elle aborde la réalisation des liaisons mécaniques, le guidage en rotation et en translation, ainsi que les principes de transmission de puissance. **Matière 3 : CNC Machining** This course helps students deepen their understanding of how to use cnc machines by doing manually parts programmes

SEMESTRE : 1	
Libellé de l'UE : UED 1.1	
Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	**Cours : 22h30** **TD : 22h30** **TP : 00H00** **Travail personnel : 5h00**
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	**UE : UED 1.1 Crédits : 3 Coefficient :2** **Matière 1 : Métrologie** **Crédits : 2** **Coefficient : 1**
Mode d'évaluation	**Continu et Examen**
Description des matières	**Matière 1 : Métrologie** -Familiarisation et maitrise des différentes techniques de mesure -Contrôle de forme et de dimensions linéaires, courbes et angulaires. -Connaitre les écarts et les paramètres d'état de surface et leur mesure -Maîtrise du calcul d'erreurs

SEMESTRE : 1	
Libellé de l'UE : UED 1.1	
Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	**Cours : 00h00** **TD : 00h00** **TP : 22H30** **Travail personnel : 02h30**
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	**UE : UED 1.1 Crédits : 3 Coefficient :2** **Matière 2: Programmation Avancée en Python** **Crédits : 1** **Coefficient :1**
Mode d'évaluation	**Continu**
Description des matières	**Matière 2 : Programmation Avancée en Python** Ce module vise à initier les étudiants à la programmation en Python en leur permettant d'acquérir les bases pratiques du langage et de développer une logique algorithmique structurée. Ils apprendront à manipuler les structures de données fondamentales, à écrire, tester et déboguer des programmes élémentaires, et à appliquer ces concepts à des cas concrets. L'objectif est de former des apprenants capables de résoudre des problèmes simples par le codage.

SEMESTRE : 2	
Libellé de l'UE : UEF 2.1	
Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	**Cours : 45h00** **TD : 45h00** **TP : 30h00** **Travail personnel : 130h00**
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	**UE : UEF 2.1 Crédits : 10 Coefficient :6** **Matière 1: technologie de fabrication additive Métallique** **Crédits : 5** **Coefficient : 3** **Matière 2: Matériaux Métallique** **Crédits : 5** **Coefficient : 3**
Mode d'évaluation	**Continu et Examen**
Description des matières	**Matière 1 : technologie de fabrication additive métallique** Ce cours permet aux étudiants d'approfondir leur compréhension des technologies de fabrication additive métallique. **Matière 2 : Matériaux métalliques** L'étudiant prendra connaissance de quelques matériaux métalliques fréquemment utilisés dans la fabrication additive. Il saura exploiter les diagrammes d'équilibre, les connaissances relatives aux effets des éléments d'alliages sur les différentes propriétés du matériau élaboré et son comportement dans divers environnements.

SEMESTRE : 2	
Libellé de l'UE : UEF 2.2	
Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	**Cours : 45h00** **TD : 22h30** **TP : 22h30** **Travail personnel : 110h00**
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	**UE : UEF 2.2 Crédits : 8 Coefficient :4** **Matière 1: Construction Mécanique2.** **Crédits : 4** **Coefficient : 2** **Matière 2: CAD (Computer Aided Design)** **Crédits : 4** **Coefficient : 2**
Mode d'évaluation	**Continu et Examen**
Description des matières	**Matière 1 : Construction Mécanique2** Cette matière constitue la suite de la construction mécanique 1 (CM1). Elle s'intéresse aux calculs de dimensionnement des principaux éléments de transmission de mouvement des machines (engrenages, roulements, arbres, etc.), ainsi qu'à l'étude technologique des mécanismes (réducteurs, boîtes de vitesses, embrayages, freins, etc.). **Matière 2 : CAD (Computer Aided Design)** This course helps students deepen their understanding of 3D modeling using specialized software. It also introduces CAD (Computer-Aided Design), which focuses on the computational and geometric design of complex shapes used in fields such as engineering, visualization, and animation.

SEMESTRE : 2	
Libellé de l'UE : UEM 2.1	
Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	**Cours : 67h30** **TD : 45h00** **TP : 30H00** **Travail personnel : 82h30**
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	**UE : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficient :6** **Matière 1: CIM (Computer Integrated Manufacturing)** **Crédits : 3** **Coefficient : 2** **Matière 2: Design for Additive Manufacturing** **Crédits : 3** **Coefficient :2** **Matière 3 : Reverse Engineering** **Crédits : 3** **Coefficient :2**
Mode d'évaluation	**Continu et Examen**
Description des matières	**Matière 1 : CIM (Computer Integrated Manufacturing)** Computer Integrated Manufacturing (CIM) is an approach to manufacturing that uses computers to control the entire production process. CIM fully integrates all production functions, from design to distribution. This allows information to be shared between different manufacturing processes, improving speed, reducing errors, and enabling automated processes. Key components of CIM systems include computer-aided technologies, devices and equipment like CNC machines and robotics, and technologies like flexible manufacturing systems **Matière 2 : Design for Additive Manufacturing** The purpose of this course is to move students beyond conventional design-for-subtractive-manufacturing approaches and toward a manufacturing-driven design methodology in which the product is conceived specifically for additive processes. It aims to equip them with the ability to exploit the distinctive capabilities of additive manufacturing, such as complex internal geometries, lightweight lattice structures, functional integration, and customization. **Matière 3 : Reverse Engineering** Obtaining a physically manufactured part back into its original digital design is often required and is known as the process of reverse engineering a part model. A digital model may be needed to recover a true 3-D solid model of the part, modify the original part design for new functionality, determine a new manufacturing method, or repair a broken part.

SEMESTRE : 2	
Libellé de l'UE : UET 2.1	
Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	**Cours : 22h30** **TD : 22h30** **TP : 00H00** **Travail personnel : 07h30**
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	**UE : UET 2.1 Crédits : 3 Coefficient :2** **Matière 1: AI (Artificial Intelligence)** **Crédits : 2** **Coefficient : 1**
Mode d'évaluation	**Continu et Examen**
Description des matières	**Matière 1 : AI (Artificial Intelligence)** Introduire les étudiants aux méthodes d'intelligence artificielle (IA) appliquées à l'optimisation des paramètres d'injection plastique et à l'optimisation topologique en conception mécanique

SEMESTRE : 2	
Libellé de l'UE : UET 2.1	
Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	**Cours : 22h30** **TD : 00h00** **TP : 00H00** **Travail personnel : 02h30**
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	**UE : UET 2.1 Crédits : 3 Coefficient :2** **Matière 2: Design Thinking for Innovation** **Crédits : 1** **Coefficient :1**
Mode d'évaluation	**Examen**
Description des matières	**Matière 2 : Design Thinking for Innovation** To introduce students to design thinking as a human-centered innovation methodology that enables systematic problem-solving, fosters creativity, and supports the development of user-oriented solutions in complex contexts.

SEMESTRE : 3	
Libellé de l'UE : UEF 3.1	
Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	**Cours : 45h00** **TD : 45h00** **TP : 37h50** **Travail personnel : 127h30**
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	**UE : UEF 3.1 Crédits : 10 Coefficient :6** **Matière 1: Caractérisation de Produit FA** **Crédits : 5** **Coefficient : 3** **Matière 2: Ingénierie de Matériaux Fonctionnels pour Fabrication Additive** **Crédits : 5** **Coefficient : 3**
Mode d'évaluation	**Continu et Examen**
Description des matières	**Matière 1 : Caractérisation de Produit FA** L'élaboration d'un produit par fabrication additive peut être effectuée par différentes techniques et modes. Ces derniers octroient au produit une structure spécifique donc, un comportement correspondant. L'étudiant prendra connaissances du comportement du matériau et des caractéristiques physicochimiques et mécaniques du produit. Il saura choisir la technique adéquate à chaque caractérisation. Il aboutira au lien entre le matériau d'origine et le produit final en matière de comportement. **Matière 2 : Ingénierie de Matériaux Fonctionnels pour Fabrication Additive** -Analyser la relation procédé – structure – propriétés fonctionnelles - Comprendre les concepts fondamentaux des matériaux fonctionnels. -Choix des matériaux adaptés à la fabrication additive selon les applications -Concevoir des pièces intégrant des fonctions intelligentes et évaluer les performances des matériaux fonctionnels imprimés.

SEMESTRE : 3	
Libellé de l'UE : UEF 3.2	
Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	**Cours : 45h00** **TD : 45h00** **TP : 00h00** **Travail personnel : 110h00**
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	**UE : UEF 3.2 Crédits : 8 Coefficient :4** **Matière 1: Conception des Systèmes en FA** **Crédits : 4** **Coefficient : 2** **Matière 2: Normalisation et Management de la Qualité en FA** **Crédits : 4** **Coefficient : 2**
Mode d'évaluation	**Continu et Examen**
Description des matières	**Matière 1 : Conception des Systèmes en FA** Former les étudiants à concevoir, analyser et optimiser des pièces et des systèmes complexes pour la fabrication additive, en intégrant de manière approfondie les contraintes technologiques, les propriétés matériaux et les paramètres procédés, afin de développer des solutions innovantes, performantes et industrialisables. **Matière 2 : Normalisation et Management de la Qualité en FA** Maîtrise les exigences et garantir la conformité des pièces en fabrication additive (Connaitre le cadre normatif et réglementaire, Savoir le contrôle de la qualité des matériaux et des procédés et validation de la conformité, Maitrise les outils de la pour améliorer la performance.)

SEMESTRE : 2	
Libellé de l'UE : UEM 3.1	
Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	**Cours : 52h30** **TD : 00h00** **TP : 75H00** **Travail personnel : 97h30**
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	**UE : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficient :6** **Matière 1: Post-traitement des pièces en Fabrication Additive** **Crédits : 3** **Coefficient : 2** **Matière 2: Hygiène et Sécurité** **Crédits : 3** **Coefficient :2** **Matière 3 : 3D Inspection** **Crédits : 3** **Coefficient :2**
Mode d'évaluation	**Continu et Examen**
Description des matières	**Matière 1 : Post-traitement des pièces en Fabrication Additive** Cette matière traite des techniques essentielles de post-traitement pour les pièces issues de la fabrication additive (métaux, polymères, céramiques), incluant les traitements thermiques, la finition de surface et les revêtements. L'objectif est de maîtriser ces procédés pour améliorer les propriétés mécaniques, la qualité dimensionnelle et la fonctionnalité des pièces. Les étudiants apprennent à sélectionner et optimiser ces techniques en fonction du matériau, de la technologie et de l'application visée. **Matière 2 : Hygiène et Sécurité** Comprendre les dangers et les conséquences des accidents du travail et maladies professionnelles. Ainsi qu'identifier, évaluer les risques et mettre en œuvre des méthodes de prévention et de protection appropriées et comprendre les enjeux de la sécurité et Connaître le cadre juridique et les normes en vigueur **Matière 3 : 3D Inspection** To initiate students to the principles, methods, and technologies used in 3D inspection of mechanical parts, with an emphasis on dimensional verification, geometric accuracy, and quality control in modern manufacturing process.

SEMESTRE : 2	
Libellé de l'UE : UET 3.1	
Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	**Cours : 22h30** **TD : 00h00** **TP : 15H00** **Travail personnel : 12h30**
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	**UE : UET 2.1 Crédits : 3 Coefficient :2** **Matière 1: Robotics** **Crédits : 2** **Coefficient : 1**
Mode d'évaluation	**Continu et Examen**
Description des matières	**Matière 1 : Robotics** Introduire les étudiants aux méthodes d'intelligence artificielle (IA) appliquées à l'optimisation des paramètres d'injection plastique et à l'optimisation topologique en conception mécanique

SEMESTRE : 2	
Libellé de l'UE : UET 3.1	
Répartition du volume horaire de l'UE et de ses matières	**Cours : 22h30** **TD : 00h00** **TP : 00H00** **Travail personnel : 02h30**
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	**UE : UET 2.1 Crédits : 3 Coefficient :2** **Matière 2: Writing a Scientific Reports** **Crédits : 1** **Coefficient :1**
Mode d'évaluation	**Examen**
Description des matières	**Matière 2 : Writing a Scientific Reports** Donner à l'étudiant les outils nécessaires de recherche de l'information utile et mieux l'exploiter, aider l'étudiant à franchir les différentes étapes de la rédaction d'un document scientifique et à apprendre l'importance de la communication et à présenter rigoureusement un travail effectué

3. Programme détaillé par matière du Semestre 1

Semestre 1
Unité d'enseignement : UEF 1.1
Matière 1: Non-Metallic Additive Manufacturing Technologies
VHS : 60h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 1h)
Crédits: 5 **Coefficient: 3**

Objectifs de l'enseignement :

This course will enable students to deepen their understanding of Non-metallique additive manufacturing technologies.

Connaissances préalables recommandées :

Technical Drawing, CAD (Computer-Aided Drafting)

Contenu de la matière :

Chapter 1 : General overview of rapid prototyping **(2 semaines)**
Chapter 2 : Additive manufacturing technologies, Principles and applications **(4 semaines)**
Chapter 3 : Data interfacing for additive manufacturing **(2 semaines)**
Chapter 4 : Design for additive manufacturing **(2 semaines)**
Chapter 5 : 3D printer architecture **(3 semaines)**
Chapter 6 : Stratoconception **(2 semaines)**

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographies:

- Rapid Prototyping Technology Selection and Application Kenneth G. Cooper National Aeronautics and Space Administration (NASA) Marshall Space and Flight Center Huntsville, Alabama
- Rapid Prototyping- Principles and Applications, Second Edition, CHUA C. K., LEONG K. F. and LIM C. S., Nanyang Technological University, Singapore
- The Ultimate Guide to Prototyping- The best prototyping methods, tools, and processes, Jerry Cao, 2015 by UXPin Inc.

Semestre 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1
Matière 2: Matériaux non métalliques
VHS: 37h30 (Cours: 1h30, TD : 1h30, TP : 1h)
Crédits: 5 **Coefficient: 3**

Objectifs de l'enseignement :

- Familiarisation des différents matériaux non métalliques et leurs propriétés
- Techniques d'élaboration et leurs utilisations
- Techniques de fabrication additive adéquate pour chaque matériau

Connaissances préalables recommandées :

Science des matériaux, Structure de la matière,

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Familles de polymères, propriétés, formes d'utilisation **(2 semaines)**
Chapitre 2 : Techniques de fabrication : SLA, SLS, FDM, **(3 semaines)**
Chapitre 3 : Céramiques : compositions, propriétés, formes d'utilisation **(2 semaines)**
Chapitre 4 : Techniques de fabrication des céramiques **(3 semaines)**
Chapitre 5 : Composites : structures, propriétés, techniques de fabrication **(3 semaines)**

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques :

- I. Gibson, D. Rosen, B. Stucker, M. Khorasani, Additive Manufacturing Technologies, Springer (2021) 607p
- J. Yoo, M. Cima, E.M. Sachs, Structural Ceramic Components by 3D Printing, Engineering, Materials Science (1993)
- S.D. Nath and S. Nilufar Review An Overview of Additive Manufacturing of Polymers and Associated Composites, Polymers (2020) pp. 1 – 33
- R Goodridge, S Ziegelmeier, Powder bed fusion of polymers, Laser additive manufacturing, Elsevier Woodhead Publishing (2017) pp. 181-204

Semestre 1
Unité d'enseignement: UEF 1.2
Matière 1: Interaction Rayonnement-Matière
VHS: 37h30 (Cours : 1h30, TD : 1h30)

Crédits: 4 **Coefficient: 2**

Objectifs de l'enseignement:

En fabrication additive (FA), l'énergie nécessaire est apportée par une source concentrée **photonique** ou **corpusculaire**. La qualité et la productivité du procédé dépendent directement de la manière dont cette énergie est transférée au matériau. Une mauvaise maîtrise de ces interactions conduit à des défauts (porosité, manque de fusion, fissuration) et à des propriétés mécaniques inhomogènes. Comprendre la physique sous-jacente est donc la clé pour contrôler le procédé. Les objectifs principales de ce cours sont:

- Identifier les différents types de rayonnements utilisés en fabrication additive.
- Expliquer les mécanismes physiques fondamentaux de l'interaction entre un rayonnement (laser, faisceau d'électrons,..) et un matériau.

Connaissances préalables recommandées:

- Notions de base en physique des matériaux.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 :	Concepts fondamentaux	**(3 semaines)**
Chapitre 2 :	Mécanismes et théorie des interactions	**(4semaines)**
Chapitre 3 :	Modification des matériaux et dommages d'irradiation	**(4 semaines)**
Chapitre 4 :	Applications et techniques	**(4 semaines)**

Mode d'évaluation:

Interrogations écrites, devoirs à la maison, examen final, Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques:

- Jean-Pierre Eberhart, Méthodes physiques d'étude des minéraux et des matériaux solides, Edition. Doin, 1976.
- Dominique Barchiesi, Marc Lamy de la Chapelle, Ondes et matière: physique de la matière, électromagnétisme, interactions rayonnement-matière, Edition. Ellipses, 2007
- Christian Bourgeois, Interaction Particules-matière, Edition. Techniques Ingénieur, 1998.

Semestre 1
Unité d'enseignement: UEF 1.2
Matière 2: Construction Mécanique 1
VHS: 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits: 4 **Coefficient: 2**

Objectifs de l'enseignement :

Fournir aux étudiants une formation scientifique et technologique actualisée dans le domaine de la construction mécanique, en intégrant la connaissance des éléments et pièces de machines standards utilisés dans les structures mécaniques, les mécanismes et les machines, leur normalisation et la transmission de puissance, tout en introduisant les outils numériques modernes, les approches de rétro-ingénierie ainsi que les applications de l'intelligence artificielle dans la conception et l'analyse des systèmes mécaniques.

Connaissances préalables recommandées :

Dessin Industriel, R.D.M., procédés de la fabrication mécanique.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Introduction (2 semaines)
Généralités sur : la construction mécanique, démarche de conception mécanique, Coefficient de sécurité, Notions de fiabilité et de durée de vie, Normalisation (ISO), Introduction aux outils modernes de conception «CAO, simulation numérique», Aperçu de l'industrie 4.0 «digitalisation».

Chapitre 2. Les assemblages filetés (3 semaines)
Vis, boulons, goujons, modes de sollicitation, Calcul de résistance (Cisaillement, matage, flexion, serrage d'un système hyperstatique), approche classique et simulation numérique, Serrage des systèmes hyperstatiques, Reconstruction des assemblages et maintenance prédictive.

Chapitre 3. Assemblages non démontables (4 semaines)
Rivetage (Types de rivets et de rivures, calcul de dimensionnement, modes de rupture), Soudage (Procédés de soudage, types de soudures, calcul de résistance : Soudures en bout, soudures d'angle (à clin, à couvre-joint, etc.., Sollicitations statiques et dynamiques, défauts de fabrication, méthodes modernes de contrôle.

Chapitre 4. Assemblage des pièces par montage à force (3 semaines)
Principe des ajustements serrés (Avantages et inconvénients), calcul de résistance : Sous charge axiale, sous moment de torsion. Méthodes de montage : Par échauffement du moyeu, Par refroidissement de l'arbre, calcul des ajustements et tolérances, simulation simplifiée des contraintes (via logiciel), introduction aux bases de la rétro-ingénierie des ajustements.

Chapitre 5. Eléments d'obstacles (3 semaines)
Clavettes (Types, calcul de dimensionnement), Cannelures (Principe, avantages, calcul de résistance), Ressorts (Types : compression, traction, torsion), notions de dimensionnement.

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques :

- Budynas, R. G.; Shigley's Mechanical Engineering Design, 11th edition, McGraw-Hill, 2020, 1100 pages
- Buchet, J. M.; Les engrenages, Delcourt G. Productions, 2004, 350 pages

- Esnault, F.; Construction mécanique : Principes et écoconception, Tome 1, Dunod, 2009, 450 pages
- R. Quatremer, J-P Trotignon, M. Dejans, H. Lehu, « Précis de Construction Mécanique », Tome 1, 2 et 3 ; Projets études, composants, normalisation, Afnor, Nathan 2001.
- Esnault, F.; Construction mécanique, Transmission de puissance, Tome 2 : Applications, Dunod, 2001, 400 pages
- Gebhardt, A.; 3D Printing and Additive Manufacturing, 4th edition, Hanser, 2021, 500 pages
- Norton, Robert L.; Machine Design: An Integrated Approach, 6th edition, Pearson, 2019, 1100 pages
- Pahl, G.; Engineering Design: A Systematic Approach, 3rd edition, Springer, 2007, 600 pages
- Francis Esnault, « Construction mécanique, Transmission de puissance », Tome 1, 2 et 3, Principes et Ecoconception, Dunod, 1986, 1999 et 2001 (selon l'édition).
- Quatremer, R.; Précis de Construction Mécanique, Tome 3 : Projets, calculs, dimensionnement, normalisation, Afnor, 1997, 500 pages
- Wang, W.; Reverse Engineering: Technology of Reinvention, 1st edition, CRC Press, 2010, 350 pages
- M. Szwarcman, « Eléments de machines », édition Lavoisier 1983
- W. L. Cleghorn, "Mechanics of machines", Oxford University Press, 2008.

Semestre 1
Unité d'enseignement: UEM 1.1
Matière 1: Heat Transfer
VHS: 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits: 4 **Coefficient: 2**

Objectifs de l'enseignement :

- Comprendre les mécanismes fondamentaux de transfert de chaleur (conduction, convection, rayonnement) spécifiques aux procédés couche par couche.
- Identifier et maîtriser les paramètres thermiques (puissance laser, vitesse de balayage) pour minimiser les défauts tels que les contraintes résiduelles.
- Évaluer l'impact des cycles thermiques sur la microstructure et les propriétés finales des pièces traitées.

Connaissances préalables recommandées

- Thermodynamique, Mécanique des fluides et Métallurgie générale.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction aux phénomènes thermiques en FA **(3 semaines)**
- Présentation des procédés thermiques (SLM, SLS, DED, FDM).
- La source de chaleur mobile : Analyse du champ de température et modèle de Rosenthal.
- Physique du bain de fusion : Effet Marangoni et forces de tension superficielle.
- Importance de l'histoire thermique sur l'évolution microstructurale.

Chapitre 2 : Mécanismes de transfert et conditions aux limites **(4 semaines)**
- Interaction rayonnement-matière et mécanismes d'absorption d'énergie.
- Conductivité thermique effective : Comportement du lit de poudre versus matériau solide.
- Pertes thermiques par convection et rayonnement dans l'enceinte de fabrication.
- Chaleur latente de fusion, de solidification et phénomènes d'évaporation.

Chapitre 3 : Phénomènes de Solidification et Métallurgie **(4 semaines)**
- Thermodynamique du changement de phase liquide-solide.
- Cinétique de solidification sous gradients thermiques élevés.
- Formation des zones affectées thermiquement (ZAT).
- Influence des vitesses de refroidissement sur la taille des grains et les phases.

Chapitre 4 : Défauts d'origine thermique et gestion procès **(2 semaines)**
- Origine des contraintes résiduelles : Mécanisme du gradient de température (TGM).
- Phénomènes de distorsion, de gauchissement et de "balling" (instabilité du cordon).
- Stratégies de gestion thermique : Optimisation du préchauffage et des stratégies de balayage (Scanning).

Chapitre 5: Suivi et Caractérisation Thermique (**2 semaine)**
- Monitoring thermique in-situ : Utilisation de la thermographie IR et de la pyrométrie.
- Analyse post-process des propriétés thermophysiques des pièces produites.
- Études de cas : Optimisation thermique des échangeurs de chaleur produits en FA

Mode d'évaluation :

- Contrôle continu (40%) : Interrogations écrites et devoirs à la maison.
- Examen final (60%) : Épreuve écrite récapitulative.

Références bibliographiques

- Additive Manufacturing Technologies, I. Gibson, D. Rosen, and B. Stucker.
- Thermal Analysis of Additive Manufacturing, P. Michaleris.
- Laser Material Processing, W. M. Steen and J. Mazumder.
- La surface métallique, Corrosion et mécanismes, G. Beranger et H. Mazille.
- Approche scientifique des surfaces, Techniques de l'Ingénieur.

Semestre 1
Unité d'enseignement: UEM 1.1
Matière 2: Transmission et Guidage
VHS: 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits: 3 **Coefficient: 2**

Objectifs de l'enseignement :

Développer chez l'étudiant les concepts de concevoir et de réaliser un moyen de transmission du mouvement de certains mécanismes et organes de machines (roulement, réducteurs, etc..).

Connaissances préalables recommandées

L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :
- Mécanique appliquée.
- Fabrication mécanique

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : généralités **(2semaines)**
Chapitre 2 : Réalisation de liaisons **(3semaines)**
Chapitre 3 : Guidage en rotation **(2semaines)**
Chapitre 4 : Guidage en translation **(2semaines)**
Chapitre 5: Transmissions du mouvement et de puissance **(5 semaines)**

Mode d'évaluation :

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques

- E. Francis, "Construction mécanique: transmission de puissance", Tome 1, ISBN: 2-10-049125-1,2006.
- E. Francis, "Construction mécanique: transmission de puissance", Tome 2, ISBN: 2-10-049750-2 2006
- Collignon, C., Tourvieille, O., Girot, M., Durant, C., & Beynet, P. (2021). Sciences industrielles de l'ingénieur: MPSI-MP2I-PCSI-Programme 2021. Sciences industrielles de l'ingénieur, 1-624.
- Mosser, J. D., Tanoh, J., & Marchandeau, J. J. (2012). SCIENCES INDUSTRIELLES POUR L'INGÉNIEUR.

Semestre 1
Unité d'enseignement: UEM 1.1
Matière 3: CNC Machining
VHS: 45h00 (Cours : 1h30, TP : 1h)
Crédits: 2 **Coefficient: 1**

Objectifs de l'enseignement

This course aims to enhance students' understanding of programming various CNC machines used in the manufacturing of mechanical parts.

Connaissances préalables recommandées

Conventional machining,

Contenu de la matière :

Chapter 1: Introduction to CNC Machines **(04 semaines)**
Chapter 2 : Turning & miling Centers **(02 semaines)**
Chapter 3 : Turning Center programming **(04 semaines)**
Chapter 4 : Milling Center programming **(04 semaines)**
Chapter 5 : CNC cycles **(01 semaine)**

Mode d'évaluation : Contrôle Continu 40% +Examen 60%

Références bibliographiques :

- ThanhTran, « CNC Programming TutorialsExamples G & M Codes », 2018
- Claude BARLIER, Luc CEPPETELLI , Mémotech « Méthodes et production en usinage »
- Ken Evans, " Programming of Computer Numerically Controlled Machines", INDUSTRIAL
- PRESS INC. 989 Avenue of the Americas, New York, NY 10018
- Peter Smid, "CNC Programming Handbook",

Semestre 1
Unité d'enseignement: UED 1.1
Matière : Métrologie
VHS: 37h30 (Cours : 1h30, TP : 1h)
Crédits: 2 **Coefficient: 1**

Objectifs de l'enseignement

- Familiarisation et maitrise des différentes techniques de mesure
- Contrôle de forme et de dimensions linéaires, courbes et angulaires.
- Connaitre les écarts et les paramètres d'état de surface et leur mesure
- Maîtrise du calcul d'erreurs

Connaissances préalables recommandées

Physique, Mathématiques, Dessin technique

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Notions fondamentales de métrologie **(3 semaines)**
Chapitre 2 : Origines, causes et calcul d'erreurs : instrument, opérateur **(2 semaines)**
Chapitre 3 : Métrologie dimensionnelle : Techniques et instruments **(3 semaines)**
Chapitre 4 : Autres types de métrologie : Electrique, **(3 semaines)**
Chapitre 5 : Métrologie et contrôle : Formes, surfaces, entailles **(4 semaines)**

Mode d'évaluation : Contrôle Continu 40% +Examen 60%

Références bibliographiques :

- R. Dietrich et al., Précis de construction mécanique, 2. Méthodes
- N.V. Raghavendra et al. Engineering metrology and measurements, Oxford university press, New delhi (2013) 546p
- K.C. Fan et al., Manufacturing metrology, Applied sciences MDPI Switzerland (2022) 414p

Semestre 1
Unité d'enseignement: UED 1.1
Matière 2: Programmation Avancée Python
VHS: 37h30 (Cours : 1h30, TP : 1h)
Crédits: 2 **Coefficient: 1**

Objectifs de la matière :

- Acquérir les bases pratiques de la programmation avec Python
- Développer une logique algorithmique pour résoudre des problèmes simples
- Apprendre à manipuler les structures de données fondamentales
- Savoir écrire, tester et déboguer des programmes Python élémentaires
- Appliquer les concepts de programmation à des cas pratiques

Connaissances préalables recommandées :

- Aucune expérience préalable en programmation n'est requise
- Connaissances de base en mathématiques (niveau lycée)
- Savoir utiliser un ordinateur (navigation dans les fichiers, éditeur de texte)

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Introduction à l'algorithmique
Chapitre 2. Installer et utiliser Python et Notions de base
Chapitre 3. Les structures conditionnelles
Chapitre 4. Les boucles
Chapitre 5. Les fonctions
Chapitre 6: Les listes et tuples

Travaux pratiques :

TP 1 : Prise en main de l'environnement Python **(3 Semaines)**
TP 2 : Variables, types de données et opérations **(3 Semaines)**
TP 3 : Structures conditionnelles et répétitives **(3 Semaines)**
TP 4 : Fonctions et modularité **(3 Semaines)**
TP 5 : Structures de données **(3 Semaines)**

Mode d'évaluation :

Contrôle continu =100% ,

Références bibliographiques :

- Allen B. Downey Think Python: How to Think Like a Computer Scientist, O'Reilly Media, 2015;
- Ramalho, L.. Fluent Python. " O'Reilly Media, Inc.", 2022;
- Swinnen, G.. Apprendre à programmer avec Python 3. Editions Eyrolles, 2012;
- Matthes, E. Python crash course: A hands-on, project-based introduction to programming. no starch press, 2019
- Cyrille, H. (2018). Apprendre à programmer avec Python 3. Eyrolles, 6ème édition. ISBN: 978-2212675214
- Daniel, I. (2024). Apprendre à coder en Python, J'ai lu

- Nicolas, B. (2024). Python, du grand débutant à la programmation objet Cours et exercices corrigés, 3eme édition, Ellipses
- Ludivine, C. (2024). Selenium Maîtrisez vos tests fonctionnels avec Python, Eni
- Documentation officielle Python : docs.python.org
- Exercices Python sur Codecademy : codecademy.com/learn/learn-python-3
- W3Schools Python Tutorial : w3schools.com/python/

4. Programme détaillé par matière du Semestre 2

Semestre 2
Unité d'enseignement : UEF 2.1
Matière *1*: Metallic Additive Manufacturing Technologies
VHS : 60h00 (Cours : 1h30, TD: 1h30, TP : 1h)
Crédits: *5* **Coefficient: *3***

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif est de :

- Comprendre les principes de fonctionnement des différentes technologies de fabrication additive telles que la fusion sur lit de poudre (**SLM)**, la fusion d'un fil métallique utilisant un arc électrique comme source de chaleur (WAAM) en général et transfert de métal à froid (CMT) en particulier.
- Savoir régler les variables critiques comme la puissance laser‹ la vitesse de balayage et l'épaisseur de couche pour garantir la santé matière (absence de porosités).
- Étudier les propriétés des poudres et fils métalliques (titane‹ aluminium‹ aciers…) et leur comportement lors de la fusion

Connaissances préalables recommandées

Notions sur :

- Les propriétés mécaniques (la dureté, la résilience la fatigue, La résistance des matériaux).
- Les diagrammes de phases, des structures cristallines et des transformations à l'état solide
- Les plans d'expériences (DOE) pour rendre les résultats plus significatifs.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction générale à la Fabrication Additive (FA) **(4 semaines)**

- Définition et historique.
- Comparaison : Fabrication soustractive (usinage) vs additive vs formative (fonderie).
- Cycle de vie d'un produit en FA : De l'idée à la pièce finale.

Chapitre 2 : Science des matériaux et poudres métalliques (4semaines)

- Élaboration des poudres (atomisation par gaz ou eau).
- Caractérisation : Morphologie, granulométrie, coulabilité.
- Métallurgie spécifique : Alliages d'aluminium, titane, aciers inoxydables et superalliages (Inconel)

Chapitre 3 : Design pour la Fabrication Additive (DfAM) (4 semaines)

- Règles de conception : Angles d'auto-support, épaisseurs minimales, évacuation de la poudre.
- Optimisation topologique : Réduction de masse sans perte de performance.
- Structures cellulaires et lattices (treillis).
- Formats de fichiers (STL, STEP, 3MF).
- Supports de fabrication : Rôles (thermique et mécanique) et types
- Stratégies de scan et paramètres machines (puissance laser, vitesse, chevauchement).

Chapitre 4 : Contrôle Qualité et Métrologie (3semaines)

- Défauts typiques : Porosités, fissurations, contraintes résiduelles et déformations.
- Contrôles non destructifs (Rayons X, tomographie, ultrason).
- Certification et normes industrielles.

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 40% (Interrogations écrites, devoirs à la maison)

; Examen : 60%.(examen final)

Références bibliographiques

- Pei, E., Bernard, A., Gu, D., Klahn, C., Monzón, M., Petersen, M., & Sun, T. (Eds.). (2023). Springer handbook of additive manufacturing. Springer Nature.
- Yadav, A., Srivastava, M., Jain, P. K., & Rathee, S. (2025). Metal Additive Manufacturing: An Overview. Metal Additive Manufacturing: Methods, Materials and Applications, 1-12.

Semestre 2
Unité d'enseignement: UEF 2.1
Matière 2 : Matériaux Métalliques
VHS: 60h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 1h)
Crédits: 5 **Coefficient: 3**

Objectifs de l'enseignement

- Familiarisation avec les différents matériaux métalliques
- Caractérisation des matériaux et utilisation
- Effets des éléments d'alliages sur le matériau élaboré

Connaissances préalables recommandées

Sciences des matériaux, Structure de la matière

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Généralités : structures, diagrammes de phases, propriétés (2 semaine)
Chapitre 2 : Fer et aciers : structure, types et propriétés (4 semaines)
Chapitre 3 : Aluminium et ses alliages : structure, types et propriétés (3 semaines)
Chapitre 4 : Titane et ses alliages : structure, types et propriétés (3 semaines)
Chapitre 5 : Autres matériaux : Alliages de cuivre, CrCo (3 semaines)

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques :

- M.F. Ashby, D.R.H. Jones, "Matériaux propriétés et applications" V2, éd. Dunod Paris 1991.
- Catherine Schneider-Maunoury et al. « Functionally Graded Ti6Al4V-Mo Alloy Manufactured with DED-CLAD Process ». In : Additive Manufacturing 17 (oct. 2017), p. 55-66. issn : 2214-8604
- Gibson, D. Rosen, B. Stucker, M. Khorasani, Additive Manufacturing Technologies, Springer (2021) 607p
- J.O. Milewski, Additive Manufacturing of Metals from Fundamental Technology to Rocket Nozzles, Medical Implants, and Custom Jewelry, Springer(2017) 343p

Semestre 3
Unité d'enseignement: UEF 2.2
Matière 1: Construction Mécanique2.
VHS: 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits: 4 **Coefficient: 2**

Objectifs de l'enseignement :

Cette matière constitue la suite de la construction mécanique 1 (CM1). Elle s'intéresse aux calculs de dimensionnement des principaux éléments de transmission de mouvement des machines (engrenages, roulements, arbres, etc.), ainsi qu'à l'étude technologique des mécanismes (réducteurs, boîtes de vitesses, embrayages, freins, etc.). Elle intègre également l'utilisation des outils numériques modernes pour la conception et la simulation, tout en introduisant les approches de rétro-ingénierie et les applications de l'intelligence artificielle dans l'analyse, l'optimisation et le diagnostic des systèmes mécanique.

Connaissances préalables recommandées :

Dessin industriel, Mécanique rationnelle, Résistance des matériaux (RDM) et CM 1.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Engrenages (3 semaines)
Engrenage cylindrique (dentures droite et hélicoïdale), Engrenage conique (denture droite et hélicoïdale), vis sans fin. Etude dynamique (Pression superficielle, Résistance à la rupture).
Chapitre 2 : Arbres Et Axes (3 semaines)
Calcul du diamètre préalable des axes et arbres, Vérification des arbres et axes à la fatigue.
Chapitre 3 : Transmission de mouvement (calcul et dimensionnement) (3 semaines)
Paliers lisses, Paliers et butées à roulements, Roues de friction, Courroies et Chaînes…
Chapitre 4 : Réducteurs et BV (3 semaines)
Dimensionnement d'un réducteur de vitesse, Etude d'une boite (vitesses, Notions sur les Trains épicycloïdaux).

Chapitre 5 : Accouplements, embrayages et freins (3 semaines)

Mode d'évaluation : Contrôle continu 40%, Examen 60%.

Références bibliographiques :

- Buchet Jean David Morvan, « Les engrenages », éd. Delcourt G. Productions 01/2004.
- Georges Henriot, « Les engrenages », Ed. Dunod.
- F. Esnault, « Construction mécanique. Transmission de puissance », volume 3, Ed. Dunod.
- Budynas, Richard G.; Nisbett, J. Keith; Shigley's Mechanical Engineering Design, 11th edition, McGraw-Hill, 2020, 1100 pages
- Alain Pouget, Thierry Berthomieu, Yves Boutron, Emmanuel Cuenot. « Structures et mécanismes - Activités de construction mécanique ». Ed. Hachette Technique.
- R. Quatremer, J-P Trotignon, M. Dejans, H. Lehu. « Précis de Construction Mécanique : Projets-études, composants, normalisation», Tome 1, 2 et 3, Afnor, Nathan 1997-2001.
- Norton, Robert L.; Machine Design: An Integrated Approach, 6th edition, Pearson, 2019, 1100 pages

- Youde Xiong, Y. Qian, Z. Xiong, D. Picard. Formulaire de mécanique, Pièces de construction, Eyrolles, 2007.
- Francis Esnault, « Construction mécanique, Transmission de puissance », Tome 1, 2 et 3, Principes et Ecoconception, Dunod, 1999, 2001 et 2009), (Selon l'édition).
- Bawin, V. et Delforge, C., « Construction mécanique », Edition originale : G. Thome, Liège, 1986.
- M. Szwarcman, « Eléments de machines », édition Lavoisier 1983
- W. L. Cleghorn, " Mechanics of machines", Oxford University Press, 2008.

-

Semestre 2
Unité d'enseignement : UEF 2.2
Matière 2 : Computer Aided Design
VHS: 45h00 (Cours : 1h30, TP : 1h30)
Crédits: 4 **Coefficient: 2**

Objectifs de l'enseignement

This course will enable students to deepen their understanding of 3D modeling principles using specialized software.

Connaissances préalables recommandées

Technical Drawing, CADr (Computer-Aided Drafting)

Contenu de la matière :

Chapter 1 : Product design methodology **(4 semaines)**
Chapter 2 : History of CAD **(3 semaines)**
Chapter 3 EARLY DEVELOPMENTS of GAGD (computer aided geometric design) **(2 semaines)**
Chapter 4 : CAD Representation Models **(3 semaines)**
Chapter 5 : Project Case Study **(3 semaines)**

Mode d'évaluation : Contrôle Continu 40% +Examen 60%

Références bibliographiques :

- Handbook of computer aided geometric design, Edited by G. Farin, J. Hoschek and M. -S Kim, Elsevier 2002, pp 825
- Guide du dessinateur industriel Chevalier A. Edition Hachette Technique.

Semestre 2
Unité d'enseignement: UEM 2.1
Matière 1: Computer Integrated Manufacturing
VHS: 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits: 3 **Coefficient: 2**

Objectifs de l'enseignement

Become familiar with the digital manufacturing chain, digital prototyping, and the use of dedicated computer-aided manufacturing (CAM) software.

Connaissances préalables recommandées

CNC Machine tool programming and CAD

Contenu de la matière

Chapter 1 : Introduction of digital manufacturing chain and CIM **(3 semaines)**
Chapter 2 : Machining strategies **(4 semaines)**
Chapter 3 : Sculptured Surface NC Machining **(4 semaines)**
Chapter 4 : Initiation to Mastercam **(4 semaines)**

Mode d'évaluation : Contrôle Continu 40% ;Examen 60%

Références bibliographiques :

- Manuel d'utilisation MasterCam
- P. Radhakrishnan, S. Subramanyan, V. Raju, « CAD/CAM/CIM », 3ième édition
- Kunwoo Lee, « Principles of CAD/CAM/CAE Systems », Seoul National University

Semestre 2
Unité d'enseignement: UEM 2.1
Matière 2: Design for Additive Manufacturing
VHS: 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits: 3 **Coefficient: 2**

Objectifs de l'enseignement ;

To develop an understanding of Design for Additive Manufacturing (DfAM) principles, enabling students to design components whose geometry, material selection, build orientation, support strategy, process planning, and post-processing route are fully adapted to the constraints and opportunities of additive manufacturing.

Connaissances préalables recommandées :

Computer aide design

Contenu de la matière :

Chapter 1 : Methodologies and tools **(2 semaines)**
Chapter 2 : Design for manufacturing and assembly **(2 semaines)**
Chapter 3 : Turning and milling Design Guidelines **(4 semaines)**
Chapter 4 : Drill Rules **(2 semaines)**
Chapter 5 : Casting rules **(2 semaines)**
Chapter 6 : Additive manufacturing rules **(3 semaines)**

Mode d'évaluation : Contrôle Continu 40% ;Examen 60%

Références bibliographiques :

- A Practical Guide To Design For Additive Manufacturing, Olaf Diegel, Axel Nordin, Damien Motte · 2019, Springer Nature Singapore
- Design for Additive Manufacturing: Trends, opportunities, considerations, and
- Constraints, Thompson, Mary Kathryn; Moroni, Giovanni; Vaneker, Tom; Fadel, Georges; Campbell, R. Ian; Gibson, Ian; Bernard, Alain; Schulz, Joachim; Graf, Patricia; Ahuja, Bhrigu; Martina, Filomeno Published in: C I R P Annals

Semestre 2
Unité d'enseignement : UEM 2.1
Matière 3 : Reverse Engineering
VHS : 52h30 (Cours : 1h30, TP : 2h00)
Crédits: 3 **Coefficient: 2**

Objectifs de l'enseignement

To understand the concept of reverse engineering and explain how a physically manufactured part can be converted back into its original digital 3D model for purposes such as design recovery, modification, remanufacturing, and repair.

Connaissances préalables recommandées

Computer aided design

Contenu de la matière :

Chapter 1 : Introduction to Reverse Engineering **(1 semaine)**
Chapter 2 : Methodologies and Techniques for Reverse Engineering **(2 semaines)**
Chapter 3 : Reverse Engineering–Hardware and Software **(2 semaines)**
Chapter 4 : Selecting a Reverse Engineering System **(4 semaines)**
Chapter 5 : Introduction to Rapid Prototyping **(2 semaine)**
Chapter 6 : Relationship Between Reverse Engineering and Rapid Prototyping **(1 semaine)**
Chapter 7 : Reverse Engineering in the Automotive Industry **(1 semaine)**

Mode d'évaluation : Contrôle Continu 40% +Examen 60%

Références bibliographiques

- Reverse Engineering - An Industrial Perspective, Vinesh Raja and Kiran J. Fernandes (Eds.), Springer Science+Business Media
- Reverse Engineering Technology of Reinvention, CRC Press, Wego Wang, 16 septembre 2010
- Reverse Engineering : An Industrial Perspective, Kiran J. Fernandes, Vinesh Raja, Springer, Springer.

Semestre 2
Unité d'enseignement: UET 1.1
Matière 1: Artificial Intelligence
VHS: 45h00 (Cours : 1h30 ,TD :1h30)
Crédits: 2 **Coefficient: 1**

Objectifs de l'enseignement : Introduire les étudiants aux **méthodes d'intelligence artificielle (IA)** appliquées à **l'optimisation des paramètres d'injection plastique** et à **l'optimisation topologique** en conception mécanique.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Introduction à l'IA et aux méthodes d'optimisation (3 semaines)

- Définition et concepts de base de l'IA (Machine Learning, Deep Learning).
- Comparaison entre optimisation conventionnelle et optimisation basée sur l'IA.
- Présentation des algorithmes d'optimisation (métaheuristiques, réseaux de neurones, apprentissage supervisé et non supervisé).
- Outils et logiciels pour l'IA en ingénierie (Python, TensorFlow, PyTorch, MATLAB)

Chapitre 2 : IA pour l'optimisation des paramètres d'injection plastique (5 semaines)

- Présentation du processus d'injection plastique et de ses paramètres critiques (température, pression, temps de refroidissement).
- Problématiques d'optimisation en injection plastique (défauts, temps de cycle, consommation énergétique).
- Utilisation des réseaux de neurones et des modèles prédictifs pour ajuster les paramètres.
- Application des algorithmes génétiques et des réseaux bayésiens pour améliorer la qualité des pièces injectées.
- Intégration de Moldflow et logiciels IA pour l'apprentissage automatique des réglages.

Chapitre 3 : Implémentation et simulations d'optimisation en IA (4 semaines)

- Programmation en **Python avec TensorFlow et Scikit-Learn** pour la modélisation des paramètres d'injection.
- Génération automatique de designs optimisés avec des algorithmes évolutifs.
- Simulation et validation des résultats avec **Moldflow, Abaqus et FreeCAD**.
- Validation des performances des solutions optimisées (poids, résistance, coût).

Chapitre 4 : Applications industrielles et perspectives (3 semaines)

- Intégration de l'IA dans les logiciels de CAO/FAO pour l'automatisation de la conception.
- Analyse des cas industriels utilisant l'optimisation IA en plasturgie et ingénierie.
- Défis et perspectives futures (fabrication additive, jumeaux numériques, IA générative).
- Discussion autour des avancées en IA et conception générative.

Mode d'évaluation : Contrôle Continu 40% ,Examen 60%

Références bibliographiques

- Seungyeon Shin, Dongju Shin, Namwoo Kang, Topology optimization via machine learning and deep learning: a review, *Journal of Computational Design and Engineering*, Volume 10, Issue 4, August 2023, Pages 1736–1766, https://doi.org/10.1093/jcde/qwad072
- Zhang, Weisheng, et al. "Machine learning powered sketch aided design via topology optimization." Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering 419 (2024): 116651.

Semestre 2
Unité d'enseignement : UET 1.1
Matière 2: Design Thinking for Innovation
VHS: 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits: 1 **Coefficient: 1**

Objectifs de l'enseignement

By the end of this lecture, students should be able to understand the principles of design thinking, apply its main stages (empathize, define, ideate, prototype, test), and use this approach to generate innovative and feasible solutions to real-world problems.

Connaissances préalables recommandées

Computer aided design

Contenu de la matière :

Chapter 1 : Introduction and Background **(1 semaine)**

Chapter 2 : Learn to define a Design Thinking Challenge Problem Framing Methods **(1 semaine)**

Chapter 3 : Methods for the Empathize Phase Understand the needs of costumers **(2 semaine)**

Chapter 4 : Methods for the Define Phase Learn the Synthesis in Design Thinking **(2 semaine)**

Chapter 5 : Methods for the Ideate Phase Generate more ideas through method stacking **(2 semaine)**

Chapter 6 : Methods for the prototyping phase Work in prototyping iterations **(1 semaine)**

Chapter 7 : Methods for the testing phase Get feedback and get better **(1 semaine)**

Chapter 8 : Learn the most important methods for Design Thinking workshops **(3 semaine)**

Chapter 9 : Combine Design Thinking with modern business concepts methods **(2 semaines)**

Mode d'évaluation : Contrôle Continu % +Examen 100%

.5. Programme détaillé par matière du Semestre 3

Semestre 3
Unité d'enseignement : UEF 3.1
Matière 1 : Caractérisation de Produit F.A.
VHS: 37h30 (Cours: 1h30, TD: 1h30, TP: 1h30)
Crédits: 5 **Coefficient: 3**

Objectifs de l'enseignement

Application de l'intelligence artificielle aux matériaux, Recherche de nouvelles combinaisons de matériaux, Combinaison des propriétés et de caractéristiques,

Connaissances préalables recommandées

Matériaux métalliques, Matériaux non métalliques, Construction mécanique

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Structures et architectures de fabrication **(3 semaines)**
Chapitre 2 : Techniques générales de caractérisation **(3 semaines)**
Chapitre 3 : Caractérisation physicochimique **(3 semaines)**
Chapitre 4 : Caractérisation mécanique **(2 semaines)**
Chapitre 5 : Propriétés fonctionnelles et caractérisation **(2 semaines)**

Mode d'évaluation : Contrôle Continu 40% +Examen 60%

Références bibliographiques

- I. Gibson, D. Rosen, B. Stucker, M. Khorasani, Additive Manufacturing Technologies, Springer (2021) 607p
- M. Yosofi, Méthodologie de caractérisation prédictive des procédés de fabrication additive avec une approche technique, économique et environnementale, Thèse de doctorat Ecole centrale de Nante (2018) 180p
- M.F. Ashby, D.R.H. Jones, "Matériaux propriétés et applications" V2, éd. Dunod Paris 1991

Semestre 3
Unité d'enseignement: UEF 3.1
Matière 2: Ingénierie de Matériaux Fonctionnels pour FA
VHS: 37h30 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 1h)
Crédits: 5 **Coefficient: 3**

Objectifs de l'enseignement :

- Comprendre les concepts fondamentaux des matériaux fonctionnels.
- Analyser la relation procédé – structure – propriétés fonctionnelles
- Choix des matériaux adaptés à la fabrication additive selon les applications
- Concevoir des pièces intégrant des fonctions intelligentes et évaluer les performances des matériaux fonctionnels imprimés.

Connaissances préalables recommandées

- Science et ingénierie des matériaux.
- Procédés de fabrication additive.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Généralités sur les matériaux fonctionnels pour la fabrication additive (3 semaines)

1. Définition des matériaux fonctionnels
2. Matériaux structuraux vs fonctionnels
3. Classification des matériaux fonctionnels

Chapitre 2 : Matériaux fonctionnels et composites imprimables (4 semaines)

Chapitre 3 : Matériaux intelligents et fabrication 4D (3 semaines)

1. Matériaux intelligents
2. Matériaux à mémoire de forme
3. Fabrication additive 4D

Chapitre 4 : Conception et fabrication multi-matériaux (3 semaines)

1. Fabrication additive multi-matériaux
2. Intégration de fonctions dans les pièces imprimées
4. Optimisation des propriétés fonctionnelles

Chapitre 5: Caractérisation et applications des matériaux fonctionnels imprimés (2 semaines)

1. Caractérisation électrique, thermique, mécanique, microstructurale,…
2. Évaluation des propriétés fonctionnelles
3. Applications biomédicales et industrielles

Mode d'évaluation :

Interrogations écrites, devoirs à la maison, examen final
Contrôle Continu 40% +Examen 60%

Références bibliographiques

- BEHERA, Ajit. Smart materials based additive manufacturing. In: Practical Implementations of Additive Manufacturing Technologies. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023. p. 153-175.
-

- SANATGAR, Razieh HASHEMI. "FDM 3D printing of conductive polymer nanocomposites: A novel process for functional and smart textiles L'Impression 3D de nanocomposites polymères conducteurs: un nouveau procédé pour la fonctionnalisation de surface de smart textiles."
- El Hayek, Joelle. Synthèse, fonctionnalisation et impression 3D de biocéramiques pour l'ingénierie osseuse. Diss. Université de Montpellier; Université Libanaise. Faculté des Sciences (Beyrouth, Liban), 2022.
- Granier, Floriane. Fabrication additive multi-matériaux et procédés de dispositifs piézoélectriques pour la création de structures intelligentes. Ecole Polytechnique, Montreal (Canada), 2021

Semestre 3
Unité d'enseignement: UEF 3.2
Matière 1: Conception des Systèmes en FA
VHS: 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits: 4 **Coefficient: 2**

Objectifs de l'enseignement :

Former les étudiants à concevoir, analyser et optimiser des pièces et des systèmes complexes pour la fabrication additive, en intégrant de manière approfondie les contraintes technologiques, les propriétés matériaux et les paramètres procédés, afin de développer des solutions innovantes, performantes et industrialisables.

Connaissances préalables recommandées

L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :
- Mécanique appliquée.
- Fabrication mécanique
- Conception assistée par ordinateur (CAO)

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : généralités (2semaines)

Chapitre 2 : Conception des systèmes mécanique et analyse fonctionnelle (3semaines)

- Introduction à la conception des systèmes **mécanique**
- Démarche de conception
- Analyse fonctionnelle :
- Application à un système fabriqué en fabrication additive

Chapitre 3 : Chaîne numérique en fabrication additive (3semaines)

- Conception assistée par ordinateur (CAO)
- Formats de fichiers :
- Tranchage (slicing) :
- Génération des trajectoires (toolpath)
- Paramètres d'impression :

Chapitre 4 : Conception pour la fabrication additive (DfAM) (3semaines)

- Principes de la DfAM
- Contraintes de conception liées aux procédés
- Règles de conception :
- Orientation des pièces
- Réduction et optimisation des supports
- Conception fonctionnelle et intégration des pièces

Chapitre 5 : Structures avancées et optimisation (4semaines)

- Structures lattices (cellulaires) :
- Structures TPMS
- Optimisation topologique :

Mode d'évaluation :

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques :

- Gibson, I., Rosen, D., Stucker, B., & Khorasani, M. (2020). Design for additive manufacturing. In Additive manufacturing technologies (pp. 555-607). Cham: Springer International Publishing.
- Diegel, O., Nordin, A., & Motte, D. (2020). A practical guide to design for additive manufacturing (Vol. 68). Singapore: Springer.
- DANACI, H. C., & ISLAK, S. (2023). ADDITIVE MANUFACTURING OF METALLIC MATERIALS APPLICATION AND DESIGN. Science & Engineering Researches, 51.

Semestre 3
Unité d'enseignement: UEF 3.2
Matière 2: Normalisation et Management de la Qualité en FA
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits: 4 **Coefficient: 2**

Objectifs de l'enseignement :

Maîtrise les exigences et garantir la conformité des pièces en fabrication additive :

- Connaitre le cadre normatif et réglementaire (Normes de base, de procédés, de matériaux et d'applications).
- Savoir le contrôle de la qualité des matériaux et des procédés et validation de la conformité.
- Maitrise les outils de la qualité (Analyse SWOT, le PDCA (Roue de Deming), le Diagramme d'Ishikawa (5M)) pour améliorer la performance.

Connaissances préalables recommandées

-Sciences des matériaux، Procédés et Mécanique.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Généralités sur la normalisation en fabrication additive (2 semaines)

- Introduction à la normalisation
- Enjeux de la normalisation en fabrication additive
- Organismes de normalisation
- Normes principales en fabrication additive

Chapitre 2 : Système de management de la qualité appliqué à la FA (4 semaines)

- Définition du SMQ
- Principes fondamentaux du SMQ
- Norme ISO 9001

Chapitre 3 : Contrôle et Assurance qualité (4 semaines)

- Contrôle des matières premières
- Paramètres critiques du procédé
- Méthodes de contrôle
- Surveillance du procédé

Chapitre 4 : Les outils de la qualité (3 semaines)

- Outils de base
- Outils d'analyse des risques
- Outils d'amélioration

Chapitre 5 : Analyse des défauts et amélioration continue (2 semaines)

- Identification et analyse des défauts
- Traitement des non-conformités
- Actions correctives, préventives et amélioration continue

Mode d'évaluation :

Interrogations écrites, devoirs à la maison, examen final

Références bibliographiques

- PEI, Eujin, BERNARD, Alain, GU, Dongdong, et al. (ed.). Springer handbook of additive manufacturing. Springer Nature, 2023.
- ISO/ASTM 52900:2021(fr) Fabrication additive — Principes généraux — Fondamentaux et vocabulaire
- ISO 9001:2015 – Système de management de la qualité
- Fabrication Additive. Principes généraux, Floriane Laverne, Frederic SEGONDS et Patrice DUBOIS ; Techniques de l'Ingénieur, BM7 07v2, pp 1-15.
- Cromp, J. (2013). Quelle est la dynamique des processus d'innovation et d'amélioration continue en entreprise?

Semestre 3

Unité d'enseignement: UEM 3.1
Matière 1: Post-traitement des pièces en Fabrication Additive
VHS: 37h30 (Cours : 1h30, TP : 1h00)
Crédits: 3 **Coefficient: 2**

Objectifs de l'enseignement :

- Maîtriser les différentes techniques de post-traitement applicables aux pièces fabriquées par fabrication additive (métaux, polymères, céramiques)
- Comprendre les mécanismes physiques et chimiques des traitements thermiques, mécaniques et de finition de surface
- Savoir sélectionner et optimiser les procédés de post-traitement selon le matériau, la technologie AM et l'application finale
- Évaluer l'impact des post-traitements sur les propriétés mécaniques, dimensionnelles et fonctionnelles des pièces

Connaissances préalables recommandées

- Fabrication Additive : principes et technologies (SLM, EBM, FDM, SLS, etc.)
- Science des matériaux : métallurgie, propriétés mécaniques, traitements thermiques
- Procédés d'usinage et de finition de surface

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction au post-traitement en Fabrication Additive **(3 semaines)**
- Nécessité et enjeux du post-traitement : défauts intrinsèques des pièces AM (rugosité, contraintes résiduelles, porosités)
- Classification des techniques de post-traitement : thermiques, mécaniques, chimiques, physiques
- Critères de sélection des procédés selon la technologie AM et le matériau
- Aspects économiques et environnementaux du post-traitement

Chapitre 2 : Traitements Thermiques **(3 semaines)**
- Recuit, normalisation, trempe et revenu
- Traitements de précipitation (vieillissement)
- Frittage isostatique à chaud (HIP - Hot Isostatic Pressing)
- Traitements thermiques spécifiques aux alliages (NiTi, Ti-6Al-4V, Inconel, aciers)
- Effets sur la microstructure et les propriétés mécaniques

Chapitre 3 : Finition de Surface et Usinage **(3 semaines)**
- Techniques d'ébavurage et de découpe des supports
- Polissage mécanique, chimique et électrolytique
- Électroérosion (EDM)
- Usinage de précision des pièces AM (hybrid manufacturing)
- Contrôle de la rugosité et de la géométrie

Chapitre 4 : Traitements de Surface et Revêtements **(3 semaines)**
- Grenaillage et shot-peening
- Traitements thermochimiques (nitruration, cémentation)
- Revêtements PVD/CVD
- Anodisation et passivation

- Amélioration de la résistance à la corrosion et à la fatigue

Chapitre 5 : Caractérisation et Contrôle Qualité **(3 semaines)**

- Méthodes de caractérisation des pièces post-traitées
- Mesures de contraintes résiduelles, porosités, rugosité
- Essais mécaniques et validation des performances
- Normes et certification des pièces AM post-traitées

Mode d'évaluation :

Interrogations écrites, examen final

Références bibliographiques

- Singh, G., Kumar, R., Sandhu, K., Pei, E., & Singh, S. (Eds.). (2023). Handbook of Post-Processing in Additive Manufacturing: Requirements, Theories, and Methods (1st ed.). CRC Press. ISBN: 978-1032231730 | DOI: 10.1201/9781003276111
- Wang, H., Lee, Y. J., Bai, Y., & Zhang, J. (2024). Post-Processing Techniques for Metal-Based Additive Manufacturing: Towards Precision Fabrication. CRC Press. ISBN: 978-1032224473 | DOI: 10.1201/9781003272601
- Khan, H. M., Özer, G., & Yilmaz, M. S. (2023). "Post-Processing in Additive Manufacturing: Requirements, Theories, and Methods". In Handbook of Post-Processing in Additive Manufacturing, CRC Press.
- Khan, M. A., & Jappes, J. T. W. (Eds.). (2022). Innovations in Additive Manufacturing. Springer. DOI: 10.1007/978-3-030-89401-6 (Chapitre 3 : Post-Processing and Investigations on 3D Built Materials)
- Zhu, H., Rennie, A. E. W., & Tian, Y. (2023). "An Overview of Post-Processing Technologies in General Practice". In Handbook of Post-Processing in Additive Manufacturing, CRC Press.

Semestre 3
Unité d'enseignement : UEM 3.1
Matière 2 : Hygiène et Sécurité
VHS : 45h00 (Cours : 2h00, TP : 1h00)
Crédits: 3 **Coefficient: 2**

Objectifs de l'enseignement :

- Comprendre les dangers (biologiques, physiques, chimiques) et les conséquences des accidents du travail et maladies professionnelles.
- Identifier, évaluer les risques et mettre en œuvre des méthodes de prévention et de protection appropriées.
- Comprendre les enjeux de la sécurité, les facteurs humains et l'impact sur l'environnement (eau, air, sol).
- Connaître le cadre juridique et les normes en vigueur en matière d'hygiène et de sécurité au travail.
- Acquérir les réflexes de secourisme et la gestion des incendies/explosions.
- Réaliser des enquêtes après accident (arbre des causes) et auditer les systèmes de gestion de la sécurité.

Connaissances préalables recommandées :

Electrochimie, Chimie et Mécanique.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Hygiène, la sécurité et l'environnement **(4 semaines)**
Chapitre 2 : Accidents de travail **(4 semaines)**
Chapitre 3 : Phénomènes d'incendie et d'explosion **(4 semaines)**
Chapitre 4 : Gestion des risques chimiques **(3 semaines)**

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références :

- S. Gramond, La fonction sécurité, collection activité et sécurité, 3eme Edition, 2014.
- A. Laurent, Sécurité des procédés chimiques, 2eme Edition, 2011.
- N. Morgossian, Risque chimique, aide mémoire, 2eme Edition, 2006.
- J.P. Mouton, La sécurité en entreprise, 2eme Edition, 2006.
- A. Laurent, Sécurité des procédées chimiques, 2eme Edition, 2011.
- A. Bernillon, O. Cerutti, Les outils du management de la qualité, le guide du gestionnaire, 1995.

Semestre 3
Unité d'enseignement: UEM 3.1
Matière 3: 3D Inspection
VHS: 45h00 (TP : 3h00)
Crédits: 3 **Coefficient: 2**

Objectifs de l'enseignement

By the end of this lecture, students should be able to explain the fundamentals of 3D inspection, identify key measurement technologies (e.g., coordinate measuring machines, 3D scanners), interpret inspection results, and assess the conformity of mechanical parts to design specifications.

Connaissances préalables recommandées :

Computer Aided Design, Reverse Engineering, Metrology

Contenu de la matière :

Practical work

Mode d'évaluation : Contrôle Continu 100% +Examen %

Références bibliographiques

Semestre 3

Unité d'enseignement : UET 2.1
Matière 1 : Robotics
VHS: 37h30 (Cours: 1h30, TP: 1h)
Crédits: 2 **Coefficient: 1**

Objectifs de l'enseignement :

Etre capable de modéliser un mécanisme simple en système de corps solides rigides indéformables, être capable de résoudre les problèmes de statique, de cinématique et de dynamique associés.

Connaissances préalables recommandées :

Connaissances de base en mécanique du solide, cinétique et dynamique des corps rigides, théorie des mécanismes et torseurs.

Contenu de la matière :

- **Chapitre I :** Introduction à la robotique **(1 semaines)**
  Définitions, Terminologie, Types d'architectures : Robots sériels, Robots parallèles, Robots mobiles, robots flexibles, robots marcheurs Etc...
- **Chapitre II :** Paramétrage d'un solide et une chaine de solides dans l'espace **(2 semaines)**
- **Chapitre III :** Modèles géométriques direct et inverse **(4 semaines)**
- **Chapitre IV :** Modèles cinématiques direct et inverse **(2 semaines)**
- **Chapitre V :** Modélisation dynamique **(4 semaines)**
  Formalisme de Lagrange, Formalisme de Newton-Euler
- **Chapitre VI :** Génération de mouvement **(2 semaines)**

Mode d'évaluation : Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%.

Références bibliographiques :

- Modélisation, identification et commande des robots, Wisama Khalil et Etienne Dombre ; Herrmes Lavoisier 1999.
- Théorie des mécanismesparfaits : outils de conception auteur(s) : leroyLavoisier 1998.
- Théorie simplifiée des mécanismes élémentaires auteur :loche l.-e. Dunod 2001.
- J. P. Lellmendet SaidZeghloul " Robotique aspects fondamentaux Masson1991.
- Théorie des mécanismes parfaits : outils de conception auteur(s) : leroyLavoisier 1998.
- A. Pruski Robotique générale. Ellipses 1988.

Semestre 3
Unité d'enseignement : UET 2.1
Matière 2 : Traitements de surface
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits: 1 **Coefficient: 1**

Objectifs de l'enseignement :

- Donner à l'étudiant les outils nécessaires de recherche de l'information utile et mieux l'exploiter.
- Aider l'étudiant à franchir les différentes étapes de la rédaction d'un document scientifique.
- Apprendre à l'étudiant l'importance de la communication.
- Apprendre à l'étudiant à présenter rigoureusement un travail effectué.

Connaissances préalables recommandées :

Méthodologie de la rédaction, Méthodologie de la présentation

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Recherche documentaire : sujet, sources **(3 semaines)**
Chapitre 2 : Traitement des informations : bibliographie, critique **(3 semaines)**
Chapitre 3 : Plan et étapes du papier scientifique : problématique **(3 semaines)**
Chapitre 4 : Techniques et normes de rédaction **:** plagiat **(2 semaines)**
Chapitre 5 : Exposés oraux et soutenances : poster, thèse …. **(2 semaines)**
Chapitre 6 : Atelier : étude critique d'un manuscrit **(2 semaine)**

Mode d'évaluation : Examen 100%

Références bibliographiques :

- A. Mallender Tanner, ABC de la rédaction technique : modes d'emploi, notices d'utilisation, Dunod, 2002
- 2. J.L. Lebrun, Guide pratique de rédaction scientifique : comment écrire pour le lecteur scientifique international, Les Ulis, EDP Sciences, 2007.
- Booth, Wayne C., Gregory G. Colomb, Joseph M. Williams, Joseph Bizup, and William T. FitzGerald. 2016. The Craft of Research, 4th ed. Chicago: University of Chicago Press.
- M. Greuter, Bien rédiger son mémoire ou son rapport de stage, L'Etudiant, 2007.
- M. Boeglin, lire et rédiger à la fac. Du chaos des idées au texte structuré. L'Etudiant, 2005.

Semestre 4
Unité d'enseignement : UEF 4.1
Matière 1 : Projet de fin d'études
VHS :
Crédits: 30 **Coefficient: 17**

Objectifs de l'enseignement
Le projet de fin d' étude
Connaissances préalables recommandées
Contenu de la matière :
Projet de fin d'études
Mode d'évaluation :
Mémoire, soutenance devant un jury et une note.

6. Conventions/Accords

CONVENTION SPECIFIQUE DE COLLABORATION

Entre

La Faculté de Technologie

et

L'Unité de Recherche en Fabrication Additive (CRTI)

Mars 2026

Considérant :

L'intérêt exprimé par les deux parties signataires,

Leur désir mutuel de s'associer formellement et de donner ainsi un caractère officiel à leur coopération,

La Faculté de Technologie de l'Université Ferhat ABBAS – Sétif 1, Ci-après dénommé « FT-UFAS1 », sise au **Campus El Maâbouda, Sétif,** représentée par son Doyen, **Pr. HABELHAMES Farid,**

Et

L'Unité de Recherche en Fabrication Additive,

Ci-après dénommé « URFA », dont le siège est à la Zone Industrielle de Sétif, représentée par son Directeur, **DR. MERABTI Halim**,

Ayant tous les pouvoirs à l'effet de la présente Convention,

Conviennent de ce qui suit :

Objet de la convention

Préambule

Dans le cadre du renforcement de la coopération scientifique et pédagogique, et afin de répondre aux besoins du secteur socio-économique en compétences spécialisées dans le domaine de la fabrication additive les deux parties conviennent de mettre en place un Master en Fabrication Additive et reverse engineering.

Article 01 :

La présente convention a pour objet de définir les modalités de collaboration entre la **FT-UFAS1** et **l'URFA-CRTI** pour :

- La création et le lancement du Master intitulé : Master en Fabrication Additive et reverse engineering,
- L'organisation pédagogique, scientifique et technique de la formation et reverse engineering,
- L'encadrement des étudiants,

Article 02 :

Cette collaboration vise à :
Former des Masters hautement qualifiés dans la fabrication additive et reverse engineering,
- Répondre aux besoins du secteur socio-économiques,
- Promouvoir la recherche appliquée et multidisciplinaire,
- Favoriser l'innovation et le transfert technologique,

Article 3 : Engagements des parties

La FT s'engage à :

- Assurer la gestion administrative et pédagogique du Master,
- Élaborer le programme de formation en coordination avec l'unité,
- Mettre à disposition les enseignants,
- Organiser les évaluations et délivrer les diplômes,

L'Unité s'engage à :

- Elaboration des contenus pédagogiques,
- Mettre à disposition ses infrastructures (laboratoires, ateliers, etc.),
- Assurer des enseignements spécialisés et séminaires,
- Encadrer les mémoires de fin d'études.

Article 5 : Organisation pédagogique

- Le programme est défini conjointement par les deux parties et des modules peuvent être Co-enseignés (enseignants + chercheurs),

- Une part importante est dédiée aux : Travaux pratiques, projets industriels, stages en milieu professionnel,

Article 6 : Encadrement des étudiants

Les étudiants seront encadrés par les enseignants de l'université et/ou les chercheurs de l'unité.

Article 7 : Propriété intellectuelle

- Les résultats issus des travaux conjoints sont partagés selon un accord spécifique.
- Toute publication doit mentionner les deux parties.
- Les deux parties veilleront sur le respect des dispositions réglementaires en matière de propriété intellectuelle, de protection et de diffusion de l'information.

Article 08 : échange d'information

- Les deux parties s'engagent à assurer un échange régulier, structuré et transparent des informations nécessaires à la bonne mise en œuvre du présent partenariat.
- Les informations échangées dans le cadre de la présente convention ne peuvent être utilisées à d'autres fins sans l'accord préalable écrit de l'autre partie.
- Chaque partie s'engage à désigner un point focal chargé de coordonner et de faciliter la circulation de l'information entre les deux institutions.
- Les deux parties favoriseront la circulation des informations entre elles en s'appuyant sur tous les moyens et supports à leur disposition (Internet, Intranet, …).

Article 09 :

Un comité de pilotage, sera installé et se chargera du suivi de la coopération entre les deux parties.

Le comité de pilotage se réunira autant de fois que les parties jugent nécessaire. Un procès-verbal sera établi à l'issue de chaque réunion et sera diffusé aux parties

Article 10 :

Toute disposition de la présente convention peut être modifiée par un avenant.

Article 11 :

La présente convention est établie en quatre exemplaires originaux paraphés et signés. Elle est conclue pour une durée de trois (03) ans, renouvelable à son échéance par tacite reconduction.

Article 12 :

La présente convention prend effet à compter de la date de sa signature par les deux parties. Cette convention pourra être résiliée en tout temps par l'une ou l'autre des parties avec préavis de trois (03) mois. Toutefois, les deux parties s'engagent à réaliser les activités programmées et engagées avant la résiliation.

Article 13 :

En cas de litige découlant de l'interprétation et l'application ou de la mise en œuvre de l'une ou l'autre des dispositions de la présente convention, les deux parties s'efforceront de résoudre leur différend à l'amiable.

Fait le : .....

Pour l'Unité de Recherche en Fabrication Additive, URFA-CRTI

Le Directeur de l'Unité
DR. MERABTI Halim

Pour la Faculté de Technologie

Le Doyen
Pr. HABELHAMES Farid

عميد كلية التكنولوجيا
أ.د : فريـــد حبلحمص

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

بلاستيك و مطاط
GROUPE ENPC

Setif 1 University - Ferhat ABBAS

اتفاقيـــة اطـــار للتـــعاون والشراكـــة

بين

جامعة فرحات عباس سطيف1، والكائن مقرها بمجمع الباز الوطني رقم 05 – طريق الجزائر – سطيف19137.

ممثلة بمديرها الأستاذ: **لطرش محمد الهادي.**

من جهة

المجمع الصناعي للبلاستيك والمطاط والكائن مقرها بـالمنطقة الصناعية بسطيف.

ممثلة بالسيد الرئيس المدير العام , **السيد أرزقي مصباح.**

من جهة أخرى

الجـامعـة
لطرش محمد الهادي

سطيف في: .....

مدير جامعة سطيف 1 فرحات عباس
الاستاذ لطرش محمد الهادي

مدير المجمع الصناعي للبلاستيك والمطاط
السيد أرزقي مصباح





7. Avis et Visas des Organes Administratifs

V.- Avis et Visas des organes administratifs et consultatifs

Intitulé de la Formation : Fabrication additive et Reverse Engineering

Chef de département + Responsable de l'équipe de domaine
Date et visa رئيس قسم الهندسة الميكانيكية الأستاذ: مهداوي توفيق **Date et visa** مسؤول فريق ميدان التكوين علوم وتكنولوجيا لكلية التكنولوجيا أ/ رحماني لزهر
Doyen de la faculté (ou Directeur de l'institut)
عميد كلية التكنولوجيا أ.د : فريد حب الحمص
Chef d'établissement universitaire
مدير الجامعة الأستاذ: لطريق محمد الهادي

Intitulé de la spécialité : Fabrication additive et Reverse Engineering
Année universitaire: 2026/2027
Etablissement : Université Sétif 1-Ferhat Abbas

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ferhat Abbas Sétif 1
Faculté de Technologie
Département de Génie Mécanique

Sétif le 16 Février 2026

Lettre de motivation pour l'offre de formation en vue de l'obtention du diplôme de Master en Fabrication additive et Reverse Engineering au titre de l'année universitaire 2026-2027

Notre établissement, soucieux de promouvoir l'enseignement supérieur et la recherche, s'engage à répondre aux besoins croissants du marché en formant des cadres hautement qualifiés dans le domaine de la fabrication additive et de l'ingénierie inverse.

La fabrication additive, communément appelée impression 3D, constitue aujourd'hui une avancée majeure dans les procédés de conception et de production industrielle. Associée au reverse engineering, qui permet la reconstruction numérique, l'analyse et l'optimisation de produits existants, elle s'impose comme un levier stratégique pour l'innovation industrielle. Ces disciplines, en pleine expansion, se situent à l'interface de plusieurs domaines tels que la mécanique, les matériaux, la conception assistée par ordinateur (CAO), la métrologie, l'informatique industrielle et les procédés de fabrication avancés, offrant ainsi un large champ d'applications dans des secteurs variés tels que l'aéronautique, l'automobile, le biomédical et l'industrie manufacturière.

Dans ce contexte, les entreprises industrielles expriment un besoin croissant en spécialistes capables de maîtriser ces technologies innovantes, d'optimiser le développement des produits, de réduire les coûts et de raccourcir les cycles de conception et de prototypage. Elles attendent de l'université la formation de diplômés polyvalents, dotés de compétences techniques solides et d'une capacité d'adaptation aux évolutions rapides du secteur industriel. Ces compétences contribueront à renforcer la compétitivité des entreprises et à promouvoir une culture d'innovation.

À ce titre, ce cursus de Master en Fabrication Additive et Reverse Engineering vise à répondre aux attentes des partenaires socio-économiques et industriels. Son programme est conçu pour offrir aux étudiants une formation approfondie, cohérente et professionnalisante, facilitant leur insertion dans le monde du travail ou leur poursuite en doctorat.

Cette initiative s'inscrit pleinement dans la dynamique de réforme de l'enseignement supérieur, visant à mettre en place une organisation pédagogique plus efficiente et en adéquation avec les enjeux économiques, industriels et technologiques actuels. Elle repose sur une adaptation continue des contenus pédagogiques aux évolutions du marché de l'emploi ainsi qu'aux spécificités du contexte national et régional.

(1/2)

Il convient également de souligner que la wilaya de Sétif constitue un pôle socio-économique et industriel par excellence, caractérisé par un tissu industriel dense et diversifié. Cette réalité confère à cette formation une pertinence particulière en offrant un environnement favorable au développement de partenariats avec les entreprises, ainsi qu'à la réalisation de stages, de projets appliqués et de collaborations concrètes avec le secteur productif.

Par ailleurs, la filière de génie mécanique au sein de notre faculté dispose de plusieurs atouts majeurs favorisant la mise en place de cette nouvelle formation (Master Professionnalisant en Fabrication Additive et Reverse Engineering) :

1) Disponibilité des infrastructures, des équipements pédagogiques modernes et des moyens expérimentaux nécessaires, ainsi que des capacités d'encadrement adéquates.

2) Existence d'une équipe pédagogique qualifiée et habilitée (professeurs, maîtres de conférences, etc.) couvrant les différents domaines liés à la spécialité.

3) Appui par des laboratoires de recherche et des plateformes technologiques en lien avec la conception, les matériaux et les procédés de fabrication (URFA, CRTI, Incubateur, ...).

4) Intégration de la formation dans un environnement industriel dynamique au niveau de la wilaya, offrant de réelles opportunités de stages, de projets de fin d'études et d'insertion professionnelle.

Sur la base de l'ensemble de ces éléments, nous espérons vivement, Monsieur le Directeur, obtenir votre accord pour l'accréditation de cette nouvelle formation dès l'année universitaire 2026-2027, tout en restant à votre entière disposition pour toute information complémentaire que vous jugeriez utile.

Veuillez agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de nos salutations distinguées.

Le recteur de l'université

