

Positionnement : Semestre 5	<b>UE : Communication internationale, gestion et management</b>	ECTS : 8 Nombre d'heures : 100h Modalité : Présentiel (100%)
<p>L'UE <b>Communication internationale, gestion et management</b> est constituée de 4 éléments constitutifs d'UE : ECUE1 Marketing industriel, EUCU2 Culture générale/Epistémologie, ECUE3 Macroéconomie, ECUE4 Anglais écrit et oral.</p> <p>La note finale associée à cette UE est calculée en pondérant les notes des 4 ECUE avec les coefficients associés.</p>		
<p><b>ECUE 1 :</b> <b>Marketing industriel (Coef : 3) – 28h (Cours, TD) - 8h (Estimation temps de travail personnel)</b></p> <p><u>Objectifs :</u> Proposer des méthodologies visant à : - agir dans une situation complexe - positionner les méthodes de résolution de problème dans le référentiel analytique / complexe</p> <p><u>Contenu :</u></p> <p>L'entreprise, système complexe à manager la systémique pour comprendre la dynamique de l'entreprise la systémique pour analyser et résoudre des problèmes la méthode de diagnostic systémique : étude de cas, inventaire des méthodes de résolution de problèmes</p> <p>Les outils de l'analyse stratégique Bouclage : diagnostic / stratégie / mise en œuvre / régulation Le déploiement de la stratégie, en lien avec SMQ et qualité totale La prospective industrielle Étude de cas : (10 h )</p> <p><u>Compétences visées :</u> Être capable de réaliser un diagnostic, élaborer une stratégie Être capable de choisir un modèle d'action</p> <p><u>Modalités d'évaluation :</u></p> <p>Etudes de cas notés</p> <p><u>Sources documentaires :</u></p> <p>T. Atamer, R. Calori, Diagnostic et décisions stratégiques, Ed. Dunod, 2003 O. Meier, M. Bisac, Diagnostic stratégique : évaluer la compétitivité de l'entreprise, Ed. Dunod, 2008</p> <p><b>ECUE 2 :</b> <b>Culture générale (Coef: 1) – 24h (Cours, Projet, Visite de musées)</b></p> <p><u>Objectifs :</u> Favoriser le développement culturel, favoriser la curiosité Découvrir des ressorts de créativité Donner de l'assurance dans les échanges interculturels</p> <p><u>Contenu :</u></p> <p><u>Créativité :</u> Pratique d'une activité créatrice individuelle et collective dans un premier temps hors champ technologique. L'art et la créativité. L'art et la science.</p>		

Culture générale : Qu'est-ce que la culture générale ? Favoriser les échanges interpersonnels et multiculturels.

Epistémologie : Histoire de la science, des sciences. Les découvertes. Les évolutions des sociétés. Réflexion sur les applications à venir.

Philosophie et éthique : La philosophie et l'ingénieur, les courants des pensées. L'éthique de l'ingénieur (définition et applications).

Pratique culturelle : Visite musée CNAM, visite exposition, sortie culturelle, conférence.

Compétences visées :

Être capable de convaincre et argumenter, à prendre la parole devant un groupe, à écrire un rapport d'étonnement, à s'ouvrir au monde multiculturel.

Modalités d'évaluation :

Rapport d'étonnement, soutenance

Moyens pédagogiques :

Cours, étude de cas, TP

### **ECUE 3 :**

**Macro-économie (Coef : 2) – 20h (Cours, TD) - 10h (Estimation temps de travail personnel)**

Objectifs : Situer l'entreprise dans le contexte économique mondial

Contenu : **Contexte Économique Mondialisé**

Concepts essentiels à la compréhension de l'environnement économique européen : taux de change, budget de l'État, déficit budgétaire, dette publique, récession, croissance, ....

Étude des mécanismes économiques : lien des différents concepts : impact d'une mesure de politique économique par rapport à l'objectif.

Aspects de la Construction Européenne : de la prise en charge de la politique monétaire par la Banque Centrale Européenne

Compétences visées : Comprendre l'ouverture à la complexité de l'environnement socio-économique pour réussir le pilotage de l'entreprise

Modalités d'évaluation : Cours et TD

Sources documentaires :

- J. Stiglitz : Principes d'économie moderne, de Boeck 2000
- J. Adda : La mondialisation de l'économie : Genèse et problèmes, La Découverte, 2006
- A. Gauthier : L'Economie mondiale, Bréal 2004
- M. Rainelli : La Nouvelle théorie du Commerce international, Repères,
- CEPII : L'Economie mondiale 2012, Repères, La Découverte, 2011
- L. Carroué : Géographie de la mondialisation, Armand Colin, 2004
- M. Lemoine, Ph. Madiès, Th. Madiès : Les grandes questions d'économie et finance internationales, de Boeck 2007
- J.-P Allégret, P. Le Merrer : L'Economie de la mondialisation, de Boeck, 2007
- R.E Caves, J.A Frankel, R.W Jones : Commerce et paiements internationaux, de Boeck 2003

- + Journaux Alternatives Economiques – Challenge
- Dictionnaire Economique

#### **ECUE 4 :**

**Anglais écrit et oral (Coef : 2) – 28h (Cours, TD) - 28h (Estimation temps de travail personnel)**

#### Objectifs :

Perfectionner les bases de la grammaire anglaise (les temps, les prépositions, les verbes) et acquérir/approfondir la vocabulaire. Travailler sur la compréhension et expression orale. Cours d'anglais général.

#### Contenu :

Cours de grammaire avec exercices (QCM, formulation des phrases affirmatives et interrogatives, etc.).

Exercices de compréhension orale (énoncés professionnels, quotidiens).

Exercices d'expression orale (mise en situation professionnelle, quotidienne).

#### Compétences visées :

Maîtriser les bases de la grammaire et acquérir des compétences de compréhension et expression orale ; devenir capable d'avancer en autonomie afin d'exploiter au mieux les ressources et les exercices des semestres à venir.

#### Modalités d'évaluation :

Plusieurs contrôles continus de grammaire + examen final (grammaire ou TOEIC allégé).

#### Sources documentaires :

Walker, E. & Elsworth, S. *Grammar practice for elementary students*. Longman, 2000  
Ressources diverses sur Internet: British Council, TED, BBC, etc.

Positionnement : S5	<b>UE : Sciences de l'ingénieur</b>	ECTS : 12 Nombre d'heures : 196h Modalité : Présentiel 100%
L'UE Sciences de l'ingénieur est constituée de 4 éléments constitutifs : ECUE1 renfort en mathématiques, ECUE2 Mathématiques : analyse, ECUE3 Electricité/Distribution, ECUE4 Mécanique des solides.		
<p><b>ECUE 1 :</b>  <b>Renfort en mathématiques : 24h (Coef : 1) – 4 à 14h (Estimation temps de travail personnel, suivant le niveau des élèves).</b></p> <p><u>Objectifs :</u> <b>Harmonisation du niveau des élèves</b></p> <p><u>Contenu :</u>     <b>Rappels et exercices</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ Fractions</li> <li>_ Puissances d'un même nombre</li> <li>_ Mise en facteur</li> <li>_ Racines carrée</li> <li>_ Angles</li> <li>_ Trigonométrie</li> </ul>		

**Cours et exercices**

- \_ Les nombres complexes

**Rappels et exercices**

- \_ Les systèmes d'équations
- \_ Les dérivées des fonctions de base, d'un produit de fonctions, d'une fonction de fonction

**Cours et exercices**

- \_ Les équations différentielles du premier et du second degré

Compétences visées :

**Manier aisément les nombres complexes sous leurs différentes formes**

**Résoudre les équations différentielles du premier et second degré mettant en jeu des fonctions polynômes, polynômes multipliés par une fonction exponentielle ou trigonométrique.**

Modalités d'évaluation :

**En continu pendant le cours-TD**

**ECUE 2 :**

**Mathématiques : Analyse (Coef: 3) – 52h (Cours, TD) - 20h (Estimation temps de travail personnel)**

Objectifs :

Apporter les outils mathématiques indispensables pour aborder des cours d'ingénierie.

Contenu :

1. Dérivées Partielles

Calcul des dérivées partielles, Interprétation géométrique

2. Intégrales Simples

Calcul des intégrales simples, Interprétation géométrique, Méthodes de calcul d'intégrales

3. Intégrales Multiples (Doubles et Triples)

Définition, Calcul des intégrales multiples, Changements de variables

4. Série de Fourier

Définition, Coefficients de Fourier, Développement en série de Fourier, Convergence d'une série de Fourier

5. Transformée de Laplace

Définition, Calcul de la transformée de Laplace, Transformées de Laplace des fonctions usuelles, Transformée de Laplace inverse, Application à la résolution d'équations différentielles

Compétences visées :

Être capable d'appliquer les outils mathématiques nécessaires à d'autres disciplines.

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu

Sources documentaires :

L. Lesieur et J. Lefebvre, Mathématiques, 3ed, Tome II Analyse, Collection U, Armand Collin, 1969.

R. Murray, R. Spiegel, Complex variables, Série Schaum, Mc Graw Hill.

R. Murray, R. Spiegel, Laplace transforms, Série Schaum, Mc Graw Hill.

R.. Murray, R. Spiegel, Fourier Analysis, Série Schaum, Mc Graw Hill

**ECUE3 :**

**Mécanique des solides (Coef: 4) – 60h (Cours, TD, TP) - 25h (Estimation temps de travail personnel)**

Objectifs :

Apporter les bases générales de la mécanique du solide rigide soumis à des efforts, pour l'étude des mécanismes.

Renforcer les compétences acquises en mécanique du solide en termes de modélisation.

**Contenu :**

**1. Rappels sur les vecteurs et les torseurs**

Vecteurs, opérations avec les vecteurs,

Notion de torseur : antisymétrie, équiprojectivité, torseurs particuliers (couple, glisseur), produit de torseurs

**2. Cinématique du point et du solide**

Cinématique du point : vitesse et accélération d'un point dans un repère, dérivée d'un vecteur dans un repère

Cinématique du solide : torseur cinématique, mouvement de translation, mouvement de rotation autour d'un axe, composition des mouvements (vitesses et accélérations).

**3. Cinématique du contact**

Roulement avec ou sans glissement,

**4. Cinétique d'une chaîne de solides**

Cinétique, centre de masse (détermination pratique),

Moments d'inertie, opérateur et matrice d'inertie, théorème de Huygens et de Huygens-Koenig, Éléments principaux d'inertie (calculs pour les figures géométriques couramment utilisées), Moment cinétique, torseur cinétique.

**5. Dynamique d'une chaîne de solides**

Moment dynamique, torseur dynamique,

Principe fondamental de la dynamique.

Angles d'Euler

**6. Théorèmes énergétiques**

Théorèmes généraux de la mécanique (théorème de la résultante dynamique, théorème du moment dynamique, principe fondamental de la dynamique, théorème du moment cinétique), Énergie, puissance, travail,

Théorème de l'énergie cinétique pour un solide et pour un ensemble de solides,

Détermination des équations de mouvement par les théorèmes généraux.

**Compétences visées :**

Être capable de dériver un vecteur dans un repère et de calculer des vitesses et des accélérations des différents points d'un solide

Être capable d'analyser et résoudre un problème mécanique nouveau mettant en jeu un système de solides rigides

**Modalités d'évaluation :**

Exercices notés, comptes-rendus de TP, examen final

**Sources documentaires :**

G.Venizelos, Mécanique des solides, CNAM/Média, librairie des Arts et Métiers

Y. Bremont, P. Reocreux, Mécanique du solide indéformable, Vol 2 et 3, Ed. Ellipses, 1995.

R. Lassia, Ch. Bard, Dynamique, Ed. Ellipses, 2002. L. Lamoureux, Cinématique et dynamique des solides, Ed. Lavoisier, 1992.

L. Rakotomanana, Elements de dynamique des solides et structures déformables, Ed. Presses Polytechniques Romandes, 2009.

**ECUE4 :**

**Electricité/Distribution (Coef: 4) – 60h (Cours, TD, TP) - 25h (Estimation temps de travail personnel)**

**Objectifs :**

L'apprenti ingénieur devra être capable d'exécuter des mesures en sécurité et interpréter différentes natures de signaux électriques. Il devra être capable d'alimenter des récepteurs en fonction de leurs caractéristiques et en adéquation avec les différents réseaux existants.

**Contenu :**

Rappels sur la résolution des circuits électriques.

Analyse des circuits électriques linéaires du 1er ordre et du 2ème ordre en régime transitoire.

Mesure et caractérisation des signaux : Multimètres à aiguilles et numériques, méthodes de mesures et calculs d'incertitudes.

Etudes réseaux électriques monophasé et triphasé.

Etude des transformateurs monophasés et triphasés.

**Compétences visées :**

1- Être capable de dimensionner des circuits électriques linéaires du 1er ordre et du 2ème ordre.

2- Être capable de dimensionner des installations électriques monophasées et triphasées.

3- Être capable de dimensionner et de concevoir un transformateur monophasé et triphasé.

**Modalités d'évaluation :**

Exercices notés, comptes-rendus de TP, examen final

**Sources documentaires :**

Y.GRANJON, « L'essentiel de l'électricité », DUNOD, Juin 2021

T.NEFFATI, « Electricité générale » , , DUNOD, Avril 2019

M.ODDI, « Réseaux publics de distribution d'électricité », Lavoisier-TEC et DOC, Juillet 2016

B.DIOURTE, K.ERRAHMANE, F.GAYE, O.ZIANE « Exercices d'électricité », Ellipses, Décembre 2018

Positionnement : S5	<b>UE : Techniques de l'ingénieur</b>	ECTS : 6 Nombre d'heures : 76 h Modalité : Présentiel 100 %
L'UE <b>Techniques de l'ingénieur</b> est constituée de 3 d'ECUE : ECUE1 Gestion de la maintenance et de la sécurité industrielle, ECUE2 Gestion de production, ECUE3 Responsabilité Sociétale et Environnementale.		
<b>ECUE 1 :</b> <b>Gestion de la maintenance et de la sécurité industrielle (Coef: 3) – 28 h (10h Cours, 10h TD, 8h TP/Projet) - 6h (Estimation temps de travail personnel)</b>  <u>Objectifs :</u>  Gérer son stock et ses approvisionnements en cohérence avec les choix de gestion de l'entreprise. Assurer l'interface avec la planification à moyen et long terme, organiser le pilotage de la production à court terme, participer à la mise en place d'indicateurs de production et effectuer leur interprétation, acquérir les connaissances de base en hygiène, environnement et sécurité  <u>Contenu :</u>  Maintenance Introduction de la maintenance industrielle Mise en place d'une GMAO Maintenance productive et préventive		

Coût de la maintenance  
Hygiène-Sécurité-Environnement  
Sensibilisation aux risques Hygiène et sécurité  
Sensibilisation aux risques environnementaux  
Le management intégré : normes

Compétences visées :

-Etre capable de mettre en œuvre une politique de maintenance

Modalités d'évaluation :

-Cours, Etude de cas, TP en groupe, TD, Exposé oral

Sources documentaires :

F. Marc, Mettre en œuvre une GMAO, Ed. Dunod, 2011  
F. Monchy, J.P. Vernier, Maintenance : méthodes et organisations, Ed. Dunod, 2010

**ECUE 2 :**

**Gestion de Production (Coef: 2) – 28 h (12 h Cours, 6 h TD, 10 h TP/Projet) - 20h (Estimation temps de travail personnel)**

Objectifs :

L'ingénieur ayant suivi ce module sera capable à partir d'un business plan de dimensionner une chaîne de production (stock, cadence de ligne, supply chain, charge)  
Grace à l'utilisation de certains outils LEAN 6SIGMA il sera également capable d'améliorer la cadence de la production afin d'atteindre les volumes du marché.

Contenu :

Lien entre stratégie industrielle et production Business Plan :

- Master Plan et Plan directeur de production (PDP)
- Méthode MRP2
- Nomenclature de pièces produit et choix de la sous-traitance.
- Définition de charge de travail.

Gestion des flux :

- Définition des flux (physique, information, financier)
- Choix entre flux tiré et flux poussé, outils d'analyse des flux (informatique et cartographie)
- Organisation des stocks et dimensionnement (formule de Wilson et quantité économique)

Méthode Atelier flexible :

- Supply chain,
- LEAN 6 Sigma

Compétences visées :

- Optimisation la gestion des flux de production
- Gestion de projets industriels dirigés Qualité, Coût, Délais, Environnement
- Pilotage de projets d 'améliorations continues (6 Sigma, Lean Manufacturing)

Modalités d'évaluation :

-Cours, Etude de cas, TP en groupe, TD, Exposé oral

#### Sources documentaires :

-GESTION DE PRODUCTION- Les fondamentaux et les bonnes pratiques- 6<sup>ième</sup> édition- Editions EYROLLES- 2020- Maurice Pillet / Chantal Martin-Bonnefous / Pascal Bonnefous / Alain Courtois  
-Organiser la gestion des risques- 3<sup>ième</sup> édition- Collection Les Guides Directions –ESF EDITEUR- 2020-Marc Moulaire  
-Les outils de la Performance Industrielle- Livres Outils Performances -EYROLLES Editions d'Organisation- 2008- Jean Marc Gallaire  
-Gestion de la Production-5<sup>ième</sup> édition- L'USINE NOUVELLE- DUNOD-2007- François Blondel  
-La gestion industrielle- LIRE AGIR- Vuibert-2007- Jean Rondreux / Jean Baptiste Rondreux

#### **ECUE 3 :**

**Responsabilité Sociétale et Environnementale (Coef: 1) – 20 h (10h Cours, 2 h TD, 8 h TP/Projet) - 20h (Estimation temps de travail personnel)**

#### Objectifs :

Le module a pour objectif de prendre en considération comme des totalités (holiste) les impacts environnementaux, le vivre ensemble à la fois dans le monde du travail et dans la société, mais aussi la nécessaire pérennité des entreprises et autres organisations socio-économiques.

#### Contenu :

- Responsabilité Sociétale et environnementale : (8h)
  - Introduction à la RSE (17 ODD de l'ONU, les enjeux, démarche et impératifs...)
  - Contexte Géopolitique (flux logistique, matières premières, sous-traitantes et droits humains, Biodiversité...)
  - Ethique de l'ingénieur
  - Analyse du cycle de vie d'un produit ou service, la gestion des risques et des crises, Bilan carbone et décarbonation
- Projets (4h)
- Santé sécurité au travail : (8h)
  - Présentation chiffre/accidentologie/réglementation normes....
  - Mooc 40% en présentiel – 60% en distanciel
  - Performance d'une entreprise
  - Prévention en entreprise
  - Étude de cas -> analyse comparative de 2 entreprises

#### Compétences visées :

- Approche systémique et holistique de la RSE
- Pilotage de la RSE dans l'entreprise
- Contribuer à l'amélioration des situations de travail de l'entreprise
- Piloter des projets intégrant une approche prévention
- Manager en associant santé au travail et performance globale

#### Modalités d'évaluation :

- Attestation de validation du Mooc de l'INRS (80% = 10/20 +1 point tout le 2% supplémentaire)
- Projets
- Rapport d'étonnement sur la santé sécurité au travail et la RSE dans l'entreprise d'accueil.

#### Sources documentaires :



- Site ONU <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-durable/>  
 - Bilan annuel 2020 <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/progress-report/>  
 - L'Agenda 2030 Le site des objectifs de développement durable <https://www.agenda-2030.fr/>  
 - INRS [Santé et sécurité au travail - INRS](#)

Positionnement : semestre 6	<b>UE : Communication internationale, gestion et management</b>	ECTS : 4 ECTS Nombre d'heures : 60 h Modalité : Présentiel (100 %) – Distanciel (0 %) – Projet (4H)
<p>L'UE <b>Communication Internationale, Gestion et Management</b> est constituée de 2 ECUE éléments constitutifs d'UE : ECUE1 Analyse Financière, ECUE 2 Anglais écrit et oral</p> <p>La note finale associée à cette UE est calculée en pondérant les notes des 2 ECUE avec les coefficients associés.</p>		
<p><b>ECUE 1 :</b>  <b>Analyse financière (Coef : 2) – 32h (Cours, TD) - 15h (Estimation temps de travail personnel)</b></p> <p><u>Objectifs</u> : Analyser les comptes annuels d'une société</p> <p><u>Contenu</u> : <b>Structure et Études Financières</b></p> <p>Définition des concepts de base sur le bilan comptable : actif (actif immobilisé, actif circulant) et passif (capitaux propres et dettes) et sur le compte de résultat (différents soldes intermédiaires de gestion, avec les notions de charges de recettes)</p> <p>Études financières : les équilibres financiers, la viabilité, la solvabilité, la liquidité, la création de richesse, rentabilité, rotation,</p> <p><u>Compétences visées</u> : Connaissance des outils d'analyse des comptes annuels d'une société</p> <p><u>Modalités d'évaluation</u> : Cours et TD</p> <p><u>Sources documentaires</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DUNOD Financement gestion des organisations</li> <li>• FOUCHER Financement Micheline FRIEDERICH Georges LANGLOIS Michèle MOLLET</li> </ul> <p><b>ECUE 2 :</b>  <b>Anglais écrit et oral (Coef : 2) – 28h (Cours, TD) - 28h (Estimation temps de travail personnel)</b></p> <p><u>Objectifs</u> :</p> <p>Continuer le travail sur la grammaire anglaise ainsi que la compréhension et expression orale. Cours d'anglais général avec entonnoir TOEIC.</p>		

Contenu :

Cours de grammaire avec exercices (QCM style TOEIC, formulation des phrases affirmatives et interrogatives, etc.).

Exercices de compréhension orale (énoncés professionnels, quotidiens, culturels, scientifiques).

Exercices d'expression orale (mise en situation professionnelle, quotidienne, culturelle avec choix de sujet libre).

Compétences visées :

Maîtriser les bases de la grammaire et acquérir des compétences de compréhension et expression orale ; être capable de préparer un exposé sur un sujet (technique, professionnel, ou autre).

Modalités d'évaluation :

Plusieurs contrôles continus de grammaire + expression orale. Examen final : TOEIC blanc. Score visé : 600.

Sources documentaires :

Walker, E. & Elsworth, S. *Grammar practice for elementary students*. Longman, 2000

Ressources diverses sur Internet: British Council, TED, BBC, etc.

Positionnement : S6	<b>UE : Sciences de l'ingénieur</b>	ECTS : 13 Nombre d'heures : 196h Modalité : Présentiel 100%
L'UE <b>Sciences de l'ingénieur</b> est constituée de 5 éléments constitutifs : ECUE1 Mathématiques : algèbre linéaire, ECUE2 Résistance des matériaux, ECUE3 Matériaux et traitement de surface des matériaux, ECUE4 Algorithmie, ECUE5 CAO.  La note finale associée à cette UE est calculée en pondérant les notes des 5 ECUE avec les coefficients associés.		

**ECUE 1 :****Mathématiques : Algèbre linéaire (Coef: 3) – 52h (Cours, TD) - 20h (Estimation temps de travail personnel)**Objectifs :

Apporter les outils mathématiques indispensables pour aborder des cours d'ingénierie.

Contenu :**1. Algèbre linéaire**

Bases d'un espace vectoriel de dimension finie. Bases orthonormées, projections orthogonales. Application linéaire, noyau, image.

**2. Calcul Matriciel**

Représentation matricielle des applications linéaires.

Matrices à coefficients réels et complexes, multiplication de deux matrices.

Matrices carrées, matrices inversibles.

Puissance et exponentielle d'une matrice.

Déterminants : définition, propriétés ; calcul des déterminants.

Valeurs propres, vecteurs propres, calcul, multiplicité des valeurs propres, diagonalisation. Application au calcul des puissances d'une matrice et aux exponentielles de matrices.

**3. Résolution de systèmes linéaires**

Relation avec les matrices.

Changement de base Méthode de Cramer, méthode du pivot de Gauss, méthode du pivot de Gauss-Jordan

Compétences visées :

Être capable d'appliquer les outils mathématiques nécessaires à d'autres disciplines.

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu

Sources documentaires :

L. Lesieur et J. Lefebvre, Mathématiques, 3ed, Tome I Algèbre et Géométrie, Collection U, Armand Collin, 1969.

L. Lesieur et J. Lefebvre, Mathématiques, 3ed, Tome II Compléments d'analyse, Collection U, Armand Collin, 1969.

**ECUE 2 :****Résistance des matériaux (Coef: 3) – 48h (Cours, TD) - 15h (Estimation temps de travail personnel)**Objectifs :

Donner des bases en résistance des matériaux afin d'aborder une série d'applications pratiques concernant le dimensionnement ou la vérification des pièces soumises à des chargements simples.

Contenu :

Principe fondamental de la statique des solides.

Modélisation des poutres droites et curvilignes (calcul des efforts intérieurs par plusieurs méthodes)

Relation entre le tenseur de cohésion / tenseur des contraintes / tenseur des déformations

Le vecteur rotation et le vecteur déplacement.

Etude des sollicitations simples et composées (traction, compression, cisaillement, flexion, torsion)

Energie de déformation d'une poutre

Calcul des déplacements et des rotations dans différents points de la poutre (avec l'équation de la déformée, le théorème de Bresse Navier et le théorème de Castigliano)

Etude des poutres hyperstatiques (théorème de Ménabréa)

Compétences visées :

Être capable de maîtriser les bases de la RDM au travers du calcul de structures de type portique et poutre  
Être capable de pré dimensionner des solides en forme de poutre droite soumis à des sollicitations simples.

Modalités d'évaluation :

Plusieurs contrôles continus et un examen final

Moyens pédagogiques :

Cours, TD

Sources documentaires :

JP Larralde, Résistance des matériaux, Vol 1, 2, 3, Ed Masson, 1981

L. Chevalier, mécanique des systèmes et des milieux déformables, Ed Ellipses, 2004

**ECUE 3 :**

**Matériaux et traitement de surface (Coef: 2) – 28h (Cours, TD) - 10h (Estimation temps de travail personnel)**

Objectifs :

Acquérir les notions physico-chimiques élémentaires utiles à la connaissance des propriétés et de la mise en œuvre des matériaux métalliques.

Contenu :

1. Propriétés des matériaux

Fragilité, ductilité, ténacité, malléabilité, élasticité, dureté, résistance à l'abrasion, à la corrosion, magnétisme, dilatation (contraction), point de fusion, conductivité thermique et électrique

2. Elaboration de la fonte et de l'acier (filière fonte et filière ferraille), affinage de l'acier brut, coulée de l'acier, mise en forme de l'acier

Les différentes catégories d'acier.

Normalisation des aciers (normes EN 10027, EN 10088, EN 10083)

3. Structure cristalline des métaux et alliages, composition de l'atome

Systèmes de cristallisation des métaux et des alliages.

Plans cristallographiques (indices de Miller)

4. Les alliages légers (alliages pour la fonderie, alliages corroyés)

5. Diagrammes de phases avec miscibilité totale ou partielle (constitution d'un mélange, diagramme à un ou deux fuseaux).

Formes allotropiques du fer.

Formes de carbone.

Diagrammes de phase fer-carbone.

Analyse dilatométrique des alliages

6. Traitements thermiques des alliages ferreux.

Traitements dans la masse (austénitisation, trempe, recuit, revenu, normalisation).

Diagrammes TTT, TRC.

Traitements thermiques superficiels (cémentation, carbonitruration, nitruration, ...).

Loi de diffusion de Fick.

Traitements de surface (anodisation, polissage électrolytique, ...)

7. Essais destructifs (essais de flexion par chocs, essais de dureté)

8. Projet choix des matériaux en génie électrique (raisons du choix et évaluation des besoins : exigences fonctionnelles, technologiques, économiques et sociales)

Compétences visées :

Être capable de choisir un matériau pour une application donnée

Modalités d'évaluation :

Plusieurs contrôles continus et un examen final

Moyens pédagogiques :

Cours, TD

Sources documentaires :

M.F. Ashby, D.R.H. Jones, Matériaux T1 et T2, Dunod, 1996

**ECUE 4 :**

**Algorithmique (Coef: 3) – 40h (Cours, TD) - 10h (Estimation temps de travail personnel)**

Cette UE initie à la programmation classique (des variables jusqu'à l'accès aux SGBD) et présente sommairement la programmation objet. Les nombreux programmes que vous y réalisez sont en Java, mais les concepts et les méthodes que vous acquérez restent valides quels que soient les langages de vos futures missions.

Objectifs :

- Structurer des programmes selon un algorithme
- Maîtriser les éléments de lexique et de syntaxe d'un langage pour écrire un programme
- Compiler et exécuter un programme
- Déboguer et tester un programme
- Accéder à une base de données
- Comprendre les grands principes de la Programmation Orientée Objet

Contenu :

- Les fondements de la programmation
- Genèse d'un premier programme
- Règles de programmation
- Les variables
- Opérateurs et expressions
- Les structures de contrôle
- Les procédures et les fonctions
- Introduction à la programmation Objet
- L'accès aux bases de données
- Maintenance, débogage et test des programmes

Compétences visées :

- Programmation informatique

Modalités d'évaluation :

Cette UE évalue la progression pédagogique de l'élève tout au long de la formation au moyen de QCM, mises en situation, travaux pratiques...

L'élève complète également un test de positionnement en amont et en aval pour valider les compétences acquises.

Sources documentaires :

Programmer avec Java - Concepts fondamentaux et mise en œuvre par l'exemple - collection O'Reilly

**ECUE 5 :**

**CAO 3D Expérience (Coef: 2) – 28h (Cours, TD) - 20h (Estimation temps de travail personnel)**

Objectifs :

Donner les connaissances nécessaires à de l'outil CAO Création d'un produit en ingénierie simultanée  
Conception et représentations des formes, Simulations cinématique dynamique, ouverture vers les ateliers métiers.

Contenu :

Maquette numérique :

Approche des démarches de conception dans le cadre d'esquisse et de la conception en mode surfacique.

Modeleurs 3D (filaires, surfacique, volumique, sous contraintes, infographie)

Processus de création, esquisses, pilotage par les conditions fonctionnelles, arbre de conception, famille de pièces, assemblages, mise en plan, modules spécifiques, assemblage et degrés de liberté.

Simulations cinématique et dynamique des ensembles mobiles : Modélisation des contacts et liaisons, analyse cinématique (déplacement, vitesse, accélération), recherche des particularités cinématiques et interférences, choix de modélisation, optimisation dimensionnelle (objectif, contrainte), création de modèles paramétrés 2D, 3D, utilisation de modules spécifiques (engrenages, cames, ...), visualisation et interprétation des résultats.

Recherche d'optimisation sur les modèles et simulation de celle-ci.

Transférer les connaissances outils 3D expérience à des outils similaires SolidWorks Fusion etc.

Compétences visées :

Capacité à utiliser l'outil CAO 3D Expérience. Produire des maquettes numériques, des plans et d'adapter l'outil à un contexte spécifique.

Modalités d'évaluation :

Saisir et concevoir des pièces et des ensembles et mettre en forme les plans

Sources documentaires :

Guide du dessinateur industriel CHEVALIER édition ; site web Dassault système Tuto Techniques de l'ingénieurs

Positionnement : S6	<b>UE Techniques de l'ingénieur</b>	ECTS : 7 Nombre d'heures ECUE : 108h Modalité : Présentiel (100%) – Distanciel (0%) – Projet (30%)
L'UE <b>Techniques de l'ingénieur</b> est constituée de 2 éléments constitutifs d'UE : ECUE1 Commande des systèmes linéaires -approche fréquentielle, ECUE2 Machines électriques (moteurs).		

## **ECUE 1**

**Commande des systèmes linéaires - approche fréquentielle (Coef: 4) – 60h (Cours, TD, TP) - 20h**  
**(Estimation temps de travail personnel)**

### Objectifs :

A l'issue de cette ECUE, l'apprenti ingénieur devra être capable d'utiliser et de concevoir un régulateur classique, en particulier le régulateur PID, en utilisant les connaissances acquises d'automatique continue linéaire de base. Il devra être capable d'appliquer les outils permettant une approche rigoureuse et efficace de la commande des systèmes linéaires monovariables pour une mise en œuvre sur des procédés industriels. Il devra être capable d'appliquer les fonctions principales d'un logiciel de CAO pour l'automatique en exercices dirigés avec ordinateur et d'appliquer ces outils, en travaux pratiques, à des systèmes mécaniques, électriques, hydrauliques, thermiques.

### Contenu :

- Introduction à l'automatique continue linéaire : Etapes de la conception en automatique : modélisation, identification, simulation, commande, réalisation matérielle.
- Analyses temporelles fréquentielles des systèmes linéaires : Transformation de Laplace. Fonction de transfert. Pôles, zéros. Stabilité. Critère de Routh. Réponses temporelles et fréquentielles. Diagrammes de Nyquist, Bode, Black-Nichols. Systèmes élémentaires d'ordres 1 et 2. Systèmes d'ordres quelconques. Systèmes à retard, approximation de Padé. Identification par analyses graphiques indicelle et fréquentielle. Identification par analyse harmonique.
- Etude des systèmes en boucle fermée : Stabilité en boucle fermée. Critère de Nyquist. Abaque de Black-Nichols. Robustesse, marges de robustesse. Sensibilité. Conformation de la boucle ouverte. Compromis performance-robustesse. Influence des pôles et des zéros du système.
- Conception des régulateurs PID : Rappel sur les méthodes empiriques de Ziegler et Nichols. Méthode fréquentielle d'avance-retard de phase. Méthode de placement de pôles.

Travaux pratiques : Simulations Matlab, stabilisation d'un pendule inversé, stabilisation d'un système de suspension magnétique.

### Compétences visées :

Être capable de maîtriser les techniques permettant l'automatisation des procédés industriels

### Modalités d'évaluation :

Exercices notés (CC), notes de travaux pratiques, examen

### Sources documentaires :

[1] Systèmes asservis linéaires - Automatique 2 - Niveau B, Michel Villain, 224 pages, Ellipses, 1996

[2] Systèmes et asservissements continus : Modélisation, analyse, synthèse des lois de commande, Eric OSTERTAG, 322 pages, Ellipses, 2004

## **ECUE 2 :**

**Machines électriques (Coef: 3) – 48h (Cours, TD, TP) - 25h (Estimation temps de travail personnel)**

### Objectifs :

L'apprenti doit être capable de faire le choix d'une machine en fonction d'une application industrielle et de modéliser la machine afin d'en assurer le contrôle-commande et faire le choix de son convertisseur statique.

### Contenu :

**Rappels sur l'électromagnétisme.**

Champs magnétiques dans les machines tournantes

**Installations et systèmes triphasés**

Transformateurs électriques

**Machines à courant continu**

- A excitation indépendante
- A excitation série
- Pas à pas

**Machine asynchrone**

- machine asynchrone : principe de fonctionnement, F.e.m. induite par champ tournant ; caractéristiques, freinage, méthode de choix
- la modélisation de la machine en vue de sa commande.

**Machine synchrone**

- machine synchrone : principe de fonctionnement
- technologies et différents modes d'alimentations des machines synchrones
- la modélisation de la machine en vue de sa commande.

**Compétences visées :**

- Être capable de connaître les principales caractéristiques des différentes machines électriques.

**Modalités d'évaluation :**

Exercices notés, comptes-rendus de TP, examen final

**Sources documentaires :**

G. OLIVIER, « Circuits électriques et machines électriques », Editions de l'Ecole Polytechnique de Montréal 2017.

G. SEGUIER, F. NOTELET, « Electrotechnique industrielle », Edition Tec&Doc, 2018.

Positionnement : semestre 7	<b>UE :</b> <b>Communication internationale, gestion et management</b>	ECTS : 6 ECTS Nombre d'heures : 76 h Modalité : Présentiel (100 %) – Distanciel (0 %) – Projet (4H)
<p>L'UE <b>Communication internationale, gestion et management</b> est constituée de 3 ECUE éléments constitutifs d'UE : ECUE1 Communication professionnelle, ECUE2 Marketing et Management : Mise en œuvre des compétences nécessaires à l'exercice des fonctions de responsable d'équipe, ECUE 3 Anglais écrit et oral, ECUE 4 Développement de compétences interpersonnelles,</p> <p>La note finale associée à cette UE est calculée en pondérant les notes des 3 ECUE avec les coefficients associés.</p>		
<p><b>ECUE 1 : Communication Professionnelle (Coef : 2) – 24h (Cours, TD) - 10h (Estimation temps de travail personnel)</b></p> <p><u>Objectifs :</u> Maîtriser les situations de communication écrite et orale</p> <p><u>Contenu :</u> <b>COMMUNICATION</b></p> <p><b>Communication interpersonnelle</b> Les composants de la communication Les différentes formes de communication</p>		



### **Communication orale**

Les règles de présentation orale

Techniques d'animation

### **Communication écrite**

Les différents documents et leur utilisation

Les fondements psychologiques et sociologiques

Les techniques (recueil de données, le guide d'entretien)

E. Communication Techniques, sélection

Compétences visées : La capacité de présenter un travail devant un public professionnel averti.

Capacité à communiquer de façon adaptée à la cible

Modalités d'évaluation : Cours et TD

Sources documentaires :

- Les bases de la communication humaines une approche théorique et pratique MYERS
- Paul RICOEUR Discours et Communication L'HERNE
- Dynamique des communications dans les groupes Gilles AMADO André GUITTET

**ECUE 2 : Marketing et Management : Mise en œuvre des compétences nécessaires à l'exercice des fonctions de responsable d'équipe (Coef : 2) – 24h (Cours, TD) - 10h (Estimation temps de travail personnel)**

Objectifs :

- Conduire des entretiens
- Gérer les situations difficiles
- Gérer des conflits interindividuels ou collectifs
- Repérer les implications réglementaires et en tenir compte

Contenu

#### **Entretiens et communication**

Les types d'entretien

L'entretien de recrutement

L'entretien annuel d'évaluation

Notion d'évaluation, d'objectifs, ...

#### **Gérer les conflits**

La notion de conflit et de négociation

Les types de conflits

Désamorcer un conflit

La notion de harcèlement

#### **Communiquer face à un groupe dans des situations délicates**

Repérage de situations de tension du groupe

Évaluer le risque et repérer les motivations réelles

Élaboration d'une stratégie de communication adaptée et la mettre en œuvre

Compétences visées : Savoir conduire des évaluations et valoriser les bonnes pratiques

- Savoir gérer les conflits

- Savoir communiquer face à un groupe dans des situations délicates et internationales

Modalités d'évaluation : Cours et TD

Sources documentaires :

Brouard Collectif, Manager au quotidien : les attitudes et comportements du manager efficace, Ed. Eyrolles, 2009

V. Chapus-Gilbert, R Delaunay, J.M. Moret, Manager une équipe, Ed. Nathan, 2009

**ECUE 3 :**

**Anglais écrit et oral (Coef : 2) – 28h (Cours, TD) - 28h (Estimation temps de travail personnel)**

Objectifs :

Intensifier les entraînements de TOEIC tout en travaillant la grammaire et la compréhension/expression orale en parallèle. L'apprenti doit se préparer non seulement pour le TOEIC mais pour le départ à l'étranger (séjour linguistique).

Contenu :

Entraînement du TOEIC avec focus sur la grammaire et les interrogations.

Exercices de compréhension écrite approfondis (type TOEIC + autre).

Exercices de compréhension orale (type TOEIC + autre).

Exercices d'expression orale.

Compétences visées :

S'entraîner pour le TOEIC et développer des techniques de réussite ; et approfondir les connaissances de la langue en visant le départ en séjour linguistique. Pouvoir s'exprimer librement et comprendre divers accents des locuteurs d'anglais (et non seulement les accents anglophones).

Modalités d'évaluation :

Plusieurs contrôles continus de grammaire. Examen final : TOEIC blanc. Score visé : 760.

Sources documentaires :

Walker, E. & Elsworth, S. *Grammar practice for elementary students*. Longman, 2000

Alexander, L.G. *Grammar practice for intermediate students*. Longman, 1998

Ressources diverses sur Internet: British Council, TED, BBC, etc.

Positionnement : Semestre 7	<b>UE Sciences de l'ingénieur</b>	ECTS : 6 Nombre d'heures ECUE : 56h Modalité ECUE : Présentiel (100%) – Distanciel (0%) – Projet (0%)
L'UE <b>Sciences de l'ingénieur</b> est constituée de 2 éléments constitutifs d'UE : ECUE1 Mécanique des fluides, ECUE2 Management de la conception.		
<b>ECUE 1 :</b> <b>Mécanique des fluides (Coef: 3) – 28h (Cours, TD) - 12h (Estimation temps de travail personnel)</b>		

Objectifs :

Introduire les modélisations adaptées à la résolution de problèmes concrets en mécanique des fluides.

Contenu :

Notion de fluide (modèle du milieu continu et déformable). Grandeurs intensives caractérisant un fluide (pression, masse volumique, température)

Statique des fluides : cas général, fluide incompressible dans le champ de pesanteur, action sur les obstacles immergés, théorème d'Archimède. Applications fondamentales de la statique des fluides.

Cinématique des fluides : description eulérienne et lagrangienne du mouvement, vitesse, accélération, dérivée particulaire, lignes de courant, trajectoires, lignes d'émission, tube de courant, débits (massique, volumique).

Ecoulements particuliers (écoulement potentiel, fonction de courant).

Dynamique des fluides parfaits incompressibles : équation du mouvement, conditions aux limites pour la vitesse (interface solide/fluide, surface libre)

Théorème de Bernoulli, interprétation en énergie et en pression ; phénomène de cavitation

Théorème des quantités de mouvement (théorème d'Euler), écoulement dans les conduites.

Compétences visées :

Être capable de maîtriser les théories et savoirs pratiques dans les sujets suscités.

Modalités d'évaluation :

Plusieurs contrôles continus et un examen final

Moyens pédagogiques :

Cours, TD

Sources documentaires :

H Lumbrose, Problèmes résolus de mécanique des fluides, Rd Dunod, 1992.

R. Comolet, Mécanique expérimentale des fluides, Ed Masson, 1982.

**ECUE 2 :**

**Management de la conception (Coef: 3) – 28h (Cours, TP, Projet) - 10h (Estimation temps de travail personnel)**

Objectifs :

Donner les connaissances nécessaires à l'élaboration et à la conception fonctionnelle du produit. Les connaissances portent sur les méthodes de recherche de processus ainsi que sur les méthodes de spécifications géométriques fonctionnelles des produits intégrant les performances des moyens mis en œuvre.

Contenu :

Démarche de conception d'un produit

- Définition des ensembles mécaniques et des pièces qui les constituent : aspect fonctionnel des ensembles mécaniques, aspect géométrique et physique des pièces.
- Différentes étapes de la démarche de conception.
- Position de l'étape d'industrialisation.

### Analyse fonctionnelle

-Traitement de cas. Tolérancement des formes

- Conditions fonctionnelles dans les mécanismes.

- Outils de prédétermination des tolérances (chaînes de cotes), intégration des performances des moyens de production.

- Expression du tolérancement, spécifications macro et micro-géométriques normalisées des produits, dessin de définition.

### Compétences visées :

Être capable d'appréhender la démarche de conception dans ses aspects liés à la production. Maîtrise de l'expression des spécifications fonctionnelles au travers du tolérancement normalisé.

### Modalités d'évaluation :

Cours, TP, Projet, Compte rendu de TP

### Sources documentaires :

Guide du dessinateur industriel CHEVALIER édition ; HACHETTE

Positionnement : Semestre 7	<b>UE : Techniques de l'ingénieur</b>	ECTS : 10 Nombre d'heures : 124 Modalité : Présentiel (100 %)															
L'UE <b>Techniques de l'ingénieur</b> est constituée de 4 éléments constitutifs d'UE : ECUE 1 Qualité totale, démarche et outils, ECUE2 Cybersécurité, ECUE3 Réseaux informatiques / terrain, ECUE4 Commande des systèmes à événements discrets – Automatisation.																	
<b>ECUE 1 :</b> <b>Qualité totale, démarches outils (Coef: 2) – 24h (Cours, TD) - 10h (Estimation temps de travail personnel)</b>																	
<u>Objectifs :</u>  Cette ECUE permet aux apprenants de connaître les fondamentaux de la Qualité dans un contexte industriel.																	
<u>Contenu :</u>																	
	<table><tr><th>Séances</th><th>Thème abordé</th><th>Applications</th></tr><tr><td>Séance 1</td><td>Introduction à la Qualité Les fondamentaux de la Qualité</td><td>Cas Kendec</td></tr><tr><td>Séance 2</td><td>La certification ISO 9001</td><td>TD ISO 9001</td></tr><tr><td>Séance 3</td><td>Les méthodes de résolution de problème (MRP)</td><td>TD MRP</td></tr><tr><td>Séance 4</td><td>La méthode 8D</td><td>Cas 8D</td></tr></table>	Séances	Thème abordé	Applications	Séance 1	Introduction à la Qualité Les fondamentaux de la Qualité	Cas Kendec	Séance 2	La certification ISO 9001	TD ISO 9001	Séance 3	Les méthodes de résolution de problème (MRP)	TD MRP	Séance 4	La méthode 8D	Cas 8D	
Séances	Thème abordé	Applications															
Séance 1	Introduction à la Qualité Les fondamentaux de la Qualité	Cas Kendec															
Séance 2	La certification ISO 9001	TD ISO 9001															
Séance 3	Les méthodes de résolution de problème (MRP)	TD MRP															
Séance 4	La méthode 8D	Cas 8D															

Séance 5	La mesure statistique des procédés (MSP)	Exercices MSP
<p><u>Compétences visées :</u></p> <p>Connaissance des fondamentaux de la Qualité</p> <p><u>Modalités d'évaluation :</u></p> <p>TD Etudes de cas + Examen final (séance 6)</p> <p><u>Sources documentaires :</u>            Construisez votre qualité – Pierre LONGIN &amp; Henri DENET édition DUNOD            Qualité en Production – Daniel DURET &amp; Maurice PILLET éditions d'Organisation</p> <p><b>ECUE 2 :</b>  <b>Cybersécurité (Coef: 2) – 24h (Cours, TD) - 6h (Estimation temps de travail personnel)</b></p> <p>Cette ECUE vous permettra de comprendre que la sécurité des SI devient de plus en plus importante aussi bien dans un cadre privé que professionnel. Cette introduction à la sécurité des SI, vous présentera les risques et les menaces portant atteinte à la sécurité du système d'information</p> <p><u>Objectifs :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprendre les risques et les menaces qui peuvent atteindre le SI</li> <li>• Les conséquences possibles d'une attaque informatique</li> <li>• Identifier les mesures de protection de l'information</li> <li>• Apprendre les actions nécessaires à la sécurisation de son poste de travail</li> <li>• Favoriser la conduite de la politique de sécurité SI de l'entreprise</li> </ul> <p><u>Contenu :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les menaces et les risques</li> <li>• La sécurité des SI et poste de travail</li> <li>• Le processus d'authentification</li> <li>• Le cadre juridique et les bons réflexes à avoir</li> </ul> <p><u>Compétences visées :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cybersécurité niveau 1</li> </ul> <p><u>Modalités d'évaluation :</u>            Cette UE évalue la progression pédagogique de l'élève tout au long de la formation au moyen de QCM, mises en situation, travaux pratiques...            L'élève complète également un test de positionnement en amont et en aval pour valider les compétences acquises.</p> <p><u>Sources documentaires :</u>            O'Reilly: Introduction à la cybersécurité</p> <p><b>ECUE 3 :</b>  <b>Réseaux informatiques et réseaux de terrain (Coef: 2) – 28h (Cours, TD, TP) - 15h (Estimation temps de travail personnel)</b></p> <p><u>Objectifs :</u>            Être capable de choisir le réseau adapté à une application</p>		

**Contenu :**

**Introduction aux Réseaux Industriels / Concepts de Base.**

**Description d'une liaison / Transmission d'informations : Types / Techniques / Moyens Physique.**

**Transmission d'un signal Numérique**

**Transmissions Asynchrones / Synchrones**

**Architecture des Réseaux :**

- Normalisation
- Liaisons de données
- Eléments d'un réseau
- Réseaux à commutation

Supports physiques d'interconnexion

**Les Réseaux Locaux :**

- Nature des informations
- Catégories de réseaux locaux
- Topologies

Normalisation

**Architecture du Réseau Ethernet / VLAN Ethernet**

**Architecture sans fil (Wifi + Bluetooth)**

**Le Bus CAN :**

- Protocole et particularités
- Les composants du CAN

**Interconnexion de Réseaux**

Protocole TCP/IP ; Routage ; Commutation

**Réseaux opérateurs**

**Compétences visées :**

1-Connaître l'ensemble des réseaux informatiques et de terrain rencontrés dans l'industrie et les normes associées

2- Être capable d'acquérir la notion de réseaux informatiques et de l'ensemble des topologies et protocoles associés

**Modalités d'évaluation :**

Exercices notés, comptes-rendus de TP, examen final

**Sources documentaires :**

D. PARET, « Le bus CAN : Applications », DUNOD, 2015.

S.LOHIER et D.PRESENT, « Transmissions et réseaux », DUNOD, 2018.

**ECUE 4 :**

**Commande des systèmes à évènements discrets - Automatismes (Coef: 4) – 48h (Cours, TD) - 10h (Estimation temps de travail personnel)**

**Objectifs :** L'apprenti ingénieur doit être capable de présenter et d'analyser les méthodes d'études et de synthèses des organes de commande des systèmes discontinus, dont les grandeurs physiques évoluent de façon discrète et booléenne. Il devra être capable de présenter les outils de spécification fonctionnelle, de modélisation, d'implantation et de vérification de la commande des systèmes de production et de présenter les technologies actuelles utilisées pour la mise en œuvre de l'automatique en milieu industriel.

**Contenu :**

A) Structure et constitution d'un automate programmable industriel (API)

- approche "cycle de vie", sous forme de méthodes de spécification statiques de type SADT ;
- structuration hiérarchisée de l'API.

B) l'Automatisme 1

B-1) Systèmes de numération :

- 1) Système décimal, Système binaire (Code Binaire Naturel), Système octal, Système hexadécimal, Système en Code Binaire Réfléchi (CBR) ou code GRAY, Code Décimal Codé Binaire (DCB)
- 2) Changement de système de numération : Conversion Octal en Binaire, et Binaire en Octal, Conversion Hexadécimal en Binaire, et Binaire en Hexadécimal, Conversion Décimal en Binaire, Octal ou Hexadécimal

B-2) Systèmes combinatoires

- 1) Algèbre Binaire ou Algèbre de BOOLE : Variables binaires, technologie à contacts, Opérateurs Logiques fondamentaux, Opérateurs universels NON OU, NON ET, Opérateur OU exclusif (XOR), Règles de calcul
- 2) Fonctions Binaires : Définition, Table de vérité, Formes canoniques, Logigramme, Chronogramme ou diagramme temporel 3. Minimisation de fonctions binaires : Minimisation algébrique, Méthode de Karnaugh

B-3) Systèmes séquentiels

- 1) Notion d'état
- 2) Fonction mémoire : Bascule RS
- 3) Circuits synchrones et asynchrones
- 4) Bascule JK
- 5) Exemple d'utilisation d'une bascule RS GRAFCET  
Notion de graphe d'état ; GRAFCET : L'étape, Les transitions, Les liaisons orientées, Les actions associées aux étapes, Les réceptivités associées aux transitions ; Les 5 règles d'évolution, Exemples de franchissements, Les Macro-étapes ; Réalisation technologique du GRAFCET 1 ; Matérialisation de l'étape ; Matérialisation de la transition ; Matérialisation des règles d'évolution Automate Programmable Industriel Langage de programmation pour API

Compétences visées : Maîtriser les techniques et proposer les solutions indispensables permettant l'automatisation des procédés industriels.

Modalités d'évaluation : Exercices notés, examen final, Projet

Sources documentaires :

- Jean Yves Fabert « Automatisme et Automatique, Cours et exercices corrigés », Edition Ellipses 2003.
- Automatisme, G.Boujat, J.P.Pesty Collection A.Capliez
- Automatique et Informatique Industrielle. D.Blin, J.Danic, R.Le Garrec, F.Trolez et J.C.Séité Collection A.Capliez
- Les Réseaux De Petri Pour La Conception Et La Gestion Des Systèmes De Production - Proth Jean-Marie

Positionnement : semestre 8	<b>UE :</b> <b>Communication internationale,</b> <b>gestion et management</b>	ECTS : 7 ECTS Nombre d'heures : 188 h Modalité : Présentiel (100 %) – Distanciel (0 %) – Projet (10 H)
L'UE <b>COMMUNICATION INTERNATIONALE, GESTION ET MANAGEMENT</b> est constituée de 3 ECUE éléments constitutifs d'UE : ECUE 1 Développement de compétences interpersonnelles, ECUE 2 Création d'entreprise – Business plan, ECUE 3 Pratique des relations internationales (séjour linguistique)		
La note finale associée à cette UE est calculée en pondérant les notes des 3 ECUE avec les coefficients associés.		
<b>ECUE 1 Développement de compétences interpersonnelles (Coef : 1) – 24h (Cours, TD) - 10h (Estimation temps de travail personnel)</b>		

**Objectifs :**

Comprendre une situation relationnelle

Savoir maîtriser l'information spécialisée : Chercher l'information, l'évaluer, la valider

Produire et communiquer l'information.

Savoir communiquer en situation professionnelle par écrit et à l'oral

**Contenu : PERSONNALITE & COMMUNICATION**

Bases de la personnalité et du comportement

- Les notions de personnalité,
- D'attitudes et
- De comportement
- Les lois de base du lien personnalité/communication
- L'analyse transactionnelle
- PNL
- Evolution Insight MBTI

**Communication interpersonnelle**

Les lois de la communication MYERS JACOBSON

**Communication orale**

L'utilisation de supports, règles communication globale, techniques et cibles

**Communication écrite**

La pratique des documents et synthèses

**Compétences visées :** Comprendre une situation relationnelle

La capacité à synthétiser l'information technique et scientifique sous forme écrite et orale. La capacité à présenter un travail devant un public professionnel averti.

**Modalités d'évaluation :** Cours et TD

**Sources documentaires :**

M. Josien, Techniques de communication interpersonnelle, Ed. D'Organisation, 2007

Une logique de la communication P. WATZLAWICK J. HELMICK BEAVIN DON D. JACKSON

**ECUE 2 Création d'entreprise – Business plan (Coef : 1) 24h (Cours, TD) - 20h (Estimation temps de travail personnel)**

**Objectifs :**

Préparer à l'action commerciale internationale liant les concepts et la pratique (analyses, simulations, études de cas).

Découvrir la pluridisciplinarité dans les domaines, professionnels de spécialités et de cultures différentes.

L'objectif principal est de permettre aux apprentis d'appréhender les problèmes auxquels sont confrontées les entreprises qui souhaitent pénétrer ou développer les marchés étrangers, ainsi que les solutions qu'elles peuvent mettre en place.

**Contenu**

L'environnement international dans lequel évoluent les entreprises,  
les opportunités et les risques que génère cet environnement pour les entreprises,



la conception et l'exécution d'une opération commerciale

Compétences visées :

Savoir replacer les différents aspects de l'action commerciale internationale dans le cadre de l'exercice professionnel en entreprise. Être capable de dialoguer en interne et en externe avec des interlocuteurs dont les métiers et les compétences sont étroitement associés dans la conception et l'exécution d'une opération commerciale internationale.

Modalités d'évaluation : Cours et TD

Sources documentaires :

- Jolivot A.-G. : Marketing international, Dunod, 2008.
- Legrand G. et Martini H. : Management des opérations de commerce international, Dunod, 2007.
- J. Adda : La mondialisation de l'économie : Genèse et problèmes, La Découverte, 2006
- M. Rainelli : La Nouvelle théorie du Commerce international, Repères, La M. Rainelli : Le Commerce international, Repères, La Découverte, 2003

**ECUE 3 Pratique des relations internationale (séjour linguistique) (Coef : 5) 140h (Cours, TD) - 30h (Estimation temps de travail personnel)**

Objectifs : Apprendre à s'intégrer dans un environnement international de travail et de culture

Contenu

Environnement international (Sociétal, travail et culture)

Compétences visées :

Être capable d'intégrer un environnement international dans le contexte professionnel  
Être capable de valider un niveau B2+

Modalités d'évaluation :

Présentation écrite et orale de travaux en anglais, test TOEIC  
Dossier de synthèse sur l'innovation, la veille technologique et concurrentielle

Sources documentaires :

J.C. Viel, Garing up, Ed. Hachette technique  
D. Daugeras, P. Janiaud-Powell, Learning to manage, Ed. Nathan technique

Positionnement : Semestre 8	<b>UE : Option (production automatisée)</b>	ECTS : 6 Nombre d'heures : 80h Modalité : Présentiel (100%) – Distanciel (0%) – Projet (75%)
L'UE <b>Option (production automatisée)</b> est constituée de 2 éléments constitutifs : ECUE1 Procédés industriels, ECUE2 Management de projets industriels orientés production 1.		
<b>ECUE 1 : Procédés Industriels (Coef: 3) – 40h (Cours, TD) - 20h (Estimation temps de travail personnel)</b>		
<u>Objectifs :</u> Donner les connaissances nécessaires relative aux différents procédés d'obtention des préformes envisagés afin de pouvoir comprendre les règles de conception des pièces. Des éléments de choix lors d'une conception intégrée seront dégagés		

Contenu :

Procédés (choix du procédé et contraintes inhérentes aux matériaux)

Présentation générale.

- Principe de transformation : par injection (gravité, sous pression), par déformation (à chaud ou à froid), par soudage, par usinage, par tth. etc.

- Incidence sur les caractéristiques physiques et géométriques des pièces : performances et limites (règles métiers).

- Incidence sur les moyens : performances et limites (machines et outillages).

Principe d'industrialisation - démarche robuste et capable

Compétences visées :

- Être capable de choisir des matériaux métalliques lors des phases de conception des produits.

- Être capable de définir un traitement thermique lors de l'établissement des gammes d'usinage des pièces mécaniques.

- Être capable d'intégrer les règles métiers lors de la phase d'industrialisation d'un produit

Modalités d'évaluation :

Projets et présentations

Sources documentaires :

CORDEBOIS J. P. et Coll Fabrication par usinage DUNOD BARALIS J. et All

Précis de métallurgie, élaboration, structures-propriétés et normalisation, AFNORNATHAN

Techniques de l'ingénieurs

**ECUE 2 :**

**Management de projets industriels orientés production 1 (Coef: 3) – 40h (Cours, Projet) - 20h (Estimation temps de travail personnel)**

Objectifs :

Donner les connaissances nécessaires à la gestion de la qualité et de la production des produits. Les connaissances portent sur les moyens et méthodes de mesurage dimensionnel, sur la nécessité et la mise en application des outils de la qualité et de la gestion.

Contenu :

Gestion de la qualité

- Métrologie dimensionnelle.

- Suivi statistique de la production.

- Contrôle qualité.

Gestion de production

- Bases de données techniques : Articles, machines, outillages, clients, fournisseurs.

Concept de Valeur ajoutée.

- Outils de la gestion de production : Implantation d'atelier, programme linéaire, programmation dynamique, planification.

Value Stream Mapping

- Outils de suivi des performances d'une ligne de production,

Cahier / Tableau de suivi de production, TRS.

- Méthodes d'organisation et de gestion de la production : POKA YOKE, 5s, RED BIN, 8D, QRQC, ISHIKAWA AGILE MANUFACTURING Concept et limite.

Compétences visées :

- Être capable de maîtriser les concepts et outils de la qualité et de la gestion de production dans le cadre de la fabrication de pièces mécaniques.

Modalités d'évaluation :

## Projets et présentations

### Sources documentaires :

Le Guide Qualité de la gestion de production - KAMEMATSU MATSUDA - DUNOD 1998

L'esprit TOYOTA - TAIICHI OHNO - MASSON - 1989

Processus - Les outils d'optimisation de la performance - Yves MOUGIN - Edition d'organisation 2004

The Complete Book of Business Plan - Joseph A. COVELLO and Brian J. HAZELGREN - Sourcebook, INC -

Logistique - Production, Distribution, Soutien - Yves PIMOR et Michel FENDER - DUNOD 2008

Gestion de production et des flux - Vincent GIARD - Gestion Economica

Positionnement : Semestre 8	<b>UE : Option (électrotechnique)</b>	ECTS : 6 Nombre d'heures : 80h Modalité : Présentiel (100%) – Distanciel (0%) – Projet (75%)
L'UE <b>Option (électrotechnique)</b> est constituée de 2 éléments constitutifs : ECUE1 Entrainement à vitesse variable, ECUE2 Convertisseurs statiques.		
<b>ECUE 1 :</b> <b>Entrainement à vitesse variable (Coef: 2) – 32h (Cours, TD) - 10h (Estimation temps de travail personnel)</b>  <u>Objectifs :</u> Maîtriser les principes fondamentaux du fonctionnement des convertisseurs alternatifs triphasés de la conversion d'énergie. Estimer les moyens de transport et de distribution de l'énergie électrique.  <u>Contenu :</u> 1. Conversion statique d'énergie alternative <ul style="list-style-type: none"><li>• Onduleur triphasé et application à la vitesse variable</li><li>• Redressement monophasé 4Q et correction du facteur de puissance</li><li>• Redressement triphasé commandé et association de redresseurs</li></ul> 2. Machines triphasées <ul style="list-style-type: none"><li>• Constitution et principes de fonctionnement</li><li>• Application à la machine Synchrone : Schéma équivalent et caractéristiques</li><li>• Application à la machine Asynchrone : Schéma équivalent et caractéristiques</li></ul> 3. Association convertisseur machine <ul style="list-style-type: none"><li>• Introduction à la vitesse variable</li><li>• Machine synchrone autopilotée</li><li>• Machine Asynchrone : Loi de commande (U/f)</li></ul> 4. Distribution de l'énergie <ul style="list-style-type: none"><li>• Modèle des lignes de distribution et de transport</li><li>• Impédance caractéristique</li><li>• Modes de détection et impact des défauts sur les lignes</li></ul> <u>Compétences visées :</u> Être capable de comprendre les principes fondamentaux de la conversion d'énergie statique et électromécanique, appliquée au cas triphasé. Être capable de répondre à un cahier des charges dans le choix de conversion statique et/ou du moteur. Être capable de modélisation et dimensionnement des lignes de distribution.		

Modalités d'évaluation :

Projets et présentations

Sources documentaires :

Physique appliquée. Tome 1 - Les bases et l'électronique de puissance (Valérie Leger février 2010)

Physique appliquée. Tome 2 - Puissances - Machines - Mécanique des fluides (Valérie Leger février 2010)

**ECUE 2 :**

**Convertisseurs statiques (Coef: 4) – 48h (Cours, Projet) - 20h (Estimation temps de travail personnel)**

Objectifs :

Être capable de maîtriser les principes fondamentaux du fonctionnement des convertisseurs majeurs de la conversion d'énergie (statique et électromécanique).

Être capable d'employer des méthodes générales de modélisation et d'étude de systèmes de conversion d'énergie aussi bien au niveau des organes de puissance que commande.

Contenu :

1. Convertisseurs statiques d'énergie

- Introduction à l'électronique de puissance : Classe des convertisseurs statiques
- Les convertisseurs continu/continu : Hacheur à transfert direct et indirect d'énergie
- Les convertisseurs continu/alternatif monophasés : Onduleurs pleine onde et MLI
- Les convertisseurs alternatif/Continu monophasés : Redressement sur charges RC et R-L-E
- Les gradateurs à découpage de phase, à onde entière.

2. Conversion électromécanique d'énergie : machine tournante

- Conversion électromécanique d'énergie
- Modélisation des circuits magnétiques
- Application au système linéaire : l'électro-aimant
- Application à la machine à courant continu
- Application aux moteurs pas à pas : Calcul du couple.

3. Association convertisseur-machine

- Machine à courant continu : Choix du convertisseur statique – Régulation
- Moteur pas à pas : Lois de commande – Électronique de pilotage
- Machine asynchrone triphasée : commande en vitesse en boucle ouverte

Compétences visées :

Être à même de comprendre les principes fondamentaux de la conversion d'énergie statique et électromécanique, appliquée au cas monophasé et continu.

Pouvoir répondre à un cahier des charges dans le choix de convertisseur statique et/ou du moteur.

Modalités d'évaluation :

Projets et présentations

Sources documentaires :

Physique appliquée. Tome 1 - Les bases et l'électronique de puissance (Valérie Leger février 2010)

Physique appliquée. Tome 2 - Puissances - Machines - Mécanique des fluides (Valérie Leger février 2010)

Positionnement : Semestre 8

**UE : Option (conception)**

ECTS : 6  
Nombre d'heures : 80h

		Modalité : Présentiel (100%) – Distanciel (0%) – Projet (75%)
<p>L'UE <b>Option (conception)</b> est constituée de 3 éléments constitutifs : ECUE1 Conception de produits et systèmes mécaniques et électroniques, ECUE2 Lecture de plans – cotation fonctionnelle, ECUE3 Design for six sigma.</p>		
<p><b>ECUE 1 :</b>  <b>Conception de produits et systèmes mécaniques et électroniques (Coef: 2) – 36h (Cours, TD, TP) - 10h (Estimation temps de travail personnel)</b></p> <p><u>Objectifs :</u>  Faciliter la manipulation, l'intégration et l'évolution de systèmes électriques dans la conception et la fabrication de produits et systèmes électromécaniques tout au long du cycle de vie dans les secteurs embarqués (automobiles, aéronautique, etc...) ou non (machines, équipements, etc...).</p> <p><u>Contenu :</u>  Rappel des principes : élaboration d'un cahier des charges, spécifications, prototype, planification, QCD, organisation, ...  - Optimisation des cartes commandes, pilotage, capteur...  - Modéliser la conception à l'aide de logiciels de conception assistée par ordinateur (calculs, simulation d'essais, plan en 3 dimensions).  - Conception de systèmes électriques collaboratifs  - Dimensionnement de produits électrique  - Optimisation de la conception de harnais de fils électriques et de systèmes de câbles (SolidWorks Electrical, CATIA) - Normalisation (CEM – NFC 15-100)</p> <p><u>Compétences visées :</u>  Être capable de mettre en œuvre les outils logiciels et de suivi à la création d'un système électrique.</p> <p><u>Modalités d'évaluation :</u>  Projets et présentations</p> <p><u>Sources documentaires :</u>  Génie électrotechnique – F. Warne  - Génie Electrique – G. Häberle  - Les réseaux électriques industriels – C. Preve  - L'Ecoconception en électronique – R. Lacoste, M. Robiolle, X. Vital  - Réseau de communication embarquée - D. Paret, H. Rebaine  - La conception mécanique – P. Boisseau  - Compatibilité Electromagnétique de la conception à l'homologation T. Williams</p>		
<p><b>ECUE 2 :</b>  <b>Lecture de plan – Cotation fonctionnelle (Coef: 1) – 16h (Cours, Projet) - 4h (Estimation temps de travail personnel)</b></p> <p><u>Objectifs :</u>  Maîtrise de la lecture de plan en se référant aux normes ISO en vigueur.</p> <p><u>Contenu :</u>  - Normes ISO et NFC  - Les tolérances (géométriques, de localisation, des cônes, etc...)  - Différents plans ; schémas, dessin – utilités et définition  - Cotation GPS  - Calcul des chaînes de cotes  - Mise en situation de la méthode de lectures de plans</p>		

-Cotations des pièces et des ensembles

Compétences visées :

Être capable de maîtriser la cotation fonctionnelle et la lecture de plans mécaniques et en exploiter les informations.

Être capable de réaliser et de vérifier une chaîne de côtes et d'en retirer les informations nécessaires à la production. Être capable de coter.

Modalités d'évaluation :

QCM

Sources documentaires :

Guide du dessinateur industriel – Chevalier

Manuel de tolérance – B. Anselmetti

Dessin technique et lecture de plan – JP Gousset

**ECUE 3 :**

**Design for six sigma (Coef: 2) – 28h (Cours, TD) - 12h (Estimation temps de travail personnel)**

Objectifs :

Être capable de déployer une Méthode DFSS en conception, savoir utiliser les outils qui lui sont propres.

Contenu :

Cours et tp

Compétences visées :

Être capable de maîtriser les outils du six sigmas

Modalités d'évaluation :

TP et exam

Sources documentaires :

DESIGN FOR SIX SIGMA – A roadmap for Product Development (Kai Yang, Basem El-Haik)

Positionnement : S8	<b>UE : Sciences de l'ingénieur</b>	ECTS : 8 Nombre d'heures : 116h Modalité : Présentiel (100%) – Distanciel (0%) – Projet (0%)
L'UE <b>Sciences de l'ingénieur</b> est constituée de 3 éléments constitutifs d'UE : ECUE1 Automatique-Formalisme d'état, ECUE2 VBA-Base de données, ECUE3 Chaîne de capteurs et actionneurs.  La note finale associée à cette UE est calculée en pondérant les notes des 3 ECUE avec les coefficients associés.		
<b>ECUE 1 :</b> <b>Automatique – Formalisme d'état (Coef: 3) – 40h (Cours, TD) - 20h (Estimation temps de travail personnel)</b>  <u>Objectifs :</u>		

A l'issue de cet ECUE, l'apprenti ingénieur devra être capable d'utiliser et de concevoir un régulateur à base de retour d'état ou de sortie pour la commande de systèmes multi-variables à temps continu. Il devra être capable d'appliquer les fonctions principales d'un logiciel de CAO pour l'automatique en exercices dirigés (Matlab ou Scilab). Il appliquera ces outils pour la simulation et la commande de systèmes mécaniques, électriques ou hydrauliques.

Contenu :

- Rappels sur l'algèbre linéaire
- Introduction à la représentation d'état
- Modélisation d'un système par une représentation d'état.
- Pôles et zéros d'un système d'état.
- Propriétés structurelles : commandabilité, observabilité et stabilité.
- Commande par placement de pôles.
- Placement de pôles par retour d'état.
- Commande à retour d'état et observateur.
- Travaux pratiques : Synthèse de lois de commande pour des systèmes physiques et simulation Matlab/Scilab.

Compétences visées :

- Utiliser des méthodes de l'ingénieur (identification, modélisation), des outils numériques et des logiciels informatiques pour identifier et analyser les besoins d'un client en terme de conception de systèmes dynamiques autonomes.
- Modéliser et identifier la dynamique d'un système, définir un comportement dynamique optimal, synthétiser une loi de commande à base de représentation d'état, simuler un système régulé par une loi de commande ou un robot, contrôler la dynamique d'un robot et générer une trajectoire de référence, par exemple.

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, exercices notés, évaluations en simulation sur Matlab, examen final.

Sources documentaires :

- L. Jaulin, Représentation d'état pour la modélisation et la commande des systèmes, Hermes. 2005
- H. Bourlès, Systèmes linéaires - De la modélisation à la commande, Hermès Science, 2006

**ECUE 2 :**

**VBA- Base de données (Coef: 2) – 28h (Cours, TP, Projet) - 10h (Estimation temps de travail personnel)**

Cette ECUE vous permettra de comprendre les bases de données dites relationnelles et leurs principes de fonctionnement. Vous manipulerez le langage SQL pour interroger les données d'une base. Vous vous familiariserez également avec des requêtes plus avancées pour analyser les informations.

Objectifs :

- Comprendre le principe et le contenu d'une base de données relationnelle
- Créer des requêtes pour extraire des données suivant différents critères
- Réaliser des requêtes avec des jointures, pour restituer les informations de plusieurs tables
- Utiliser des calculs simples et des agrégations de données
- Combiner les résultats de plusieurs requêtes

Contenu :

- Introduction aux bases de données
- Extraire les données d'une table

- Interroger les données de plusieurs tables
- Ordonnement et statistiques
- Présenter et trier les données
- Présenter les données des colonnes avec des alias.
- Utiliser des sous-requêtes

Compétences visées :

- Base de données niveau 1

Modalités d'évaluation :

Cette ECUE évalue la progression pédagogique de l'élève tout au long de la formation au moyen de QCM, mises en situation, travaux pratiques...

L'élève complète également un test de positionnement en amont et en aval pour valider les compétences acquises.

Sources documentaires :

O'Reilly: Introduction aux bases de données

**ECUE 3. :**

**Chaîne de capteurs et actionneurs (Coef: 3) – 48h (Cours, TP, Projet) - 10h (Estimation temps de travail personnel)**

Objectifs :

Appréhender l'ensemble des éléments qui composent une chaîne d'acquisition de signaux depuis les signaux issus de capteurs jusqu'aux échantillons numérisés. Les problèmes de bruit, bande passante, dynamique sont également abordés ainsi que l'échantillonnage et la quantification.

Être capable de présenter les principes fondamentaux des principaux capteurs industriels et leur utilisation ainsi que pouvoir choisir et assembler les éléments d'une chaîne de mesure.

Contenu :

**ELECTRONIQUE - TRAITEMENT DU SIGNAL**

Composants de base de l'électronique

- Eléments de physique des composants

- La jonction PN

- Diode Principe de fonctionnement des Transistors Bipolaire, TEC et MOSFET

L'amplificateur Opérationnel

- Présentation des caractéristiques principales A.O.P réel et A.O.P « parfait »

- Fonctionnement en régime non linéaire

- Fonctionnement en régime linéaire :

- Présentation des principaux circuits à A.O.P

Le filtrage analogique

Fonction de transfert, convolution, stabilité.

Principales familles de filtres : Filtres actifs et Filtres passifs.

Conversion analogique – numérique, échantillonnage et quantification

Théorème de Shannon, filtrage anti-repliement et reconstruction de signaux.

Bruit de quantification,

Principes, techniques et caractéristiques des convertisseurs analogiques numériques (Flash, Approximations successives, pipeline, Sigma Delta.)

**CAPTEURS**

Propriétés générales des capteurs : Étalonnage. Sensibilité. Temps de réponse. Bande passante.

Conditionnement du signal.



Rappels d'électronique et de physique.  
 Capteurs optiques : Puissance lumineuse.  
 Sources thermiques. Détecteurs thermiques, photoconductifs et photovoltaïques. Photographie.  
 Caméras à balayage et CCD.  
 Capteurs thermiques : Mesure de température. Conduction, convection, rayonnement. Effets thermoélectriques. Thermistances et thermocouples. Pyrométrie. Mesure des flux.  
 Capteurs mécaniques : Déformations et contraintes. Sismomètres, vélocimètres et accéléromètres.  
 Capteurs magnétiques et capacitifs. Effet piézo-électrique.  
 Capteurs de pression et capteurs acoustiques.

Compétences visées :

Être capable de décomposer un système électronique en fonction de base pour l'étudier.  
 Être à même de choisir les fonctions électroniques et les composants associés (en tenant compte de leurs spécificités) en vue d'une application industrielle.  
 Acquérir les connaissances nécessaires au choix des capteurs en réponse à un cahier des charges

Modalités d'évaluation :

Exercices notés, comptes-rendus de TP, examen final

Sources documentaires :

L . Tran Tien, Circuits fondamentaux de l'électronique analogique, Lavoisier Tec&Doc, 2000  
 G. Asch Les capteurs en instrumentation industrielle

Positionnement : semestre 9	<b>UE :</b> <b>Communication internationale, gestion et management</b>	ECTS : 4 Nombre d'heures : 76 h Modalité : Présentiel (100 %) – Distanciel (0 %) – Projet (14H)
L'UE <b>Communication internationale, gestion et management</b> est constituée de 3 ECUE éléments constitutifs d'UE : ECUE1 Mise en œuvre de compétences de communication en situation de groupe, ECUE2 Anglais professionnel, ECUE 3 Ingénierie juridique et stratégie des contrats		
La note finale associée à cette UE est calculée en pondérant les notes des 3 ECUE avec les coefficients associés.		
<p><b>ECUE 1 :</b>  <b>Mise en œuvre de compétences de communication en situation de groupe (Coef : 2) – 24h (Cours, TD) - 10h (Estimation temps de travail personnel)</b></p> <p><u>Objectifs</u> : - Comprendre une situation de groupe          - Conduire différents types de réunions          - Manager les hommes</p> <p><u>Contenu</u>  <b>Management de groupe</b></p> <p><b>Management des hommes</b>          La notion de management          Les outils du manager          La délégation          L'évaluation</p> <p><b>Piloter un groupe</b>          Les notions de groupe</p>		

Les acteurs d'un groupe  
La composition d'une équipe  
Repérer les acteurs d'un groupe projet  
Les outils RH du pilotage de projet

### **Conduire des réunions**

Les types de réunions  
Les différents rôles de l'animateur  
Les types de participants  
La gestion des participants difficiles

### **Les techniques de reporting**

#### Compétences visées :

- Être capable de manager les équipes
- Être capable de maintenir et développer la compétence des équipes
- Être capable de communiquer face à un groupe
- Savoir maîtriser la gestion du temps

Modalités d'évaluation : Cours et TD

#### Sources documentaires :

R. Mucchielli, La conduite des réunions : les fondamentaux du travail en groupe, Ed. ESF, 2004  
R. Moulinier, Mener une réunion efficace, Ed. D'Organisation, 2011

### **ECUE 2 :**

**Anglais professionnel (Coef : 2) – 28h (Cours, TD) – 14h (Estimation temps de travail personnel)**

#### Objectifs :

Acquérir des connaissances et des compétences linguistiques qui permettent d'intégrer un environnement professionnel strictement anglophone, du début du processus d'embauche jusqu'à la communication en entreprise (gestion de projet, réunions, etc).

#### Contenu :

Ateliers de préparation et rédaction des CV et des lettres de motivation + lettres d'introduction.

Ateliers de simulation d'entretien d'embauche.

Diverses activités d'expression orale sur des sujets professionnels, techniques, d'actualité, etc.

#### Compétences visées :

Pouvoir élaborer une candidature en anglais (CV + lettre de motivation, autres démarches). Pouvoir assurer un entretien d'embauche entièrement en anglais. Pouvoir s'exprimer sur une variété des sujets (sujets professionnels, techniques, faits d'actualités, analyses).

#### Modalités d'évaluation :

Rendu noté : CV et lettre de motivation. Oral : simulation d'entretien d'embauche (10 min).

#### Sources documentaires :

Ressources diverses sur Internet : British Council, TED, BBC, etc.

### **ECUE3 : Ingénierie juridique et stratégie des contrats (Coef: 1) – 24h (Cours, TD)**

**Objectifs** : Mettre en évidence les caractéristiques principales des contrats dans la création de courants d'affaires et comme outils de développement des entreprises ainsi que l'importance du droit de la propriété intellectuelle : Marques et brevets.

**Contenu** :

**PARTIE I : Ingénierie juridique**

- Analyse du contrat français et international, et stratégie juridique
- Nécessité d'une stratégie juridique dans le développement des activités des entreprises sur les marchés nationaux et internationaux
- Diversité et spécificités des systèmes juridiques
- Préalables d'une bonne stratégie juridique : conseil, prévention des conflits et des contentieux, règlement des litiges et arbitrage des contentieux
- Stratégie juridique et adaptation à la législation existante
- Stratégie de propriété industrielle : contrefaçon, protection et outils de protection
- Responsabilité civile vis-à-vis des produits
- Responsabilité environnementale
- Conformité de la stratégie et du contrat au droit de la concurrence : droit communautaire, ententes, abus de position dominante, contrôle des concentrations, propriété intellectuelle, partenariats et joint-ventures

**PARTIE II : Stratégie du contrat**

- Clauses et adaptation du contrat
- Principales clauses et pièges à éviter : clause de force majeure, choix du droit applicable, arbitrages,
- Adaptation des contrats à la nature de l'activité : contrats de vente, contrats d'agence et de distribution, contrat impliquant la propriété intellectuelle, contrats complexes (fournitures, travaux, prestations de services, accords de coopération, transfert de technologie

**Compétences visées** Mettre en évidence l'utilité de la maîtrise des contrats.

Connaître les dispositions juridiques fondamentales à prendre pour sécuriser un projet et l'activité des entreprises.

**Modalités d'évaluation** : Examen final écrit, cas pratiques.

**Sources documentaires** : Master droit de l'entreprise, dernière édition

Positionnement : Semestre 9	<b>UE : Option (production automatisée)</b>	ECTS : 10 Nombre d'heures : 96h Modalité : Présentiel (100%) – Distanciel (0%) – Projet (75%)
L'UE <b>Option (production automatisée)</b> est constituée de 3 éléments constitutifs : ECUE1 Maitrise statistique de la production, ECUE2 Thermodynamique – thermique, ECUE 3 Management de projets industriels orientés production 2.		
<p><b>ECUE 1 :</b>  <b>Maitrise statistique de la production (Coef: 3) – 28h (Cours, TD) - 15h (Estimation temps de travail personnel)</b></p> <p><b>Objectifs</b> :</p> <p>Donner aux élèves les connaissances nécessaires à la compréhension et à la mise en application des moyens statistiques du suivi de la production, de la réception des lots et du réglage des machines. Pour chacun de ces points, les connaissances porteront sur les concepts mathématiques nécessaires et sur l'élaboration des outils spécifiques pour les traiter.</p> <p><b>Contenu</b> :</p> <p><b>Evaluation de la capacité des moyens</b></p>		

- Capabilité des processus de fabrication.
- Capabilité des processus de mesure.
- Suivi de la production :
  - o Maîtrise de la variabilité anormale et des dérèglages
  - o Cartes de contrôle.
  - o Modalités d'utilisation.

#### **Plans d'expériences**

- Historique et introduction.
- Les principes de la modélisation matricielle.
- Les plans d'expériences et leurs propriétés d'optimalité.
- La procédure d'expérimentation, l'analyse et l'interprétation des résultats.
- Compléments algébriques et statistiques.
- Application des plans d'expériences à la maîtrise des réglages.
- 

#### Compétences visées :

Être capable d'intégrer les outils de Maîtrise statistique de la production dans la conduite des systèmes de production.

#### Modalités d'évaluation :

Devoir écrit.

#### Sources documentaires :

- Le Guide Qualité de la gestion de production - KAMEMATSU MATSUDA - DUNOD 1998
- L'esprit TOYOTA - TAIICHI OHNO - MASSON - 1989
- Processus - Les outils d'optimisation de la performance - Yves MOUGIN - Edition d'organisation 2004
- The Complete Book of Business Plan - Joseph A. COVELLO and Brian J. HAZELGREN - Sourcebook, INC
- Logistique - Production, Distribution, Soutien - Yves PIMOR et Michel FENDER - DUNOD 2008
- Gestion de production et des flux - Vincent GIARD - Gestion Economica
- Introduction aux plans d'expériences - Jacques Goupy, Lee Creighton - Dunod Technique Et Ingénierie 2006

#### **ECUE 2 :**

**Thermodynamique - thermique (Coef: 2) – 40h (Cours, TD) - 20h (Estimation temps de travail personnel)**

#### Objectifs :

Apporter aux apprenants les connaissances de base en thermodynamique, approfondir leurs connaissances dans les transformations thermodynamiques et comportement des machines thermiques et donner les connaissances de base relatives aux transferts de chaleur.

#### Contenu :

- Généralités sur les systèmes thermodynamiques
- Échange d'énergie (travail et chaleur)
- 1<sup>er</sup> principe et 2<sup>nd</sup> principe de la thermodynamique : applications au gaz parfait
- Bilan énergétique et entropique
- Changement d'état des corps purs
- Etude thermodynamique des machines thermiques
- Initiation aux transferts thermiques (conduction, convection et rayonnement)

#### Compétences visées :

- Acquérir les bases de thermodynamique macroscopique,
- Être capable d'établir un bilan énergétique,
- Être capable d'exploiter des diagrammes de Clapeyron, enthalpique et entropique,
- Comprendre le fonctionnement des machines thermiques dithermes,
- Savoir calculer l'efficacité des machines thermiques motrice et réceptrice,
- Comprendre les phénomènes physiques relatifs au transfert de la chaleur.

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu (exercices notés), 2 examens écrits.

Sources documentaires :

- Yunus A. Çengel, Michael A. Boles et Marcel Lacroix « Thermodynamique, une approche pragmatique » ; 2<sup>nd</sup> édition ; Mac Graw Hill Education 2014,
- José-Philippe Pérez « Thermodynamique. Fondements et applications » ; Masson 1997.

**ECUE 3 :**

**Management de projets industriels orientés production 2 (Coef: 3) – 28h (Cours, Projet) - 10h (Estimation temps de travail personnel)**

Objectifs :

Donner les connaissances nécessaires à la gestion de la qualité et de la production des produits. Les connaissances portent sur les moyens et méthodes de mesurage dimensionnel, sur la nécessité et la mise en application des outils de la qualité et de la gestion.

Contenu :

Gestion de la qualité

- Métrologie dimensionnelle.
- Suivi statistique de la production.
- Contrôle qualité.

Gestion de production

- Bases de données techniques : Articles, machines, outillages, clients, fournisseurs.

Concept de Valeur ajoutée.

- Outils de la gestion de production : Implantation d'atelier, programme linéaire, programmation dynamique, planification.

Value Stream Mapping

- Outils de suivi des performances d'une ligne de production,

Cahier / Tableau de suivi de production, TRS.

- Méthodes d'organisation et de gestion de la production : POKA YOKE, 5s, RED BIN, 8D, QRQC, ISHIKAWA AGILE MANUFACTURING Concept et limite.

Compétences visées :

- Être capable de maîtriser les concepts et outils de la qualité et de la gestion de production dans le cadre de la fabrication de pièces mécaniques.

Modalités d'évaluation :

Projets et présentations

Sources documentaires :

Le Guide Qualité de la gestion de production - KAMEMATSU MATSUDA - DUNOD 1998

L'esprit TOYOTA - TAIICHI OHNO - MASSON - 1989

Processus - Les outils d'optimisation de la performance - Yves MOUGIN - Edition d'organisation 2004

The Complete Book of Business Plan - Joseph A. COVELLO and Brian J. HAZELGREN - Sourcebook, INC -

Logistique - Production, Distribution, Soutien - Yves PIMOR et Michel FENDER - DUNOD 2008

Gestion de production et des flux - Vincent GIARD - Gestion Economica

Positionnement : Semestre 9	<b>UE : Option (électrotechnique)</b>	ECTS : 10 Nombre d'heures : 96h Modalité : Présentiel (100%) – Distanciel (0%) – Projet (75%)
<p>L'UE <b>Option (électrotechnique)</b> est constituée de 3 éléments constitutifs : ECUE1 Contrôle commande, machines et réseaux, ECUE2 Machines électrotechniques et réseaux de transport d'énergie, ECUE3 gestion de l'énergie HT, BT.</p>		
<p><b>ECUE 1 :</b> <b>Contrôle commande, machines et réseaux (Coef: 3) – 28h (Cours, TD) - 10h (Estimation temps de travail personnel)</b></p> <p><u>Objectifs :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Être capable d'analyser et de modéliser les machines électriques pilotées par convertisseurs statiques.</li> <li>- Être capable d'implanter une loi de commande et d'analyser ses performances : stabilité, rapidité, précision et robustesse à travers une application industrielle de la variation de vitesse.</li> <li>- Être capable d'identifier et d'analyser les problématiques techniques de contrôle de l'énergie sur les réseaux de transport : les FACTS</li> </ul> <p><u>Contenu :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction aux réseaux de distribution et de transport de l'énergie électriques : structure, interconnexion, modélisation, notions de flux de puissance, qualité de l'énergie, compensation série et parallèle.</li> <li>- Modèle d'état des machines électriques, transformations usuelles : Park, Concordia.</li> <li>- Modélisation de Park : hypothèses simplificatrices, équations électriques et électromécaniques.</li> <li>- Commande en vitesse et en couple des machines électriques.</li> <li>- Machine synchrone associée aux convertisseurs statiques, analogies avec machine à courant continu. Commande vectorielle.</li> <li>- Etude des cas : simulation dans l'environnement de MATLAB/SIMULINK.</li> </ul> <p><u>Compétences visées :</u> Être capable mettre en œuvre les techniques de contrôle-commande des machines électriques et réseaux</p> <p><u>Modalités d'évaluation :</u> Devoir écrit, simulation, projet</p> <p><u>Sources documentaires :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guy Lasne, Électrotechnique, Édition Dunod, 2008</li> <li>- Guy Lasne, Énergie électrique : Exercices et problèmes, Édition Dunod, 2019</li> <li>- D. Celestin, J. P. Huet, J.L. Valliamée, Génie électrique et développement durable- Résumé de cours et exercices corrigés, Édition Elipses, 2011</li> </ul>		
<p><b>ECUE 2 : Machines électrotechniques et réseaux de transport de l'énergie (Coef: 3) – 28h (Cours, TD) - 20h (Estimation temps de travail personnel)</b></p> <p><u>Objectifs :</u> Analyser les systèmes de production et les réseaux de de transport et de distribution de l'énergie électrique.</p> <p><u>Contenu :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Systèmes de production de l'énergie électrique : <ul style="list-style-type: none"> <li>•Sources de production de l'énergie électrique ;</li> </ul> </li> </ul>		

- Régulation de la puissance mécanique en fonction de la demande de l'énergie électrique.
- Réseaux de transport de l'énergie électrique : aérien et souterrain.  
Détermination des paramètres des lignes ; constantes réparties : résistance, inductance, capacité et conductance.
- Transport et contrôle de l'énergie électrique
  - Transformation de l'énergie électrique ; transformateur, redresseur.
  - Contrôle de la puissance réactive par éléments passifs et actifs,
  - Contrôle des harmoniques et des déséquilibres du réseau.
  - Protection des équipements et des réseaux.

#### Compétences visées :

- Être capable d'analyser les fonctions importantes de la production et du transport de l'énergie et d'appréhender les enjeux techniques et économiques.

#### Modalités d'évaluation :

Devoir écrit ; rapport de synthèse

#### Sources documentaires :

- Guy Lasne Électrotechnique, Édition Dunod, 2008
- Guy Lasne, Énergie électrique : Exercices et problèmes, Édition Dunod, 2019
- D. Celestin, J. P. Huet, J.L. Valliamée, Génie électrique et développement durable- Résumé de cours et exercices corrigés, Édition Elipses, 2011
- Giorgio Rizzoni Principles and applications of Electrical Engineering, McGraw-Hill International Edition

### **ECUE 3 :**

**Gestion de l'énergie HT, BT : production, distribution, stockage (Coef: 4) – 40h (Cours, TD) - 20h (Estimation temps de travail personnel)**

#### Gestion de l'énergie HT, BT : production, distribution, stockage

##### Objectifs :

- Être capable d'analyser et de modéliser les systèmes de
  - Production : hydraulique, thermique, photovoltaïque, éolienne.
  - Transport d'énergie haute tension : transformation HT/BT, comptage, protection.
  - Réseaux HVDC
  - Distribution de l'énergie électrique basse tension, typologie, sécurité de fourniture d'énergie, appareillage, protection.
  - Stockage de l'énergie : stockage gravitaire d'eau avec pompage, stockage cinétique avec volant d'inertie, électrochimique, électrostatique.

##### Contenu :

- Conversion d'énergie hydraulique, thermique, photovoltaïque et éolienne en énergie électrique : dimensionnement, technologie, gestion et sécurité, intégration dans le réseau électrique ;
- Appareillage HT et BT : mesurage, comptage, sécurité et protection.
- Conversion AC-DC, DC-AC, AC-AC, postes de transformation.
- Batterie d'accumulateurs, supercondensateur : dimensionnement, technologie. Association série parallèle, autonomie.
- Smart grids.
- Etude des cas de production, transport et stockage de l'énergie cinétique
- Enjeux économique et environnementaux du développement durable et énergies renouvelables.

##### Compétences visées :

- Être capable d'analyser, dimensionner et synthétiser les réseaux de transport HT et de distribution BT.

- Mettre en œuvre les techniques de protection et assurer la sécurité de la fourniture de l'énergie électrique.
- Appréhender les notions de smart grids.

Modalités d'évaluation :

Devoir écrit, devoir maison

Sources documentaires :

- Guy Lasne, Électrotechnique, Édition Dunod, 2008
- Guy Lasne, Énergie électrique : Exercices et problèmes, Édition Dunod, 2019
- D. Celestin, J. P. Huet, J.L. Valliamée, Génie électrique et développement durable- Résumé de cours et exercices corrigés, Édition Elipses, 2011
- Giorgio Rizzoni Principles and applications of Electrical Engineering, McGraw-Hill International Edition.

Positionnement : Semestre 9	<b>UE : Option (conception)</b>	ECTS : 10 Nombre d'heures : 96h Modalité : Présentiel (100%) – Distanciel (0%) – Projet (75%)
L'UE <b>Option (conception)</b> est constituée de 4 éléments constitutifs : ECUE1 Eléments finis, ECUE2 Management de l'innovation, ECUE3 Eco-conception, ECUE4 PLM (Product Life Management).		
<p><b>ECUE 1 :</b>  <b>Eléments finis (Coef: 2) – 28h (Cours, TD, TP) - 30h (Estimation temps de travail personnel)</b></p> <p><u>Objectifs :</u>  La méthode des éléments finis (FEM) est une technique mathématique utilisée pour simuler presque n'importe quel phénomène physique donné. -i) Il permet à l'étudiant en génie mécanique de tester et de prédire virtuellement le comportement des structures mécaniques en plus de résoudre des problèmes d'ingénierie complexes. ii) Elle lui permet de développer une analyse critique sur un modèle numérique par éléments finis.</p> <p><u>Contenu :</u>  La méthode des éléments finis (MEF) sera introduite à l'aide des chapitres suivants :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Lignes principales de la MEF à travers un exemple mathématique</li> <li>2) Approximation par éléments finis</li> <li>3) Formulations intégrales et discrétisation</li> <li>4) Formulation matricielle et intégration numérique.</li> </ol> <p><u>Compétences visées :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Compréhension des bases de la méthode des éléments finis</li> <li>2) Application de la MEF pour résoudre les problèmes d'équilibre : analyse linéaire des structures.</li> </ol> <p><u>Modalités d'évaluation :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) CC 30%</li> <li>2) EXAMEN 70%</li> </ol> <p><u>Sources documentaires :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Méthode des éléments finis (Français), par Gouri Dhatt , Gilbert Touzot et Emmanuel Le François.</li> <li>2) Finite Element procedures, K-J. Bathe</li> </ol>		
<b>ECUE 2 :</b>		



## **Management de l'innovation (Coef: 1) – 20h (Cours, Projet) - 10h (Estimation temps de travail personnel)**

### Objectifs :

Ce cours s'intéresse aux activités de conception qui peuvent produire, sous certaines conditions, de l'innovation. Il mobilise les théories contemporaines de gestion, définies comme le meilleur état de l'art des travaux issus de l'analyse de pratiques innovantes, afin de présenter aux auditeurs les organisations, les raisonnements et les outils de la gestion de l'innovation.

Le cours poursuit plusieurs objectifs :

- définir les concepts, les problématiques et les enjeux de l'innovation contemporaine...
- en tirer les conséquences en termes de gestion de la conception (conception réglée et conception innovante)
- ce qui conduit à présenter les théories récentes de la gestion de l'innovation, les méthodes d'organisation, de pilotage et d'évaluation de l'innovation et les formes de raisonnement des concepteurs
- connaître le monde professionnel innovant, contemporain et historique, à la fois dans ses succès et dans ses échecs.

### Contenu :

1. La figure de l'innovation en management : repères, enjeux, données

2. La croissance par l'innovation répétée.

3. Le raisonnement de conception innovante : Théorie C-K (CONCEPT-KNOWLEDGE)

Théorie de la décision versus conception

Théorie de la conception innovante

Applications C-K

4. Conception réglée et management de projets.

Cadre général de la conception réglée

Brève histoire de la conception réglée

Le raisonnement de conception ou les langages de la conception systématique

Analyse de la tâche, planification et ordonnancement des projets d'innovation

Analyse du besoin : analyse fonctionnelle

L'axiomatique de la conception de Nam Suh

5. Manager l'organisation de l'innovation.

Le modèle RID (recherche innovation développement)

Les équipes projets d'innovation

6. Management stratégique de l'innovation

Le management de l'innovation de rupture : Clayton Christensen

Succès technologiques et échecs de marché

Innovation ouverte

Valeur et exploration

### Compétences visées :

Le cours vise à développer plusieurs types de compétences :

- être capable de conduire des projets innovants
- savoir formuler et mettre en œuvre des stratégies d'innovation
- savoir structurer un raisonnement de conception innovante en articulant des concepts et des connaissances
- développer la capacité d'intervention sur des cas d'innovation

### Modalités d'évaluation :

QCM

### Sources documentaires :

Gilles Garel et Elmar Mock : La Fabrique de l'innovation, Dunod, 2016

Bloch A. et Manceau D. (2000) : De l'idée au marché, Innovation et lancement de produits, Paris, Vuibert.  
Burgelman R, Christensen C. and Wheelwright, C. (2003) : Strategic Management of Technology and Innovation. HBSP 4th ED.

### **ECUE 3 :**

**Eco-conception (Coef: 3) – 28h (Cours, TD) - 12h (Estimation temps de travail personnel)**

#### Objectifs :

Comprendre les enjeux de l'éco conception dans une démarche d'économie circulaire au sein d'un programme plus vaste de développement Durable.

#### Contenu :

Mettre en application une démarche d'éco conception sur produit réel  
Généralités sur le développement durable  
Comprendre l'économie circulaire avec exemples réels et étude de cas  
Comprendre la notion d'unité fonctionnelle  
Introduction et application de l'Analyse du cycle de vie des produits (Logiciel LCA ou Base Impact de l'ADEME) Application de l'éco conception à un produit réel (Base Impact de l'ADEME)

#### Compétences visées :

Être capable de mettre en œuvre de l'économie Circulaire, Analyse du Cycle de vie, Eco conception

#### Modalités d'évaluation :

Projet

#### Sources documentaires :

ADEME

### **ECUE 4 :**

**PLM (Coef: 3) – 20h (Cours, TD, PROJET) - 20h (Estimation temps de travail personnel)**

#### Objectifs :

Comprendre et savoir mettre en place une approche PLM sur un produit mécanique

#### Contenu :

Connaitre les différentes phases du cycle de vie du produit, analyser le besoin spécifique de l'approche.  
Connaitre les structures intégrées et exclues dans l'approche PLM, les méthodologies et les processus, savoir utiliser les outils informatiques dédiés (SAP, ENOVIA, CATIA V6). Savoir mettre en place un reengineering (cartographie des processus, notion de V.A par service...)

#### Compétences visées :

- Être capable de mettre en œuvre le suivi et la gestion des évolutions d'un produit tout au long de son cycle de vie.

#### Modalités d'évaluation :

Rapport, Présentation- projet

#### Sources documentaires :

LE REENGINEERING ed DUNOD M. HAMMER et J.CHAMPY - Product life Management – M.Grieves

Positionnement : semestre 9	<b>UE : Techniques de l'ingénieur</b>	ECTS : 6 Nombre d'heures : 88h Modalité : Présentiel (100%)
<p>L'UE <b>Techniques de l'ingénieur</b> est constituée de 3 éléments constitutifs d'UE : ECUE1 Innovation, créativité, recherche, ECUE2 Robotique, ECUE3 Analyse des risques, AMDEC.</p> <p>La note finale associée à cette UE est calculée en pondérant les notes des 3 ECUE avec les coefficients associés.</p>		
<p><b>ECUE 1 :</b>  <b>Innovation, créativité, recherche (Coef: 2) – 28h (Cours, TD) - 8h (Estimation temps de travail personnel)</b></p> <p><u>Objectifs :</u>  Initier les apprentis ingénieurs aux méthodes et outils permettant de stimuler la créativité et l'innovation.  Comprendre les enjeux et le processus d'innovation.  Intégrer l'importance de la veille stratégique et du management de l'information.  Acquérir une méthodologie et des outils éprouvés pour stimuler l'innovation et créer de la rupture stratégique.  Savoir transformer les idées en solutions innovantes.  Développer sa capacité à identifier et sélectionner les opportunités d'innovation.  Se forger un état d'esprit et développer sa créativité en groupe, à travers la réalisation d'un cas pratique.</p> <p><u>Contenu :</u>  De la génération de l'idée à sa transformation en solution innovante, maîtriser les enjeux, leviers et processus liés à l'innovation, grâce à une méthodologie et des outils performants.</p> <p><b>Créer la rupture stratégique grâce à l'innovation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comment créer la rupture stratégique, créer de la valeur par l'innovation ?</li> <li>- Sources de créativité. Biomimétisme, idées venues d'ailleurs, pluridisciplinarité, sensorialité.</li> <li>- Innovation et marché : besoins inexprimés du marché, identifier les signaux faibles.</li> <li>- Innover pour quoi faire ? Résoudre un problème, faire face à une nécessité, profiter d'une opportunité de marché, réaliser une vision.</li> <li>- Idées reçues sur l'innovation.</li> <li>- FCS des innovations.</li> <li>- Les différents types d'innovation : technology push, market pull, market push. Innovation incrémentale/ de rupture.</li> <li>- Définitions : idée et innovation, veille, rôle de l'information dans le processus d'innovation.</li> <li>- Best practices</li> </ul> <p><b>Transformer l'idée en innovation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Veille technologique, benchmark sur le marché et hors du marché, identification de briques technologiques et d'idées venues d'ailleurs, d'opportunités de développement. Faisabilité technique.</li> <li>- Désirabilité (modèle SAVE), quels besoins et bénéfices pour les cibles. Niveau d'implication des cibles visées.</li> </ul> <p>Quels problèmes identifiés et solution réelle apportée ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construire un business model innovant (Business Model Canvas). Viabilité de l'innovation.</li> <li>- Stimuler la créativité en groupe grâce à l'approche centrée sur l'identification des problèmes des utilisateurs.</li> </ul> <p><b>Le processus d'innovation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comment favoriser l'émergence d'idées nouvelles ? Innover plus et mieux.</li> <li>- Voies possibles de dynamisation du processus innovant. Innovation attendue/ non attendue.</li> <li>- Comment favoriser l'émergence d'idées nouvelles ?</li> <li>- Les apports de la veille technologique et des brevets à l'innovation.</li> <li>- Une méthode éprouvée pour innover : la créativité technologique ouverte.</li> </ul> <p>Comparatif des différentes méthodes</p>		

- Les différentes phases : préparation/ incubation/ création/sélection/ faisabilité.
- Dimensions, règles, techniques et outils de créativité.
- Exemples d'application détaillés :  
« Nouvelles voies de lavage écoresponsables du linge », « Innover avec le silicone dans les soutiens-gorge »,  
« Innovation produits et packaging pour le fast food ».

#### Compétences visées :

Conceptualisation - capacité à concevoir une solution innovante à partir d'éléments de marché, de stratégie et de ressources.

Application - capacité à traduire une solution innovante en processus d'organisation, en besoin et en plan d'action.

Evaluation - capacité à évaluer la viabilité et la faisabilité d'une solution innovante à partir d'un business model.

#### Modalités d'évaluation :

TP étude de cas, Evaluation du projet final présenté à l'oral (avec support ppt) en groupe.

#### Moyens pédagogiques :

Amener les participants, par la connaissance des meilleures pratiques, la méthodologie, les outils adaptés, et la mise en situation (cas pratique d'application en groupe) à se forger un état d'esprit et à expérimenter une démarche permettant de stimuler l'innovation. Animation et coaching des groupes par le formateur.

#### Sources documentaires :

Savoir développer sa créativité, Bouillercie et Carré, Ed. Retz.

La créativité mode d'emploi, Jaoui, Ed. ESF.

L'Innovation Peters. Ed. ESF.

Objectif : Innovation, de JY Prax, B Buisson, P Silberzahn, Dunod

### **ECUE 2 :**

#### **Robotique (Coef: 2) – 32h (Cours, TD, Projet) - 10h (Estimation temps de travail personnel)**

Objectifs : Dans le cadre de cette ECUE, l'apprenti devra acquérir des notions solides sur la mise en place de solutions de robotique industrielle robotisées. A l'issue de cette ECUE, l'apprenti ingénieur devra maîtriser un langage de programmation pour un robot industriel.

#### Contenu :

- Généralité sur la robotique.
- Introduction à la modélisation géométrique et cinématique des robots type série.
- Simulation robotique en utilisant Robodk
- Projet de création d'une chaîne d'assemblage robotisée et sa validation fonctionnelle à l'aide des robots NED2 et UR

#### Compétences visées :

Être capable de mettre en œuvre ses connaissances et compétences en robotique autour d'un projet concret.

#### Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, Projet

#### Sources documentaires :

Programming — Niryo Studio User Manual v4.1.1 documentation

[https://docs.niryo.com/dev/ros/v4.1.0/en/source/ros\\_wrapper.html](https://docs.niryo.com/dev/ros/v4.1.0/en/source/ros_wrapper.html)

<https://github.com/cyberbotics/urdf2webots>

[https://github.com/NiryoRobotics/niryo\\_one](https://github.com/NiryoRobotics/niryo_one)

<https://blogs.3DExpérience3d.com/2020/11/19/robotics-simulation-in-3DExpérience-is-as-easy-as-1-2-3/>  
[https://docs.niryo.com/dev/ros/source/ros/niryo\\_robot\\_RoboDK.html](https://docs.niryo.com/dev/ros/source/ros/niryo_robot_RoboDK.html)

### **ECUE 3 :**

**Analyse des Risques /AMDEC (Coef: 2) – 28h (20 h Cours, 4h TD, 4h TP/Projet ) - 20h (Estimation temps de travail personnel)**

#### Objectifs :

- Permettre à une entreprise d'entreprendre un projet avec un risque calculé
- Développer des concepts, des méthodes, des démarches permettant de diminuer le caractère critique d'un risque.
- Établir les cartographies des risques en modélisant leur impact sur le fonctionnement normal des processus de l'entreprise

#### Contenu :

- Présentation générale de l'entreprise : la chaîne structurelle, le risque d'entreprendre
  - L'étude des risques : probabilités et impact, probabilité de succès
  - Approche nouvelle du pilotage de projet par les risques
  - Le modèle décisionnel décision-risques-coûts (DR<sup>2</sup>C)
  - La maîtrise des risques et des coûts
  - L'approche mathématique du coût d'un projet avec l'évaluation du niveau de risque
  - L'arbre de défaillance, l'arbre des causes et les variantes
  - Les risques organisationnels et humains
  - L'AMDEC : ses généralités et ses environnements
  - Définition de la sévérité d'une AMDEC par la cotation
  - Optimisation du plan d'action d'une AMDEC par les concepts de performance (Q<sup>2</sup>CD)
- Gestion de projet et analyse de risque (méthodes anticipatives, diagramme d'Ishikawa, théorie des 5 Whys, management humain et gestion des risques).

#### Compétences visées :

Être capable :

- d'anticiper les risques d'un projet, de son entreprise ou de son organisation.
- de concevoir et d'initier une démarche d'analyse des risques dans le secteur dont il a la responsabilité, et de participer à la démarche
- de collecter l'ensemble des risques, de les traiter et de les classer par famille
- de déterminer la criticité et l'IPR de chaque risque
- de proposer une nouvelle approche du pilotage de projet par les risques
- de piloter un projet intégralement en y incorporant l'analyse des risques, l'AMDEC, le plan d'action, les préconisations

#### Modalités d'évaluation :

- Cours, Etude de cas, TP en groupe, TD, Exposé oral

#### Sources documentaires :

- Organiser la gestion des risques- 3<sup>ème</sup> édition- Collection Les Guides Directions –ESF EDITEUR- 2020-Marc Moulaire
- Guide des sciences et technologies industrielles – Afnor Editions Nathan -2017- Jean-Louis Fanchon
- Le grand livre du responsable qualité- Références- EYROLLES Editions d'Organisation-2016-Florence GILLET-GOIGNARD / Bernard SENO
- AMDEC. Guide pratique- 2<sup>ème</sup> Edition-2007-Gérard Landy
- Pratique de l'AMDEC- L'Usine Nouvelle- DUNOD- 2004- Jean Faucher

Positionnement : Semestre 10	<b>UE : Option (production automatisée)</b>	ECTS : 6 Nombre d'heures : 60h Modalité : Présentiel (100%) – Distanciel (0%) – Projet (100%)
L'UE <b>Option (production automatisée)</b> est constituée d'1 élément constitutif : ECUE1 Projet d'innovation et recherche « production automatisée ».		
<p><b>ECUE 1 :</b>  <b>Projet d'innovation et recherche « production automatisée » (Coef: 6) – 60h (Projet) - 30h (Estimation temps de travail personnel)</b></p> <p><u>Objectifs :</u>  Établir le modèle unique et partagé (maquette numérique) de toutes les phases de vie d'un produit liées à sa création, conception, industrialisation et fabrication, au moyen d'un outil de CFAO (Catia , pro-ingeneer..)</p> <p><u>Contenu :</u>  Le projet doit permettre de vérifier la maîtrise des savoirs et savoir-faire de la spécialité tels que :  Prise en compte des contraintes métier dans la définition des formes  Processus de transformation  Conception produit-process inclure les activités suivantes :  Définition d'une pièce  Finition de la pièce  Génération de la gamme  Génération des phases  Tolérancement des phases  Validation des choix déclinées sur un produit ou un mécanisme industriel choisi en relation avec le partenaire industriel, client du projet</p> <p><u>Compétences visées :</u>  Être capable de définir le produit, les processus et les moyens répondant à un cahier des charges donné.</p> <p><u>Modalités d'évaluation :</u>  Dossier écrit, soutenance devant un jury paritaire comprenant client du projet</p>		

Positionnement : Semestre 10	<b>UE : Option (électrotechnique)</b>	ECTS : 6 Nombre d'heures : 60h Modalité : Présentiel (100%) – Distanciel (0%) – Projet (100%)
L'UE <b>Option (électrotechnique)</b> est constituée d'1 élément constitutif : ECUE1 Projet d'innovation et recherche « étude électrotechnique ».		
<p><b>ECUE 1 :</b>  <b>Projet d'innovation et recherche « étude électrotechnique » (Coef: 6) – 60h (Projet) - 30h (Estimation temps de travail personnel)</b></p>		

<p><u>Objectifs</u> :</p> <p>A travers le projet industriel, l'apprenti ingénieur devra être capable de développer ou modifier, voire de mettre en service un système industriel complexe impliquant de l'électrotechnique.</p> <p><u>Contenu</u> :</p> <p>Étude et dimensionnement d'un ensemble mettant en œuvre des entraînements à vitesse variable dans un environnement industriel</p> <p>Conception et mise au point d'un système de production alliant des sources d'énergie électriques variées.</p> <p><u>Compétences visées</u> :</p> <p>Être capable de mener à bien un projet complexe</p> <p><u>Modalités d'évaluation</u> :</p> <p>Dossier écrit, soutenance devant un jury paritaire comprenant client du projet</p>

Positionnement : Semestre 10	<b>UE : Option (conception)</b>	ECTS : 6 Nombre d'heures : 60h Modalité : Présentiel (100%) – Distanciel (0%) – Projet (100%)
<p>L'UE <b>Option (conception)</b> est constituée d'1 élément constitutif : ECUE1 Projet d'innovation et recherche d'éco conception.</p>		
<p><b>ECUE 1 :</b>  <b>Projet d'innovation et de recherche d'éco-conception (Coef: 6) – 60h (Projet) - 30h (Estimation temps de travail personnel)</b></p> <p><u>Objectifs</u> :</p> <p>Projet à réaliser dans le cadre d'un projet pédagogique, d'une réponse à un concours ou un appel d'offre.</p> <p><u>Contenu</u> :</p> <p>Le projet devra répondre à cette définition : Démarche innovante, permettre aux entreprises d'intégrer les critères environnementaux dès la phase de conception d'un produit (bien ou service) afin d'en diminuer les impacts tout au long de son cycle de vie (de l'extraction des matières premières jusqu'à la fin de vie). Le projet devra intégrer obligatoirement une analyse de cout et en collaboration avec différents acteurs (entreprises, administration,)</p> <p><u>Compétences visées</u> :</p> <p>Être capable de réaliser un projet innovant complexe</p> <p><u>Modalités d'évaluation</u> :</p> <p>Dossier + soutenance</p>		