

# Formation par apprentissage Génie Mécanique

---

## PROGRAMME DE LA FORMATION

---

Le Département de Génie Mécanique a une mission d'enseignement et une mission de recherche. Il forme des ingénieurs en Formation Initiale, en Formation Continue, et en formation par apprentissage en alternance, intervenant dans les domaines de l'ingénierie mécanique en relation avec la conception, de la production, le management de projet et la gestion de configuration de structures complexes que dans le domaine de l'ingénierie systèmes mécatroniques. La formation par apprentissage s'organise sur 3 années consécutives, pour un tiers du temps à l'INSA (par périodes d'environ 1 mois) et les deux tiers restants en entreprise.

La formation, d'une durée de 3 ans après un diplôme BAC+2, suivie par les apprentis en alternance entre l'INSA Toulouse et l'entreprise de son choix, aboutit au même diplôme d'ingénieur que les autres étudiants INSA. Sur la base de connaissances scientifiques et technologiques de haut niveau, l'apprenti doit acquérir de bonnes méthodes de travail, d'être capable de concevoir et d'optimiser un produit, un système mécanique, un procédé de production. Tout au long de la formation, on attend donc de l'apprenti qu'il fasse preuve de persévérance, d'organisation, d'autonomie et d'initiative.

Chaque année universitaire, organisée en semestres, est composée de 12 unités de formation (UF) représentant 60 crédits ECTS. L'obtention du diplôme est assujettie à la validation de 100% des UF à la fin des 3 ans de formation et à l'obtention d'un niveau d'anglais satisfaisant (niveau B2 + 815 points au TOEIC). Un séjour à l'étranger d'un semestre minimum est obligatoire.

La formation à l'INSA est un tronc commun qui se décline en 6 thèmes principaux et 3 modules métiers optionnels au choix en 5<sup>ème</sup> année pour couvrir tous les domaines utiles à la pratique du métier d'ingénieur en entreprise :

- La formation au sein de l'entreprise d'accueil
- Les outils de l'ingénieur
- L'ingénieur en tant que cadre dans un contexte international
- L'énergie renouvelable
- L'éco-conception et le calcul de Structures
- L'ingénierie système et les moyens de production

Liste des modules métiers optionnels au choix disponibles en 5A (3 choix à faire par l'apprenti) :

- Procédés de fabrications additives
- Gestion de configuration
- Projet Fluide Numérique
- Systèmes hydrauliques en transmission de puissance
- Optimization in mechanical engineering
- Calcul non linéaire de structures aéronautiques
- Conception systèmes mécaniques - approfondissement
- Biomécanique

Tous les apprentis suivent la totalité des Unités de Formation (UF). Leur spécialisation se fait en entreprise et également grâce à la majeure de 5<sup>ème</sup> année.

## 1.1 La formation en 3<sup>ème</sup> année Génie Mécanique par apprentissage

### A3GMA11

#### Mathématiques

3A. S5/35h

#### Objectifs :

Comprendre et expliquer (principaux concepts) :

- notions d'aléa, intervalle de confiance, test d'hypothèse.
- transformée de Fourier dans ses applications et son exploitation numérique (FFT)

Mettre en place une analyse statistique élémentaire face à un problème concret issu par exemple du milieu industriel.

#### Sommaire :

- Espaces de probabilité, variables aléatoires réelles, vecteurs aléatoires, théorèmes limites.
- Transformée de Fourier

#### Matériaux

3A. S5/28h

#### Objectifs :

Connaitre les principales caractéristiques mécaniques et physico-chimiques ainsi que l'emploi de trois familles de matériaux : métalliques, céramiques et composites.

#### Sommaire :

- Notions de cristallographie
- Diagrammes d'équilibre de phases
- Propriétés mécaniques
- Familles de composites, fibres et matrices, principales propriétés et méthodes de fabrication, Méthodes de conception.
- Travaux pratiques : Essai mécanique (traction) - Étude des microstructures d'équilibre des métaux - Essais non destructifs des matériaux de construction

### A3GMME11

#### Résistance des matériaux 1

3A. S5/25h

#### Objectifs :

Dimensionner des structures simples de type poutre, treillis.

#### Sommaire :

Etudes des poutres sous sollicitations simples (effort normal, moments fléchissants, moment de torsion et efforts tranchants).

Principe de la thermo élasticité et applications à la thermique des poutres.

Méthode de calcul des contraintes, des déformations et des déplacements ; sollicitations composées.

Méthodes énergétiques et Principe des puissances virtuelles.

Résolutions des problèmes hyperstatiques.

#### Mécanique des Milieux Continus (MMC)

3A. S5/15h

#### Objectifs :

Connaitre les fondamentaux de la Mécanique des Milieux Continus pour la résolution des problèmes de Mécanique des Solides déformables.

#### Sommaire :

Etablir les Hypothèses de la MMC et acquérir les notions de contraintes, de déformation et les représentations tensorielles associées :

- Lois de comportements

- Equations d'équilibres
- Energie de déformation
- Méthodes de résolutions.

### Systèmes dynamiques 1

3A. S5/35h

#### Objectifs :

Déterminer la solution d'un problème dynamique simple, y compris dissipatif et excité.

#### Sommaire :

- Equations de la dynamique des structures,
- Résolution des équations différentielles d'un problème dynamique simple (système discret ou continu),

### A3GMFT11

#### Mécanique des fluides

3A. S5/31h

#### Objectifs :

Comprendre et expliquer :

- la notion de pression statique et de pression dynamique,
- les équilibres exercés par un fluide au repos ou en écoulement.

Etre capable de déterminer les efforts exercés par un fluide au repos ou fluide parfait en écoulement

#### Sommaire :

- Principes généraux de mécanique des fluides
- Propriétés des fluides.
- Statique des fluides.
- Cinématique, dynamique des fluides parfaits.
- Théorème des quantités de mouvement.

### Transfert thermique

3A. S5/34h

#### Objectifs :

Comprendre et expliquer :

- la notion de transfert thermique et les modes de transferts possibles,
- ce qu'est un bilan d'énergie thermique sur un volume de contrôle,
- les mécanismes mis en jeu lors de la conduction, la convection et le rayonnement ainsi que les équations de base associées.

Etre capable de :

- calculer les échanges thermiques mis en jeu dans des cas simples de conduction, convection, et rayonnement,
- comprendre la littérature scientifique pour des cas plus complexes de transferts thermiques

#### Sommaire :

- Différents modes de transferts thermiques.
- Bilan d'énergie thermique,
- Conduction en régime stationnaire (loi de Fourier, équation de diffusion de l'énergie thermique, notion de résistance thermique, transfert thermique amélioré par l'utilisation d'ailettes).
- Conduction externe (loi de Newton, principales corrélations pour le nombre de Nusselt en conduction forcée)
- Rayonnement (principales lois, corps noirs et gris, facteurs de formes)...

### A3GMSH11

#### Anglais

3A. S5/35h

Les cours d'anglais sont suivis durant les trois ans à raison d'une demi-journée par semaine. En fin de formation, un stage intensif d'une semaine conclut la formation.

**Objectifs :**

Au cours des trois ans : acquérir la maîtrise des modes de réflexion et d'analyse à mettre en œuvre pour réussir le TOEIC, acquérir le lexique spécifique au TOEIC.

**Sommaire :**

Etre capable de présenter la société dans laquelle on travaille, être capable de mener un échange téléphonique, de rédiger un CV et une lettre de motivation et un mail, être capable de participer à un entretien de recrutement, de comprendre un article de vulgarisation scientifique dans le domaine du Génie Mécanique et d'identifier le vocabulaire spécifique au domaine.

**Expression et recherche documentaire**

3A. S5/29h

**Objectifs :**

Savoir rédiger un rapport professionnel, comprendre et appliquer les consignes pour le rapport d'activité, le rapport thématique et le projet de fin d'étude. Mener un oral.

Acquérir les principes méthodologiques de la recherche documentaire. Connaître les sources et l'offre d'information. Savoir rechercher des informations, adopter une démarche critique. Savoir gérer la bibliographie. Savoir gérer les questions de droit.

**Sommaire :**

- Rédaction du rapport d'activité, du rapport thématique et du projet de fin d'étude. Utilisation des outils de communication orale.
- Découverte et manipulation du catalogue archipel / SUDOC / TI / SAGAWEB / Kompass / Pascal / science direct.
- Présentation des points d'entrée pour les autres banques de données. Rédaction d'une bibliographie. Les principes de la recherche documentaire. Qualité de l'information, web. Droit, plagiat et citation. Outils de veille.

**A3GMEN11****Parcours Professionnel Individualisé (PPI)**

3A. S5/12.5h

**Objectifs :**

L'accompagnement professionnel a pour objectifs de permettre à l'apprenti :

- De devenir un élève-ingénieur et de réussir son intégration à l'INSA,
- D'inscrire son parcours d'études dans une démarche responsable,
- De se reconnaître professionnel et de grandir en confiance dans une logique d'autonomie,
- De mieux se connaître pour clarifier ses motivations, et d'argumenter ses choix professionnels,
- De construire un projet professionnel ambitieux et enrichir son réseau professionnel,
- D'approfondir sa connaissance des entreprises, des domaines d'activités, des fonctions et métiers d'ingénieurs pour évaluer la cohérence de son parcours,
- De s'entraîner et s'enrichir des expériences professionnelles de ses pairs et d'envisager avec succès son parcours INSA et sa trajectoire professionnelle.

Pour cela, l'équipe du « PPI » accompagne spécifiquement chaque apprenti tout au long de son parcours à l'INSA.

**Activité métier interne**

3A. S5/

**Objectifs :**

Le but est d'analyser et décrire les métiers de l'entreprise. Cette étude doit permettre de comprendre les secteurs d'activité, les clients et le type d'opérations conduites par l'entreprise. En plus de cette étude, l'alternant doit être en mesure de se positionner et d'identifier les postes et les collaborateurs avec qui il devra travailler. Ensuite il analysera poste par poste et devra préciser les niveaux d'études, les compétences que chacun d'eux. L'objectif est d'aider l'alternant à se positionner dans l'organigramme de la société.

**A3GMSD11****Systèmes dynamiques 2**

3A. S6/30h

**Objectifs :**

Comprendre et expliquer les bases nécessaires sur les signaux et les systèmes linéaires.  
Modéliser le comportement dynamique des systèmes linéaires mécaniques, hydrauliques, électriques, thermiques... et prédire leurs performances dynamiques dans le domaine temporel et fréquentiel.

**Sommaire :**

Notions fondamentales sur les signaux et les systèmes.  
Fonctions de transfert des systèmes linéaires invariants en temps.  
Les systèmes de base (1er ordre et 1er ordre généralisé, 2ème ordre et 2ème ordre généralisé et à retard).  
Lieu de transfert dans les plans de Bode et Nichols et tracé asymptotique dans le plan de Bode.  
Introduction à la représentation d'état...

**Production**

3A. S6/31h

**Objectifs :**

Comprendre et expliquer les méthodes et la mise en œuvre de l'usinage CN et la FAO à partir d'une définition numérique ainsi que les méthodes de contrôle.  
Elaborer une gamme d'usinage d'une pièce et le programme CN ISO, manuellement ou en FAO. D'élaborer une gamme de contrôle MMT ou de concevoir un montage de contrôle.

**Sommaire :**

Langage ISO CN, FAO avec ProwildFire, réalisation de pièces sur Mo CN.  
Le contrôle qualité : Métrologie, montage de contrôle, gamme et méthode de mesure et de contrôle, les matériels associés.

**A3GMCM11**

**Eco Conception et Innovation**

3A. S6/44h

**Objectifs :**

Savoir mettre en œuvre une démarche d'éco-conception selon la norme française.

**Sommaire :**

Eco-conception : ACV et auto-déclaration environnementale  
Développement d'un projet de conception à caractère industriel

**Théorie des mécanismes /puissance**

3A. S6/28h

**Objectifs :**

Comprendre et expliquer le fonctionnement des engrenages et des joints de transmission mécanique de puissance.

**Sommaire :**

Engrenages : position du problème, génération des dentures, profil en développante de cercle, correction de denture, applications aux engrenages à axes parallèles à denture droite et hélicoïdale, calcul des composantes d'engrènement...

**A3GMCA11**

**Eléments-Finis**

3A. S6/30h

**Objectifs :**

Comprendre les fondements de la méthode des éléments finis appliquée au dimensionnement des structures dans le domaine linéaire et expliquer les précautions à prendre pour obtenir des résultats fiables.

### Sommaire :

Projet d'analyse de la tenue d'une pièce mécanique simple soumise à un chargement statique ou dynamique en utilisant un code de calcul industriel.

- Techniques de maillage : maillages libres et réglés.
- Application des conditions aux limites.
- Analyse des propriétés physiques associées aux éléments. Evaluation de la précision des modèles.
- Analyse des résultats.

### Analyse numérique

3A. S6/22h

### Objectifs :

Acquérir les outils élémentaires d'analyse numérique et maîtriser l'utilisation d'un langage de programmation (Python). Acquérir les outils de simulation numérique des problèmes d'équations aux dérivées partielles et maîtriser leur utilisation pour traiter plusieurs exemples en situation réelle.

Comprendre et expliquer la problématique liée à l'utilisation d'un ordinateur dans le calcul numérique.

### Sommaire :

Arithmétique des ordinateurs et erreurs d'arrondis,  
Interpolation et approximation des fonctions,  
Intégration numérique,  
Résolution des équations non linéaires et des systèmes d'équations linéaires.

### Thermodynamique

3A. S6/20h

### Objectifs :

- Comprendre et expliquer la signification, l'intérêt et les domaines d'application des principales fonctions thermodynamiques (énergie interne, enthalpie, entropie et enthalpie libre).
- Expliquer le fonctionnement des machines thermodynamiques (installation motrice, groupe à froid, pompe à chaleur), en s'appuyant sur les deux principes de la thermodynamique et sur les équilibres entre phases.

### Sommaire :

Notions fondamentales de thermodynamique (notion de systèmes, évolutions d'un système, l'outil mathématique en thermodynamique, le modèle du gaz parfait).  
Travail et chaleur. Le premier principe et l'énergie interne.  
La fonction enthalpie et les systèmes ouverts en écoulement stationnaire.  
La fonction entropie et le principe d'évolution des systèmes.  
Les grandeurs de réactions. Equilibres physiques du corps pur (fonction enthalpie libre, diagramme de phases, fluides réels).  
Les machines thermodynamiques (diagramme enthalpique et diagramme entropique, les machines motrices et les machines réceptrices).

### A3GMSH21

#### Anglais

3A. S5/35h

Les cours d'anglais sont suivis durant les trois ans à raison d'une demi-journée par semaine. En fin de formation, un stage intensif d'une semaine conclut la formation.

### Objectifs :

Au cours des trois ans : acquérir la maîtrise des modes de réflexion et d'analyse à mettre en oeuvre pour réussir le TOEIC, acquérir le lexique spécifique au TOEIC.

### Sommaire :

Etre capable de présenter la société dans laquelle on travaille, être capable de mener un échange téléphonique, de rédiger un CV et une lettre de motivation et un mail, être capable de participer à un entretien de recrutement, de comprendre un article de vulgarisation scientifique dans le domaine du Génie Mécanique et d'identifier le vocabulaire

spécifique au domaine.

### Gestion SIMGEST

3A. S5/26h

#### Objectifs :

Comprendre les fondamentaux de la comptabilité financière (générale et analytique).

Vérifier l'interdépendance des fonctions de l'entreprise à travers la prise de décisions et l'analyse de résultats.

#### Sommaire :

En gestion, les fondamentaux de gestion comptable et financière sont abordés dans un premier temps en e-Learning puis, l'utilisation du logiciel « Simgest » permet de mettre en pratique les concepts utiles à la réalisation des états financiers, le calcul des coûts et des stocks. Simulation de 3 années de vie de l'entreprise (prise de décisions en matière de production, de finances, de marketing, de GRH).

Compte rendu d'activités en oral transversal gestion/communication (en équipe).

### A3GMEN12

#### Parcours Professionnel Individualisé (PPI)

3A. S6/7.5h

#### Objectifs :

L'accompagnement professionnel a pour objectifs de permettre à l'apprenti :

- De devenir un élève-ingénieur et de réussir son intégration à l'INSA,
- D'inscrire son parcours d'études dans une démarche responsable,
- De se reconnaître professionnel et de grandir en confiance dans une logique d'autonomie,
- De mieux se connaître pour clarifier ses motivations, et d'argumenter ses choix professionnels,
- De construire un projet professionnel ambitieux et enrichir son réseau professionnel,
- D'approfondir sa connaissance des entreprises, des domaines d'activités, des fonctions et métiers d'ingénieurs pour évaluer la cohérence de son parcours,
- De s'entraîner et s'enrichir des expériences professionnelles de ses pairs et d'envisager avec succès son parcours INSA et sa trajectoire professionnelle.
- Pour cela, l'équipe du « PPI » accompagne spécifiquement chaque apprenti tout au long de son parcours à l'INSA.

#### Activité métier interne

3A. S6/

#### Objectifs :

En accord avec l'intervenant de QSE, l'alternant doit étudier le processus de QSE et comprendre comment il est régi au sein de son entreprise. Ainsi, à partir d'études de cas concrets, l'alternant doit être en mesure de décrire d'analyser des situations de non-conformité et les processus qui sont mis en place pour y remédier....

### A3GMEN22

#### Qualité, Sécurité, Environnement

3A. S6/10h

#### Objectifs :

A la fin de ce module, l'apprenti devra avoir compris et pourra expliquer l'intérêt, les principes et les enjeux d'une démarche qualité, de la santé et de la sécurité au travail, et de la stratégie environnementale en entreprise.

#### Sommaire :

Management de la qualité

Gestion de la sécurité

Principes de l'Analyse de Cycle de Vie

Analyse de l'activité QSE de l'entreprise ou du service d'affectation avec propositions d'améliorations

## 1.2 La formation en 4<sup>ème</sup> année Génie Mécanique par apprentissage

### A4GMSI11

#### Calcul éléments finis

4A. S7/46h

#### Objectifs :

L'apprenti devra avoir compris et pourra expliquer les modalités et les principes d'une analyse par éléments finis menée sur un cas d'étude industriel, à partir d'un code éléments finis de référence.

#### Sommaire :

L'apprenti devra être capable de :

- développer une étude pratique sur un cas concret.
- identifier les fonctionnalités offertes par ces outils numériques, les potentialités et les risques associées.

### Vibrations 1

4A. S7/36h

#### Objectifs :

Le cours de vibrations a pour objectif d'expliquer les notions de base de la mécanique vibratoire. On s'intéressera plus particulièrement à des modèles discrets à paramètres localisés (systèmes masse-ressort) et des modèles continus 1D.

#### Sommaire :

- Elaborer un modèle dynamique linéaire d'une structure mécanique : modèle à paramètres localisés pour une structure à éléments discrets, ou modèle à paramètres répartis pour une structure continue.
- Déterminer les vibrations de ces structures sous l'effet d'excitations transitoires ou permanentes.

### A4GMTM11

#### Transmission mécanique de puissance

4A. S7/41h

#### Objectifs :

Analyser un cahier des charges d'un projet industriel, de concevoir le système mécanique et d'établir la notice de calcul associée, de communiquer leur solution avec l'appui d'une maquette numérique.

#### Sommaire :

- dimensionnement d'un système mécanique préchargé
- analyse et synthèse de la transmission mécanique de puissance à partir d'un projet de mécanismes

### Electrotechnique

4A. S7/36h

#### Objectifs :

Comprendre et expliquer les principaux concepts concernant le transport et la transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique.

Calculer des puissances en DC et AC, de champs magnétiques dans des circuits magnétiques simples, les efforts de Laplace dans machines électriques.

#### Sommaire :

Les domaines abordés sont :

- les notions sur la production et la distribution de l'énergie électrique: réseau haute, moyenne, basse tension.
- les courant continu et alternatif (mono et triphasé).
- Transformateur.



- Puissance électrique et le relèvement du facteur de puissance.
- Principe de fonctionnement des machines électriques (moteurs synchrone et asynchrone).
- Norme de Sécurité.

#### A4GMIM11

##### Mécatronique

4A. S7/37h

##### Objectifs :

Comprendre et expliquer :

- Les étapes de dimensionnement d'une association moteur électrique-réducteur.
- La simulation de système multicorps.
- La définition et le réglage d'une suspension de véhicule.

##### Sommaire :

Partant d'un cahier des charges, mettre en place une démarche de conception d'un système multi-physique articulée autour des étapes suivantes :

- Dimensionnement d'un cas d'étude (moteur roue, drone...)
- Évaluation sur un parcours typique de trajectoire
- Conception d'une action électro-mécanique adaptée à la nouvelle technologie

##### Innovation et PI

4A. S7/25h

##### Objectifs :

Comprendre et expliquer :

- Les principaux repères en matière de propriété industrielle
- Le rôle de la propriété industrielle dans la démarche recherche et développement et le processus d'innovation
- La terminologie, les notions de base du droit des brevets

##### Sommaire :

- Initiation à la propriété industrielle dans le processus d'innovation
- Le Brevet et la lecture d'un brevet
- La propriété industrielle, source d'information (Projet)
- Protéger une innovation et développer des partenariats (Jeu de simulation)

#### A4GMSH11

##### Anglais

4A. S7/25h

##### Objectifs :

Maîtriser les spécificités de l'anglais professionnel, dans son domaine de spécialités.

Acquérir les compétences attendues au TOEIC

##### Sommaire :

- Entraînement au TOEIC : grammaire, compréhension écrite et orale
- Jeux de rôle sur des activités en lien avec le domaine professionnel :
  - Activités orales : conduite de réunion, présentation technique, présentation de réponse à appel d'offres
  - Activités écrites : rédaction de documents techniques (comptes rendus de réunions, suivi de projet...)

##### Interculturalité

4A. S7/21h

##### Objectifs :

Acquérir les fondamentaux sur :

- Les principes de bases de l'interculturel
- Les facteurs qui déterminent une culture
- La dimension « culturelle » dans le management international
- Les obstacles à la communication
- Information comparative sur les nations majeures anglophones

**Sommaire :**

- Définir l'interculturalité et pourquoi il est important d'avoir des connaissances interculturelles.
- Les facteurs qui déterminent une culture (facteurs sociaux, linguistiques et historiques)
- Les principes culturels dans le management et les différents styles adoptés par des anglophones
- les différences entre les cultures anglophones et « latins » en affaires

**Conduite de réunion**

4A. S7/14h

**Objectifs :**

- Animer efficacement des réunions dans le cadre d'une fonction d'encadrement d'équipe.
- Définir un objectif et un plan d'animation de réunion.
- Mettre en œuvre sa méthodologie personnalisée afin d'optimiser son savoir-faire et son savoir-être.
- Exercer la double fonction de l'animateur de conduite et de régulation de la dynamique de groupe.
- Rédiger des supports visuels, écrits et comptes-rendus en utilisant des techniques variées.

**Sommaire :**

Mise en situation par groupes de travail sur les thèmes suivants :

- Les différents types de réunions.
- Les rôles de l'animateur.
- Les différents temps d'une réunion.
- Les méthodologies de mises en œuvre.
- Les principes de la communication interpersonnelle
- Les règles d'or de la participation d'un groupe.
- La gestion du stress et des émotions en animation de réunion.
- Les synthèses écrites.

**A4GMEN11**

**Activité métier interne**

4A. S7/

**Objectifs :**

L'apprenti devra être capable de :

- s'intégrer et s'adapter au projet de l'entreprise
- s'impliquer dans le travail (initiatives, approfondissement)
- résoudre des problèmes industriels ouverts
- apprendre par lui-même.

**Sommaire :**

- Mise en œuvre d'un projet interdisciplinaire au sein de l'entreprise

**A4GMEN21**

**Projet innovation et créativité**

4A. S7/10h

**Objectifs :**

L'apprenti devra être capable de définir un projet innovant dans un contexte économique et industriel

### Sommaire :

Au-delà de la réalisation technique, l'apprenti devra aussi être capable de définir les caractéristiques d'un projet et les enjeux de la gestion d'un nouveau projet. Il devra mettre en pratique l'utilisation de la propriété industrielle comme outil stratégique pour une entreprise innovante.

### A4GMMF11

#### Mécanique des fluides

4A. S8/35h

#### Objectifs :

L'apprenti devra être capable d'aborder un phénomène dans lequel interviennent des fluides réels (visqueux). Il devra également exploiter un code de calcul de fluide numérique comme Ansys-Fluent.

#### Sommaire :

- Influence de la viscosité
- Equations de Navier-Stokes
- Analyse dimensionnelle et similitude des écoulements
- Couches limites laminaire et turbulente
- Efforts sur les corps immergés dans un écoulement
- Ecoulement dans les conduites en charge.

#### Transfert thermique

4A. S8/33h

#### Objectifs :

Définir et expliquer des phénomènes de conduction instationnaire, de convection interne ou dans des configurations externes complexes, ainsi que les phénomènes d'évaporation et de sublimation.

#### Sommaire :

- Conduction instationnaire
- Compléments de convection externe (batteries de tubes, jets impactants, transfert de masse et évaporation)
- Convection en écoulement interne.

### A4GMAV11

#### Analyse Vibratoire 2

4A. S8/22h

#### Objectifs :

Modéliser les vibrations des structures, discrètes ou continues, dans le cadre linéaire et non linéaire.

#### Sommaire :

Mettre en œuvre les principales techniques expérimentales de contrôle vibratoire

#### Fiabilité et plan d'expériences

4A. S8/13h

#### Objectifs :

Appliquer à des cas d'étude concrets les notions de base de la fiabilité et des plans d'expérience.

#### Sommaire :

Introduction aux différents types de plans d'expérience (plan factoriel complet, plan fractionnaire).  
Domaine d'application à des cas d'études industriels

### Métrologie 3D

4A. S8/13h

**Objectifs :**

Inventorier les technologies de mesure 3D et les mettre en perspective les unes par rapport aux autres pour aider à choisir le moyen le plus adapté à contrôler la conformité d'une pièce ou d'un ensemble de pièces.

**Sommaire :**

- analyser les spécifications géométriques du produit respectant la cotation ISO,
- concevoir une gamme de mesurage sur une machine à mesurer 3D avec ou sans contact (MMT, scanner...),
- appliquer une méthodologie de mesurage 3D.

**A4GMTH11****Transmission hydraulique**

4A. S8/20h

**Objectifs :**

L'apprenti devra être capable de :

- aborder un phénomène dans lequel interviennent des fluides réels (visqueux).
- concevoir un composant hydraulique (approche concepteur),
- définir une architecture de système hydraulique (approche intégrateur),

**Sommaire :**

Le module est dispensé essentiellement sous forme de projet à partir d'une application d'actualité (automobile, aéronautique ou industrie). Une première partie est dédiée à l'analyse technique et la conception de composants hydrauliques (pompes, moteurs, vérins et organes de distribution). Une deuxième partie se concentre sur l'analyse et la synthèse des systèmes hydrauliques : élaboration d'une architecture de génération distribution - transformation de puissance hydraulique, dimensionnement et sélection des divers constituants, validation des performances par simulation.

**Combustion**

4A. S8/30h

**Objectifs :**

L'apprenti devra être capable de déterminer la température atteinte par les gaz brûlés ainsi que l'énergie libérée dans un problème technique où intervient le phénomène de combustion

**Sommaire :**

- Identification des équations de la combustion, stoechiométrie et combustions réelles.
- Diagramme de combustion et les pouvoirs calorifiques
- Deuxième principe de la thermodynamique avec l'étude du rendement de la combustion.
- Combustion dans les moteurs thermiques

**A4GMSH21****Anglais**

4A. S8/28h

**Objectifs :**

- Identifier les spécificités de l'anglais professionnel, dans son domaine de spécialités ainsi que les spécificités du monde de l'ingénieur britannique
- Développer les compétences attendues au TOEIC

**Sommaire :**

- Communiquer oralement et par écrit sur des sujets en lien avec son domaine de spécialité
- rendre compte de l'organisation de la profession d'ingénieur au Royaume -Uni
- Comprendre des documents écrits et oraux traitant de sujets professionnels (TOEIC)

### Droit des affaires

4A. S8/14h

#### Objectifs :

Etablir les bases et les concepts du droit des affaires, en s'intéressant aux :

- structures juridiques d'entreprise
- principaux contrats et institutions de la vie des affaires

#### Sommaire :

- Rédiger un contrat en tenant comptes des règles juridiques en vigueur
- Evaluer juridiquement la valeur d'un contrat

### Gestion économique et financière

4A. S8/18h

#### Objectifs :

Découvrir les concepts de l'analyse financière (ratios de rentabilité, ratios d'endettement, besoin en fonds de roulement, trésorerie) ainsi que les concepts utiles pour négocier les financements avec des banques ou des investisseurs actionnaires (ratios, taux, dividendes...).

#### Sommaire :

- Conduire une analyse financière selon l'approche « activité/rentabilité/structure financière »
- Identifier les paramètres clés d'un projet facilitant sa réussite économique
- Défendre les aspects financiers d'un projet devant un comité ou une commission

### A4GMEN12

#### Activité métier interne

4A. S8/

#### Objectifs :

L'apprenti devra être capable de s'impliquer dans le projet de l'entreprise en satisfaisant plusieurs items :

- résoudre des problèmes industriels ouverts
- planifier et gérer son travail
- travailler en équipe
- s'ouvrir vers d'autres domaines technologiques.

#### Sommaire :

Mise en œuvre d'un projet impliquant plusieurs services ou différents partenaires (internes ou externes à l'entreprise)

### PPI

4A. S8/10h

#### Objectifs :

Approfondir sa connaissance des entreprises, des domaines d'activités, des fonctions et métiers d'ingénieurs pour évaluer la cohérence de son parcours,

#### Sommaire :

- Se reconnaître comme professionnel et de grandir en confiance dans une logique d'autonomie
- S'entraîner et s'enrichir des expériences professionnelles de ses pairs,

### A4GMEN22

#### Comptabilité et analyse financière

4A. S8/10h

**Objectifs :**

Appliquer les concepts de l'analyse financière à un cas d'étude

**Sommaire :**

- Chiffrage d'un projet, d'un produit ou d'un service
- établir un amortissement et évaluer la rentabilité du projet (gestion économique et ressources humaines)

### 1.3 La formation en 5<sup>ème</sup> année Génie Mécanique par apprentissage

#### I5GMMX91

##### Matériaux composites et projet

5A. S9/46h

**Objectifs :**

Etre capable de faire des dimensionnements simples de structures composites et de pouvoir choisir un couple matériaux/procédés pour une application donnée.

**Sommaire :**

La formation porte à la fois sur les aspects théoriques basiques (théorie des stratifiés) et les aspects technologiques. Un Le contenu traite des aspects théoriques basiques et des problématiques avancées de rupture et d'endommagement. Il est complété par une présentation sur les aspects technologiques.

#### I5GMTH91

##### Machines thermiques

5A. S9/38h

**Objectifs :**

A la fin de ce module, l'apprenti devra avoir compris et pourra expliquer le fonctionnement des machines thermiques et il devra être capable de dimensionner et optimiser les machines thermiques classiques.

**Sommaire :**

- Rappels et compléments appropriés de thermodynamique pour aborder le fonctionnement de machines thermiques variées :
- machines à flux continu de masse (compresseurs, turbines...),
- machines à vapeurs condensables (machines à vapeur, machines frigorifiques...),
- Chercher à dimensionner et optimiser les machines thermiques d'un point de vue du rendement énergétique.

#### I5GMSY91

##### Systemes

5A. S9/30h

**Objectifs :**

L'apprenti devra être capable d'élaborer, exploiter et analyser des modèles globaux de systèmes de transmission d'énergie pluridisciplinaires.

**Sommaire :**

Cet enseignement permet d'acquérir des compétences en modélisation et simulation système, à partir d'une méthodologie générique, basée sur le formalisme Bond-Graph. Une approche progressive permet à l'apprenti de s'approprier l'unification multi-domaine, la structuration et l'analyse des modèles à paramètres localisés, l'adaptation des modèles aux outils CAO de simulation, le lien avec les modèles à paramètres distribués et enfin les approches inverses. Les applications portent sur des sujets industriels d'actualité, traités avec les logiciels Matlab et AMESim.

#### I5GMOP91

### Modules optionnels

5A. S9/120h

#### Objectifs :

L'unité de Formation est décomposée en 3 modules indépendants de 30h chacun choisis par les apprentis parmi une liste de modules actualisée chaque année. Les modules proposés permettent aux apprentis de développer leur sensibilité à la recherche ou d'approfondir des thématiques du génie mécanique.

#### Sommaire :

Les modules optionnels de spécialité Génie Mécanique concernent :

- la gestion de production, maintenance, modélisation des flux
- gestion de configuration, techniques spéciales
- mécanique des fluides compressibles, microfluidique, turbo machines
- machines et systèmes hydrauliques
- mécanique non-linéaire en EF, conception optimale, fatigue multi axiale

### I5GMCA91

#### Contrôle non destructif (CND)

5A. S9/20h

#### Objectifs :

Connaître les principales techniques de CND ainsi que leurs avantages et inconvénients, afin d'être capable de choisir la méthode de contrôle la mieux adaptée à un problème industriel donné ainsi que sa mise en œuvre dans un cadre normalisé.

#### Sommaire :

Analyse des phénomènes mis en jeu au cours du fluage et connaissances des paramètres influençant la résistance au fluage. Appliquer des modèles théoriques de base pour calculer la durée de vie en fluage d'une pièce. Connaître les grandes familles d'alliages résistants au fluage à haute température.

Ce travail sous forme de projet est réalisé en anglais technique.

### Anglais

5A. S9/29h

#### Objectifs :

Etre capable de structurer son propos, de s'exprimer dans une langue correcte et dans style concis et précis tout en respectant les conventions de genre ; de maîtriser le vocabulaire spécialisé ; d'utiliser un registre adapté et de citer ses sources en étant conforme aux standards internationaux.

#### Sommaire :

Ce travail est au projet CND et permet de s'approprier de compétences en anglais technique.

### I5CCGE21

#### APS

5A. S9/20h

#### Objectifs :

L'apprenti devra être capable d'agir dans un milieu naturel : analyser, décider, agir ; mettre en œuvre la sécurité, utiliser du matériel spécifique, découvrir un site.

#### Sommaire :

- stage de pleine nature délocalisé en APS
- Prendre part fortement aux activités individuelles et collectives

## PPI

5A. S9/15h

### Objectifs :

L'apprenti devra être capable de valider son projet professionnel et construire une stratégie pour trouver un emploi professionnel.

### Sommaire :

- Echanges avec des professionnels d'entreprises partenaires de l'accompagnement professionnel des apprentis.
- Repérer et comprendre des informations RH.
- Evaluer la cohérence du projet professionnel et s'entraîner aux situations de recrutement.

## Management d'équipe

5A. S9/ 15h

### Objectifs :

Avoir compris et pouvoir expliquer les principaux concepts pour :

- Analyser des situations de groupe avec des concepts issus de la psychologie sociale
- Identifier les dimensions éthiques de ces situations et prendre position
- Repérer et comprendre des informations RH
- Analyser une situation RH en référence à un cadre théorique
- Formuler et argumenter des solutions RH
- Agir dans un milieu naturel : analyser, décider, agir ; mettre en œuvre la sécurité, utiliser du matériel spécifique. découvrir un site.
- Respecter et s'intégrer dans un environnement différent de ses habitudes
- S'engager avec cohérence dans le projet d'activités
- Prendre part activement au collectif
- Valider son projet professionnel et construire une stratégie pour trouver un emploi

### Sommaire :

Notion de groupe, processus de décision, conflits, autorité, minorités actives, influences.

Analyse des emplois, recrutement et GPEC, motivation au travail, rémunération, appréciation des salariés, formation, gestion des carrières, relations professionnelles, flexibilité des RH et contrats de travail.

Echanges avec des professionnels d'entreprises partenaires de l'accompagnement professionnel des apprentis.

## Psychologie sociale et éthique

5A. S9/ 15h

### Objectifs :

Comprendre et expliquer les principaux concepts du comportement individuel et collectif :

- Respecter et s'intégrer dans un environnement différent de ses habitudes
- S'engager avec cohérence dans le projet d'activités
- Analyser des situations de groupe avec des concepts issus de la psychologie sociale

### Sommaire :

Cours, études de cas, exposés, jeux de rôles, mises en situation, dynamiques individuelles et collectives, entretiens de simulation de recrutement professionnel, grilles de lecture, stage de pleine nature délocalisé en APS.

## A5GMEN21

### Activité métier interne

5A. S9/

### Objectifs :

Préparer l'organisation du Projet de Fin d'Etudes (PFE)





**Sommaire :**

- Rapport de PFE

**Préparation spécifique au TOEIC**

5A. S9/ 10h

**Objectifs :**

Consolider le niveau d'anglais et se préparer au test TOEIC

**Sommaire :**

- Test TOEIC

**A5GMEN12**

**Projet de fin d'études**

5A. S10/

**Objectifs :**

Développer l'autonomie et la responsabilité de l'apprenti, à créer une dynamique de groupe et l'esprit d'un travail collectif en mettant en pratique les enseignements reçus. Permettre ainsi à l'apprenti d'affirmer leurs savoir-faire et à considérer leurs compétences.

**Sommaire :**

- Rapport de PFE

## 1. Liste synthétique des Unités d'Enseignement

1ère année apprentissage

Unité de Formation S5 académique	Code UF	Heures	ECTS		Contenu
			Eval entreprise	Eval Académique	
Mathématiques et matériaux	A3GMMA11	72.5		4	Mathématique (35h) Matériaux (27.5h) (*) TICE (10h)
Mécanique	A3GMME11	85		5	Résistance des matériaux 1 (25h) MMC (15h) Systèmes dynamiques 1 (35h) TICE (10h)
Mécanique des fluides et transferts thermiques 1	A3GMFT11	75		5	Mécanique des fluides (31h) Transfert thermique (34h) TICE (10h)
Sciences humaines	A3GMSH11	63.75		4	Anglais (35h) Expression et recherche documentaire (28.75h)
Unité de Formation S5 entreprise					
Activité en entreprise 1	A3GMEN11	12.5	6		Parcours Professionnel Individualisé (12.5h) Activité métier interne
Activité en entreprise 2	A3GMEN21		6		L'entreprise et ses métiers Rapport thématique
(*) Modules InnovENT-E	Total S5	308.75	12	18	
			30		

Unité de Formation S6 académique	Code UF	Heures	ECTS		Contenu
			Eval entreprise	Eval Académique	
Systèmes dynamiques et fabrication	A3GMSD11	71		4	Systèmes dynamiques 2 (30h) Production (31h) TICE (10h)
Conception mécanique	A3GMCM11	81		5	Eco Conception et Innovation (43.5h) (*) Théorie des mécanismes /puissance (27.5h) TICE (10h)
Calcul numérique	A3GMCA11	81.5		5	Eléments-Finis (29.5h) Analyse numérique (22h) Thermodynamique (20h) TICE (10h)
Sciences humaines	A3GMSH21	61.25		4	Anglais (35h) Gestion SIMGEST (26.25h)
Unité de Formation S6 entreprise					
Activité en entreprise 3	A3GMEN12	17.5	6		Parcours Professionnel Individualisé (7.5h) Activité métier interne Rapport d'activité Suivi tuteurs pédagogiques (10h)
Activité en entreprise 4	A3GMEN22	10	6		Qualité, Sécurité, Environnement (10h) Rapport thématique
(*) Modules InnovENT-E	Total S6	322.25	12	18	
			30		

2ème année apprentissage

Unité de Formation S7 académique	Code UF	Heures	ECTS		Contenu
			Eval entreprise	Eval Académique	
Sciences pour l'ingénieur 1	A4GMSI11	81.5		5	Calcul éléments finis (45.5h) Vibrations 1 (36h) TICE (10h)
Transmission mécanique	A4GMTM11	76.5		5	Transmission mécanique de puissance (41h) Electrotechnique (35.5h)
Innovation et Mécatronique	A4GMIM11	61.25		4	Mécatronique (36.75h) Innovation et PI (24.5h) (*)
Communiquer dans les organisations	A4GMSH11	59.5		4	Anglais (24.5h) Interculturalité : travailler dans les pays anglophones (21h) (*) Conduite de réunion (14h)
Unité de Formation S7 entreprise					
Activité en entreprise 5	A4GMEN11		6		Activité métier interne
Activité en entreprise 6	A4GMEN21	10.5	6		Projet innovation et créativité (*) (10.5h) Rapport thématique
	<b>Total S7</b>	<b>289.25</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>TOTAL (284h)</b>
			30		

Unité de Formation S8 académique	Code UF	Heures	ECTS		Contenu
			Eval entreprise	Eval Académique	
Mécanique des fluides et transferts thermiques 2	A4GMMF11	77.5		5	Mécanique des fluides réels (34.5h) Transferts thermiques (33h) TICE (10h)
Vibration mécanique et Contrôle qualité	A4GMAV11	58.5		5	Analyse Vibratoire 2 (22h) Fiabilité et plan d'expériences (13h) Métrologie 3D (13.5h) TICE (10h)
Machines hydrauliques et Thermiques	A4GMTH11	60		4	Transmission hydraulique (20h) Combustion (30h) TICE (10h)
Développer ses aptitudes managériales	A4GMSH21	59.5		4	Anglais (28h) Droit des affaires (14h) Gestion économique et financière (17.5h)
Unité de Formation S8 entreprise					
Activité en entreprise 7	A4GMEN12	40	6		Activité métier interne Rapport d'activité Parcours Professionnel Individualisé (30h) Suivi tuteurs pédagogiques (10h)
Activité en entreprise 8	A4GMEN22	10.5	6		Comptabilité et analyse financière (10h) Rapport thématique
	<b>Total S8</b>	<b>306</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>TOTAL (281h)</b>
			30		

3ème année apprentissage

Unité de Formation S9 académique	Code UF	Heures	ECTS		Contenu
			Eval entreprise	Eval Académique	
Matériaux composites et projet d'application	I5GMMX91	51.25		3	Matériaux composites et projet (46.25h) TICE (5h)
Machines thermiques	I5GMTH91	38.25		3	Machines thermiques (37.5h)
Modélisation et simulation systèmes	I5GMSY91	29.25		3	Systèmes (30h) TICE (5h)
Modules optionnels	I5GMOP92	120		7	Modules optionnels
CND et Anglais	I5GMCA91	20.25		4	CND (20.25h) Anglais (29h)
Relations humaines et professionnelles, éthique	I5CCGE21	65		6	APS (20h) PPI (15h) Management d'équipe (15h) Psychologie sociale et éthique (15h)
Unité de Formation S9 entreprise					
Activité en entreprise 9	A5GMEN21	35		4	Activité métier interne Préparation spécifique au TOEIC Tuteurs pédagogiques (10h)
	<b>Total S9</b>	<b>324</b>		<b>30</b>	
			<b>30</b>		

Unité de Formation S10 académique	Code UF	Heures	ECTS		Contenu
			Eval entreprise	Eval Académique	
Unité de Formation S10 entreprise					
Stage en entreprise	A5GMEN12	10			Tuteurs pédagogiques (10h)
			15	15	Projet de fin d'études
	<b>Total S10</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	
			<b>30</b>		

## 2. Fiches d'évaluation en entreprise

### FICHE EVALUATION SEM. 5 et 6 /3<sup>e</sup> ANNEE

Niveaux d'évaluation	Non évalué	insuffisant	à améliorer	Conforme aux attentes	Au delà des attentes
	0	1	2	3	4
<b>INSA - Compétences vie en entreprise</b>	0	1	2	3	4
Intégration et communication dans les services de l'entreprise					
Ponctualité, assiduité et adaptabilité					
Organisation des tâches et du travail à rendre					
Sens de l'initiative et esprit d'analyse					
<b>INSA - Compétences scientifiques et techniques</b>	0	1	2	3	4
Connaissance des techniques de base.					
Appropriation des procédés liés à l'activité de l'entreprise et à ses métiers.					
Application des procédures internes (respect du règlement interne, respect des démarches liées aux activités du métier...)					
Niveau d'investissement et de motivation dans le cadre de la découverte de l'entreprise et des métiers.					
<b>INSA - Compétences spécifiques métier</b>	0	1	2	3	4
Critère 1	4 critères libres fixés lors de l'entretien annuel et valables sur l'année et évalués par les niveaux de 0 à 4				
Critère 2					
Critère 3					
Critère 4					
<b>INSA - Validation de l'Unité d'Enseignement</b>	Oui		Non		
<u>Observations points forts</u>					
<u>Observations points d'amélioration</u>					

**FICHE EVALUATION SEM. 7 et 8 /4<sup>e</sup> ANNEE**

		<i>Niveaux d'évaluation</i>				
		<i>Non évalué</i>	<i>insuffisant</i>	<i>à améliorer</i>	<i>Conforme aux attentes</i>	<i>Au delà des attentes</i>
<b>INSA - Compétences vie en entreprise</b>		0	1	2	3	4
	Adaptation et intégration d'une équipe restreinte de production					
	Analyse et investissement dans les études proposées					
	Participation et interaction lors de réunions					
	Aptitude à représenter l'entreprise devant des partenaires ( de façon directe ou indirecte)					
<b>INSA - Compétences scientifiques et techniques</b>		0	1	2	3	4
	De la pratique vers la maîtrise des procédés et des procédures.					
	Participation à la gestion de projets (définition de besoins, planification, chiffrage...)					
	Etre en capacité de rendre compte de l'état d'avancement de projets (rédaction de synthèses, compte rendus...)					
	Analyser et comprendre les enjeux commerciaux et stratégiques de l'entreprise.					
<b>INSA - Compétences spécifiques métier</b>		0	1	2	3	4
	Critère 1	4 critères libres fixés lors de l'entretien annuel et valables sur l'année et évalués par les niveaux de 0 à 4				
	Critère 2					
	Critère 3					
	Critère 4					

<b>INSA - Validation de l'Unité d'Enseignement</b>	Oui		Non		
--	-----	--	-----	--	--

Observations points forts

Observations points d'amélioration

**FICHE EVALUATION SEM. 9 et 10 / 5<sup>e</sup> ANNEE**

		<i>Niveaux d'évaluation</i>				
		<i>Non évalué</i>	<i>insuffisant</i>	<i>à améliorer</i>	<i>Conforme aux attentes</i>	<i>Au delà des attentes</i>
<b>INSA - Compétences vie en entreprise</b>		0	1	2	3	4
	Aptitude à manager un projet dans son intégralité (organiser, planifier, chiffrer et rendre compte)					
	Capacité à améliorer, innover et valoriser dans le cadre des pratiques de l'entreprise					
	Qualité d'animation de réunions					
	Gestion et collaboration directe avec les intervenants du projet					
<b>INSA - Compétences scientifiques et techniques</b>		0	1	2	3	4
	Maitrise des thématiques techniques notamment lors d'échanges ou justifications avec des acteurs du projet					
	Maitrise des techniques et procédures utilisées dans les projets					
	Capacité de rédaction de notes ou de rapports internes					
	Résolution de situations complexes en autonomie					
<b>INSA - Compétences spécifiques métier</b>		0	1	2	3	4
	Critère 1	4 critères libres fixés lors de l'entretien annuel et valables sur l'année et évalués par les niveaux de 0 à 4				
	Critère 2					
	Critère 3					
	Critère 4					
<b>INSA - Validation de l'Unité d'Enseignement</b>		Oui		Non		
<i>Observations points forts</i>						
<i>Observations points d'amélioration</i>						