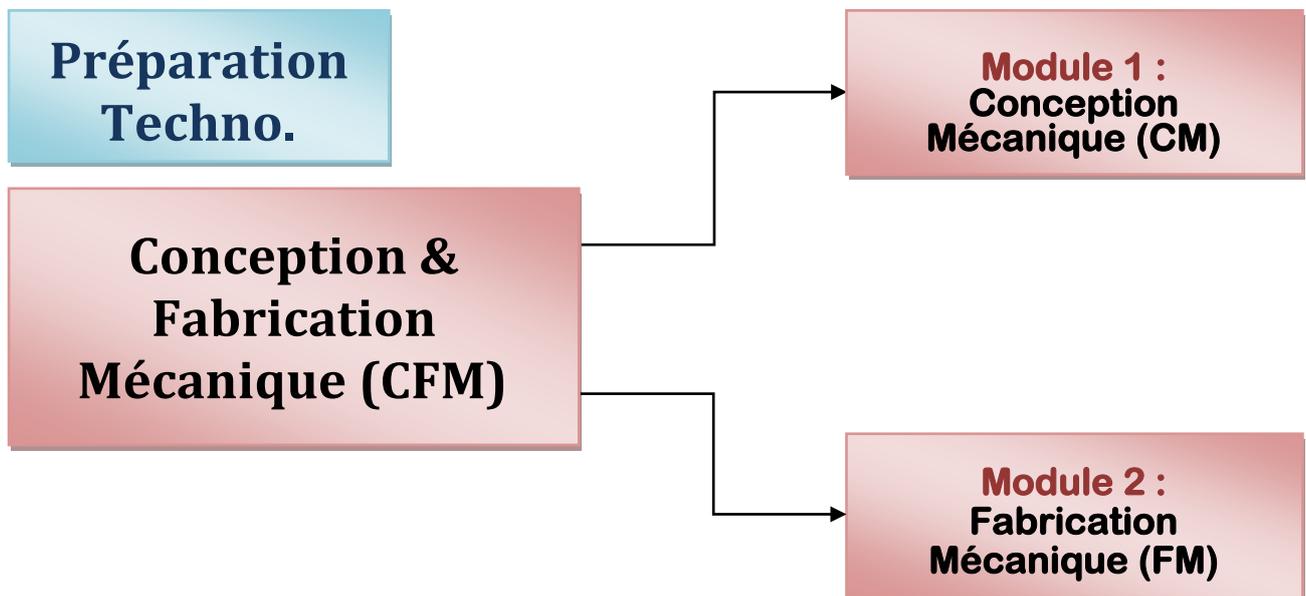


CONCEPTION & FABRICATION MECANIQUE (CFM)



FILIERE Technologique

MODULE 1 : CONCEPTION MECANIQUE

I. ETUDE DES SYSTEMES TECHNIQUES	VOLUME HORAIRE RECOMMANDE	NIVEAU	SEMESTRE
	11 H	1^{ère} année	S1
<p>Objectifs généraux</p> <p>A partir d'un système et/ou de sa documentation technique, l'étudiant doit être capable de :</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Savoir entreprendre une démarche d'analyse fonctionnelle qui consiste à rechercher, ordonner, caractériser et hiérarchiser les fonctions du produit attendu par l'utilisateur ; ❖ Identifier les solutions techniques et les composants associés ; ❖ Identifier les composantes d'une chaîne d'information et d'une chaîne d'énergie. 			
CONTENU	COMMENTAIRES	DUREE RECOMMANDEE	
<p>I.1- ANALYSE FONCTIONNELLE</p> <p>I.1.1- Démarche de l'analyse fonctionnelle</p> <p style="padding-left: 20px;">I.1.1.1- Etape 1 : Recenser les fonctions</p> <p style="padding-left: 20px;">I.1.1.2- Etape 2 : Ordonner les fonctions</p> <p style="padding-left: 20px;">I.1.1.3- Etape 3 : Caractériser les fonctions (Critères d'appréciation, Niveaux et flexibilité)</p> <p style="padding-left: 20px;">I.1.1.4- Etape 4 : Hiérarchiser les fonctions</p> <p>I.1.2- Méthodes d'analyse fonctionnelle</p> <p style="padding-left: 20px;">I.1.2.1- Méthode APTE</p> <p style="padding-left: 20px;">I.1.2.2- Méthode SADT</p> <p style="padding-left: 20px;">I.1.2.3- Méthode FAST</p>	<p>Les activités sont organisées à partir à partir d'un système et/ou de sa documentation technique. Elles peuvent être introduites par des activités de travaux pratiques.</p> <p>Le résultat d'une analyse fonctionnelle est le Cahier Des Charges Fonctionnel (CDCF) qui formalise les exigences pour chaque fonction en termes de critères d'appréciation, avec des niveaux requis et des indications de flexibilité.</p> <p>Rappeler le cycle de vie d'un produit.</p>	5 H	

	<p>L'analyse fonctionnelle par l'outil « SADT » doit de permettre d'identifier les constituants principaux, pour un système existant à partir d'un dossier technique préparé à cet effet.</p> <p>Les compétences acquises doivent permettre de compléter un diagramme FAST et SADT</p>	
<p>I.2- STRUCTURE D'UN SYSTEME AUTOMATISE</p> <p>I.2.1- Chaîne d'énergie</p> <p> I.2.1.1- Alimenter en énergie (Source d'énergie)</p> <p> I.2.1.2- Distribuer l'énergie (Pré-actionneurs)</p> <p> I.2.1.3- Convertir l'énergie (Actionneurs)</p> <p> I.2.1.4- Transmettre l'énergie (Transmetteurs de puissance et de mouvement)</p> <p>I.2.2- Chaîne d'information</p> <p> I.2.2.1- Mesurer une grandeur physique (Capteurs)</p> <p> I.2.2.2- Traiter les informations (Unité de traitement)</p> <p> I.2.2.3- Communiquer (Interface de communication)</p> <p>I.2.3- Mesure des grandeurs physiques manipulées dans le domaine de la mécanique</p> <p> I.2.3.1- Capteur de position</p> <p> I.2.3.2- Capteur de vitesse angulaire</p> <p> I.2.3.3- Capteur d'accélération</p> <p> I.2.3.4- Capteur de force</p> <p> I.2.3.5- Capteur de couple</p>	<p>Les compétences acquises doivent permettre d' :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Identifier le ou les actionneurs ainsi que les pré-actionneurs associés et définir la nature des énergies d'entrée et de sortie ; ✓ Identifier le ou les transmetteurs. <p>Les compétences acquises doivent permettre de :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Identifier le ou les capteurs ; ✓ Définir la nature des informations d'entrée et de sortie. 	<p>6 H</p>

II. COMMUNICATION TECHNIQUE	VOLUME HORAIRE RECOMMANDE	NIVEAU	SEMESTRE
	12 H	1^{ère} année	S1
<p>Objectifs généraux</p> <p>L'étudiant doit être capable de :</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Lire et comprendre le dessin d'ensemble d'un système mécanique et définir une des pièces de ce système soit par la méthode de projection orthogonale soit par une perspective cavalière ou isométrique ; ❖ Concevoir et « manipuler » mentalement un volume, de le représenter graphiquement en 2D ou en 3D à l'aide d'un logiciel de CAO pendant les séances de travaux pratiques ; ❖ Définir la cotation dimensionnelle d'une pièce. 			
CONTENU	COMMENTAIRES	DUREE RECOMMANDEE	
II.1-PROJECTION ORTHOGONALE, COUPES ET SECTIONS (RAPPELS ET DEFINITIONS)	<p>Les principales règles de dessin technique sont des prérequis.</p> <p>Les activités sont conduites dans la mesure du possible à l'aide de l'outil informatique.</p> <p>Les applications doivent traiter le cas d'une pièce extraite à partir d'un système et/ou de sa documentation technique.</p>	4 H	
II.2-TRACE ET INTERSECTIONS USUELLES II.2.1- Intersection plan/plan II.2.2- Intersection plan/cylindre II.2.3- Intersection cylindre/cylindre	L'illustration des différentes intersections spécifiques pourront être exposées en CAO.	4 H	
II.3-PERSPECTIVES CAVALIERE ET ISOMETRIQUE		4 H	

III. SPECIFICATIONS DIMENSIONNELLES, GEOMETRIQUES ET D'ETATS DE SURFACE	VOLUME HORAIRE RECOMMANDE	NIVEAU	SEMESTRE
	10 H	1^{ère} année	S1
<p>Objectifs généraux</p> <p>L'étudiant doit être capable de :</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Lire et écrire les spécifications dimensionnelles et géométriques ISO ; ❖ Identifier et installer une cote condition et établir la chaîne de cotes associées ; ❖ Identifier et installer les tolérances géométriques et l'état de surfaces associées aux surfaces fonctionnelles d'une pièce selon les normes ISO. 			
CONTENU	COMMENTAIRES	DUREE RECOMMANDEE	
<p>III.1- SPECIFICATIONS DIMENSIONNELLES</p> <p>III.1.1- Définition</p> <p>III.1.2- Système ISO de tolérance</p> <p>III.1.3- Ajustements</p> <p>III.1.4- Mesure et contrôle</p>	<p>Rappeler les règles de base de la cotation dimensionnelle.</p> <p>Identifier et choisir l'ajustement relatif à chaque cas de fonctionnement.</p> <p>On se limitera à une description sommaire des instruments de mesure et de contrôle.</p>	2 H	
<p>III.2- COTATION FONCTIONNELLE</p> <p>III.2.1. Définition</p> <p>III.2.2. Représentation vectorielle des chaînes de cotes</p> <p>III.2.3. Mise en place d'une chaîne de cotes par l'utilisation du graphe des contacts</p>	<p>Au moins une application doit traiter du cas de la cotation d'un plan de jauge (cône, deux plans inclinés).</p>	2 H	
<p>III.3- SPECIFICATIONS GEOMETRIQUES</p> <p>III.3.1- Spécifications géométriques de forme, d'orientation, de position et de battement</p> <p>III.3.2- Eléments de tolérance, éléments de référence, références spécifiées, zone de tolérance</p>	<p>Les tolérances géométriques seront déterminées qualitativement. Le calcul de leur étendue n'est pas au programme.</p> <p>Les définitions sont décrites par les normes ISO en vigueur.</p> <p>La démarche sera celle du GPS (Spécification Géométrique de Produits, ou Geometrical Product Specification).</p>	4 H	
<p>III.4- ETAT DE SURFACE</p> <p>III.4.1- Différents écarts géométriques</p> <p>III.4.2- Paramètres 2D liés à la ligne moyenne : Paramètres d'amplitude</p> <p>III.4.3- Indications des spécifications 2D sur le dessin de définition</p>	<p>Le choix d'une spécification d'état de surface se fait en relation avec la fonction à remplir par la surface et le procédé de fabrication.</p>	2 H	

IV. ANALYSE DES MECANISMES	VOLUME HORAIRE RECOMMANDE	NIVEAU	SEMESTRE
	16 H	1^{ère} année	S1
<p>Objectifs généraux</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Etablir un graphe des liaisons et réaliser un schéma cinématique minimal d'un mécanisme ; ❖ Déterminer les torseurs statique et cinématique de la liaison équivalente (liaisons en série ou en parallèle) ; ❖ Savoir déterminer le degré de mobilité et d'hyperstatisme ; ❖ Identifier les inconnues hyperstatiques afin de préciser les conséquences géométriques de l'hyperstaticité. 			
CONTENU	COMMENTAIRES	DUREE RECOMMANDEE	
<p>IV.1- MODELISATION DES LIAISONS NORMALISEES</p> <p>IV.1.1- Présentation : Nature de contact, degrés de liberté, degrés de liaisons</p> <p>IV.1.2- Torseurs statique et cinématique des liaisons</p> <p>IV.1.3- Schématisation des liaisons</p>		2 H	
<p>IV.2- SCHEMATISATION DES MECANISMES</p> <p>IV.2.1-Définition d'un mécanisme</p> <p>IV.2.2-Graphe des liaisons</p> <p>IV.2.3-Schéma cinématique, architectural et technologique</p>	Élaborer un schéma cinématique plan ou 3D, un schéma architecturale et technologique d'un mécanisme (réel, maquette numérique, plan d'ensemble, etc...).	2 H	
<p>IV.3- LIAISON EQUIVALENTE (TORSEUR CINEMATIQUE ET TORSEUR STATIQUE)</p> <p>IV.3.1- Liaison parallèle</p> <p>IV.3.2-Liaison en série</p>		4 H	
<p>IV.4- MECANISME A CHAINE FERMEE</p> <p>IV.4.1- Degré de mobilité</p> <p>IV.4.2- Degré d'hyperstatisme</p>	<p>Prévoir des applications sur des cas réels (mécanisme de transmission et de transformation de mouvement).</p> <p>Identifier les conséquences géométriques de l'hyperstaticité.</p> <p>Déterminer une loi entrée sortie cinématique.</p>	4 H	
<p>IV.5- MECANISME A CHAINE COMPLEXE</p> <p>IV.5.1-Nombre cyclomatique</p> <p>IV.5.2-Degré de mobilité</p> <p>IV.5.3-Degré d'hyperstatisme</p>		4 H	

V. ETUDE DES FONCTIONS TECHNIQUES	VOLUME HORAIRE RECOMMANDE	NIVEAU	SEMESTRE
	49 H	1^{ère} année	S2
<p>Objectifs généraux</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Caractériser les fonctions techniques suivantes : fonction assemblage, fonction guidage en rotation, fonction guidage en translation et fonction transformation de mouvement par vis écrou ; ❖ Choisir et justifier une solution technique ; ❖ Dimensionner une solution technique. 			
CONTENU	COMMENTAIRES	DUREE RECOMMANDEE	
<p>V.1- FONCTION ASSEMBLAGE</p> <p>V.1.1- Classification</p> <p>V.1.1.1- Assemblage par éléments filetés</p> <p>V.1.1.2- Assemblage par clavetage et / cannelures</p> <p>V.1.1.3- Assemblage par goupilles</p> <p>V.1.1.4- Emmanchements : Cylindrique et conique</p> <p>V.1.1.5- Assemblages soudés</p> <p>V.1.1.6- Assemblages collés</p> <p>V.1.2- Critère de choix</p> <p>V.1.3- Dimensionnement</p> <p>V.1.3.1- Calcul des clavettes au cisaillement et au matage</p> <p>V.1.3.2- Calcul des goupilles au cisaillement</p> <p>V.1.3.3- Résistance des vis</p> <p>V.1.3.4- Calcul au frettage</p>	<p>Une description sommaire des différents types d'assemblages.</p> <p>Traiter des applications en tenant compte des critères de charge, de pression et d'encombrement. Ces critères ne sont pas exhaustifs. Les critères économiques et sécuritaires de sélection seront évoqués.</p> <p>L'étudiant doit être capable de déterminer les sollicitations auxquelles sont soumis les différents éléments intervenant dans la réalisation de cet assemblage.</p> <p>Les calculs se limiteront à la vérification de résistance des pièces utilisées.</p> <p>Le calcul de frettage se fait sans démonstration.</p>	10 H	
<p>V.2- FONCTION GUIDAGE EN TRANSLATION</p> <p>V.2.1- Classification</p> <p>V.2.1.1- Par glissement à partir de section cylindrique</p> <p>V.2.1.2- Par glissement à partir de section prismatique</p> <p>V.2.1.3- Par éléments roulants</p> <p>V.2.2- Critère de choix</p> <p>V.2.3- Dimensionnement</p> <p>V.2.3.1- Calcul à l'arc-boutement</p> <p>V.2.3.2- Précision du guidage</p>	<p>Pour les liaisons glissières avec éléments roulants, on se limitera à la présentation de leur principe de fonctionnement et des applications potentielles de cette technologie.</p> <p>Traiter des applications en tenant compte des critères de charge, de vitesse, de précision, de pression, d'encombrement et de rendement. Ces critères ne sont pas exhaustifs. Les critères économiques et sécuritaires de sélection seront évoqués.</p> <p>Le phénomène d'arc-boutement doit être présenté avec les détails de calcul.</p> <p>Application à la conception mettant en œuvre des guidages par glissement et roulement.</p>	10 H	

<p>V.3- FONCTION GUIDAGE EN ROTATION</p> <p>V.3.1- Classification</p> <p>V.3.1.1- Palier glissant à contact direct</p> <p>V.3.1.2- Palier sans contact à film fluide</p> <p>V.3.1.3- Palier à roulements</p> <p>V.3.1.3.1- Différents types de roulements</p> <p>V.3.1.3.2- Types de charges supportées par les roulements</p> <p>V.3.1.3.3- Choix du type de roulement</p> <p>V.3.1.3.4- Modélisation des roulements</p> <p>V.3.1.3.5- Montage des roulements</p> <p>V.3.1.3.6- Choix des ajustements</p> <p>V.3.1.4- Lubrification et étanchéité des paliers à roulements</p> <p>V.3.2- Critère de choix d'un palier</p> <p>V.3.3- Critères de Dimensionnement</p>	<p>Pour les paliers sans contact à film fluide, on se limitera à la présentation des phénomènes physiques mis en jeu.</p> <p>On s'intéressera particulièrement à la modélisation des guidages sur roulements (liaison assurée au niveau de chaque roulement, liaison équivalente, degré d'hyperstatisme). Traiter des applications en tenant compte des critères de charge, de vitesse, de précision, de pression et d'encombrement et de rendement. Ces critères ne sont pas exhaustifs. Les critères économiques et sécuritaires de sélection seront évoqués.</p> <p>Les critères retenus pour les contacts directs sont : p, V et $p.V$;</p> <p>La Durée de vie des roulements sera limitée au type BC avec charge constante et vitesse constants.</p>	<p>18 H</p>
<p>V.4- FONCTION TRANSFORMATION DE MOUVEMENT PAR VIS ECROU</p> <p>V.4.1- Définitions (Profil, nombre de filets, sens de l'hélice)</p> <p>V.4.2- Liaison avec frottement de glissement</p> <p>V.4.2.1- Relation couple – effort axial</p> <p>V.4.2.2- Critère d'irréversibilité (rendement – irréversibilité)</p> <p>V.4.2.3- Calcul de la vis</p> <p>V.4.3- Liaison avec frottement de roulement (vis à éléments roulants)</p>	<p>Dans le cas de la solution par roulement, on se limitera aux vis à billes.</p> <p>Les relations du couple - effort axial sont données avec les détails de calcul.</p> <p>La vis doit se calculer à la résistance et à la pression spécifique.</p>	<p>11 H</p>

VI. ORGANES DE TRANSMISSION DE PUISSANCE	VOLUME HORAIRE RECOMMANDE	NIVEAU	SEMESTRE
	42 H	2^{ème} année	S1
<p>Objectifs généraux</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Identifier les différents organes de transmission ; ❖ Expliquer les caractéristiques principales et le rôle de chaque organe ; ❖ Choisir et justifier une solution. 			
CONTENU	COMMENTAIRES	DUREE RECOMMANDEE	
<p>VI.1- PUISSANCE, TRAVAIL ET ENERGIE MECANIQUE</p> <p>VI.1.1-Puissance mécanique</p> <p>VI.1.2-Travail</p> <p>VI.1.3-Energie, classification, transmission et transformation</p> <p>VI.1.4-Rendement d'un mécanisme</p>	<p>À partir d'un système et/ou de sa documentation technique, une synoptique de transmission sera détaillée (application numérique et unités).</p>	4 H	
<p>VI.2- ACCOUPLEMENT</p> <p>VI.2.1-Principe, fonction</p> <p>VI.2.2-Propriétés : Mouvements relatifs et homocinétisme</p> <p>VI.2.3-Classification</p> <p>VI.2.3.1-Accouplements rigides</p> <p>VI.2.3.2-Accouplements flexibles rigides en torsion</p> <p>VI.2.3.3-Accouplements élastiques en torsion</p> <p>VI.2.3.4-Joint de Cardan et assimilés</p> <p>VI.2.4-Critères de choix</p>	<p>Pour le choix des accouplements se référer à une documentation technique.</p>	8 H	
<p>VI.3- EMBRAYAGES</p> <p>VI.3.1-Classification</p> <p>VI.3.1.1-Embrayages par obstacle</p> <p>VI.3.1.2-Embrayages par adhérence</p> <p>VI.3.1.3-Coupleurs et convertisseurs</p> <p>VI.3.2-Etude des principaux types d'embrayages</p> <p>VI.3.2.1-Etude de l'embrayage à crabots</p> <p>VI.3.2.2-Etude de l'embrayage à disques</p>	<p>L'étude des principaux types d'embrayages se limitera à la détermination de couple transmissible avec les détails de calcul.</p> <p>Les critères de choix sont à titre indicatif: couple, vitesse, type de commande, encombrement, sécurité.</p> <p>Des applications sur les embrayages doivent traiter des cas de mécanismes réels.</p>	12 H	

<p>VI.3.2.3-Etude de l'embrayage à tambour</p> <p>VI.3.3-Critères de choix</p>		
<p>VI.4- FREINS</p> <p>VI.4.1-Classification</p> <p>VI.4.1.1-Freins par contact</p> <p>VI.4.1.2-Freins sans contact</p> <p>VI.4.2-Etude des principaux types de freins</p> <p>VI.4.2.1-Etude du frein à sabot</p> <p>VI.4.2.2-Etude du frein à disque(s)</p> <p>VI.4.2.3-Etude du frein à tambour</p> <p>VI.4.2.4-Etude du frein à sangle</p> <p>VI.4.3-Critères de choix</p>	<p>L'étude des principaux freins portera sur ceux à dissipation de chaleur.</p> <p>L'étude des types de freins se limitera à la détermination de couple de freinage.</p> <p>Le calcul de l'aspect dynamique et énergétique des freins n'est pas au programme.</p> <p>Traiter les solutions technologiques pour la dissipation de chaleur.</p> <p>Les critères de choix sont à titre indicatif: couple, vitesse, type de commande, encombrement, sécurité.</p>	<p>8 H</p>
<p>VI.5- COURROIES</p> <p>VI.5.1-Classification</p> <p>VI.5.1.1-Courroies asynchrones (plates et trapézoïdales)</p> <p>VI.5.1.2-Courroies synchrones (crantées)</p> <p>VI.5.2-Etude cinématique et dynamique des courroies</p> <p>VI.5.2.1-Courroie plate</p> <p>VI.5.2.2-Courroie trapézoïdale</p> <p>VI.5.3-Critères de choix</p>	<p>L'étude cinématique pour les courroies se limitera au calcul de rapport de vitesse.</p> <p>L'étude dynamique pour les courroies se limitera au calcul des tensions de fonctionnement (T et t)</p> <p>Le calcul des paramètres caractéristiques d'une transmission par courroies (tensions, tension de pose, section, longueur...) sera effectué à partir d'un document technique.</p> <p>Les critères de choix sont à titre indicatif: couple, vitesse, encombrement, sécurité.</p>	<p>6 H</p>
<p>VI.6- CHAINES</p> <p>VI.6.1-Généralités</p> <p>VI.6.2-Classification</p> <p>VI.6.3-Choix et dimensionnement des chaînes</p>	<p>Le calcul des paramètres caractéristiques d'une transmission par chaîne (type, nombre de maillon...) sera effectué à partir d'un document technique.</p>	<p>4 H</p>

VII. TRANSMETTEURS DE PUISSANCE	VOLUME HORAIRE RECOMMANDE	NIVEAU	SEMESTRE
	30 H	2^{ème} année	S2
Objectifs généraux <ul style="list-style-type: none"> ❖ Identifier les transmetteurs de puissance ; ❖ Etudier les différents types de réducteurs, des boites de vitesses et des variateurs ; 			
CONTENU	COMMENTAIRES	DUREE RECOMMANDEE	
VII.1- ENGRENAGES VII.1.1- Engrenages à axes parallèles VII.1.1.1- Caractéristiques géométriques : Denture droite, denture hélicoïdale VII.1.1.2- Analyse des efforts transmissibles a- Efforts sur une denture droite b- Efforts sur une denture hélicoïdale VII.1.2- Engrenages à axes concourants VII.1.2.1- Caractéristiques géométriques VII.1.2.2- Analyse des efforts transmissibles VII.1.3- Engrenages à axes gauches, roue et vis sans fin VII.1.3.1- Caractéristiques géométriques VII.1.3.2- Analyse des efforts transmissibles VII.1.3.3- Rendement - Irréversibilité	Pour les engrenages à axes concourants, on se limitera aux engrenages coniques à denture droite.	10 H	
VII.2- TRAINS D'ENGRENAGE VII.2.1- Train d'engrenages à axe fixe VII.2.2- Train d'engrenages à axe mobile VII.2.2.1- Train épicycloïdal plan a- Différentes configurations b- Etude de mobilité c- Formule de Willis	On se limitera pour les différents types de réducteurs et des boites de vitesses à l'étude cinématique.	8 H	

d- Conditions de montage VII.2.2.2- Train épicycloïdal sphérique		
VII.3- CLASSIFICATION DES BOITES DE VITESSES VII.3.1- Boites de vitesses manuelles VII.3.2- Boites de vitesses automatiques (épicycloïdales)		6 H
VII.4- VARIATEURS DE VITESSE VII.4.1- Généralités VII.4.2- Classification VII.4.3- Exemples	On se limitera pour les différents types de variateurs à l'étude cinématique	4 H

MODULE 2 : FABRICATION MECANIQUE

I. ETUDE DES MATERIAUX	VOLUME HORAIRE RECOMMANDE	NIVEAU	SEMESTRE
	16 H	1^{ère} année	S1
<p>Objectifs généraux</p> <p>L'étudiant doit être capable de :</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Connaître les principales propriétés et leurs influences sur le choix des matériaux ; ❖ Identifier un matériau à partir de sa désignation normalisée ; ❖ Connaître sommairement l'influence des différents éléments d'addition sur les différents types de matériaux ; ❖ Choisir un matériau qui répond aux conditions fonctionnelles d'un système ; ❖ Choisir le traitement thermique adéquat pour une application donnée. 			
CONTENU	COMMENTAIRES	DUREE RECOMMANDEE	
I.1- CLASSIFICATION DES MATERIAUX	Arborescence montrant les différents type de matériaux métalliques (ferreux, non ferreux (les alliages de cuivre, d'aluminium et de zinc) et non métalliques (plastiques, céramiques, composites, ...)	0 H 30	
I.2- PROPRIETES DES MATERIAUX I.2.1- Physiques I.2.2- Mécaniques I.2.3- Chimiques I.2.4- Métallurgiques	Pour chacune des propriétés, le cours exposera : ✓ La définition ; ✓ Le paramètre caractéristique ainsi que son unité ; ✓ Des exemples de choix de matériaux basés sur la propriété en question.	2 H	
I.3- ELABORATION DES FERREUX I.3.1- Généralités I.3.2- Fontes I.3.3- Aciers non alliés I.3.4- Aciers alliés	Présentation du schéma général expliquant la transformation du minerai de fer en fonte (avec ses différentes catégories) puis en aciers (avec ses différentes catégories). Le principe physique et /ou chimique de transformation de chacune des étapes ne sera pas abordé.	1 H	
I.4- DESIGNATION NORMALISEES DES MATERIAUX METALLIQUES I.4.1- Fontes (différents types) I.4.2- Aciers (différents types) I.4.3- Alliages non ferreux (Alliages Cu et Al)	Il sera question de l'identification d'un matériau à partir de sa désignation normalisée. L'écriture de la désignation symbolique à partir de la définition du matériau est également envisagée (pour les ferreux uniquement).	3 H	

<p>I.5- CARACTERISATION MECANIQUE DES MATERIAUX</p> <p>I.5.1- Essai de traction</p> <p>I.5.2- Essai de résilience</p> <p> I.5.2.1- Mouton ordinaire</p> <p> I.5.2.2- Mouton de Charpy</p> <p>I.5.3- Essai de dureté</p> <p> I.5.3.1- Brinell</p> <p> I.5.3.2- Vickers</p> <p> I.5.3.3- Rockwell</p>	<p>Les principaux essais normalisés, seront sommairement expliqués par l'exposition :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Du matériel ainsi que les protocoles d'essais (machine, éprouvettes, méthodes et moyens de caractérisation) ; ✓ Des propriétés tirées à partir de ces essais. 	<p>2 H 30</p>
<p>I.6- TRAITEMENT THERMOCHIMIQUE DES ACIERS</p> <p>I.6.1- Traitements volumiques</p> <p> I.6.1.1- Trempe</p> <p> I.6.1.2- Revenu</p> <p> I.6.1.3- Recuit</p> <p>I.6.2- Traitements surfaciques</p> <p> I.6.2.1- Trempe superficielle</p> <p> I.6.2.2- Cémentation</p> <p> I.6.2.3- Nitruration</p> <p> I.6.2.4- Carbonituration</p>	<p>Pour chacun des traitements, il sera question de présenter :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Le protocole d'application ; ✓ Les effets pratiques sur les propriétés mécaniques (dureté, limite d'élasticité, résistance à la rupture, résilience et malléabilité) ; ✓ Le domaine d'application du traitement <p>Il ne sera pas question de rentrer dans les détails de la microstructure ni de discuter le diagramme Fe-C entre autres.</p> <p>Un retour sur le choix des matériaux peut être envisagé, une fois la section des traitements thermiques terminée.</p>	<p>2 H</p>
<p>I.7- MATERIAUX AVANCES</p> <p>I.7.1- Superalliages</p> <p>I.7.2- Métaux réfractaires</p> <p>I.7.3- Matériaux à mémoire de forme</p> <p>I.7.4- Nano matériaux avancés</p>	<p>Pour chacun des matériaux étudiés, il sera question de présenter les principales caractéristiques ainsi que leurs domaines et limites d'utilisation.</p>	<p>1 H</p>
<p>I.8- TRAVAUX DIRIGES</p>		<p>4 H</p>

II. PROCÉDÉS D'OBTENTION DES PIÈCES BRUTES	VOLUME HORAIRE RECOMMANDE	NIVEAU	SEMESTRE
	26 H	1^{ère} année	S1 & S2
<p>Objectifs généraux</p> <p>L'étudiant doit être capable de :</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Différencier les procédés d'obtention des bruts des procédés d'obtention de pièces finies ; ❖ Connaître, pour chacun des procédés étudiés, les principes, les possibilités et les domaines d'application ainsi que les principales variantes ; ❖ Choisir un parmi plusieurs procédés d'obtention pour une pièce de caractéristiques et de matériau donné. 			
CONTENU	COMMENTAIRES	DUREE RECOMMANDEE	
II.1-CLASSIFICATION DES DIFFERENTS PROCEDES	Une arborescence montrant l'organisation des principaux procédés de fabrication sera présentée.	1 H	
II.2-FORGEAGE II.2.1- Forgeage libre II.2.2- Estampage, matriçage II.2.3- Extrusion II.2.4- Laminage	On se limitera à une description sommaire des différentes techniques de forgeage ainsi qu'aux formes typiques pouvant être obtenues par chaque variante. Aucun calcul ne sera entamé dans cette partie du programme.	2 H	
II.3-MOULAGE II.3.1- Principe et classification des procédés de moulage II.3.2- Etude de cas pour le moulage en sable II.3.2.1- Tracé des pièces brutes II.3.2.2- Tracé des modèles et des noyaux II.3.2.3- Tracé des moules prêts à la coulée (canal de coulée, évents, masselotte,)	On se limitera aux règles qualitatives pour le cas des pièces simples (choix du plan de joint, surépaisseurs d'usinage, dépouilles et retrait) permettant le tracé des pièces brutes des modèles, des noyaux et des moules prêts à la coulée. Pour l'étude de cas, on se contentera d'étudier le procédé de moulage en sable avec modèle, noyau et plan de joint unique non brisé.	6 H	
II.4-METALLURGIE DE POUDRES II.4.1- Obtention des poudres métalliques II.4.2- Compactage II.4.3- Frittage II.4.4- Opérations secondaires	Aucun calcul lié à cette technique ne sera présenté.	2 H	

<p>II.5-SOUDAGE</p> <p>III.5.1- Soudage oxyacétylénique III.5.2- Soudage à l'arc électrique II.5.2.1- Soudage à l'électrode enrobée II.5.2.2- Soudage MIG-MAG II.5.2.3- Soudage TIG III.5.3- Soudage par résistance II.5.3.1- Soudage par point II.5.3.2- Soudage à la molette III.5.4-Principes de conception d'assemblages soudés III.5.5-Calcul de la résistance du cordon de soudure en traction et en cisaillement</p>	<p>On se limitera à une description sommaire des domaines d'utilisation des différentes techniques de soudage.</p> <p>Le calcul de cas de sollicitations complexes ne sera pas étudié dans cette partie.</p>	<p>2 H</p>
<p>II.6-DECOUPAGE ET POINÇONNAGE</p> <p>II.6.1- Découpage et poinçonnage classiques II.6.2- Découpage et poinçonnage CNC II.6.3- Découpage au Laser II.6.4- Découpage au plasma II.6.5- Découpage au jet d'eau</p>	<p>On se limitera à une description sommaire des différentes techniques de découpage. Une comparaison quant aux limites, avantages et inconvénients de chaque technique sera abordée.</p>	<p>2 H</p>
<p>II.7-EMBOUTISSAGE</p> <p>II.7.1- Emboutissage avec ou sans flan II.7.2- Présentation des différents paramètres (effort d'emboutissage, effort du serre flan, lubrification, ...) II.7.3- Détermination du flan de départ II.7.4- Détermination de l'effort d'emboutissage et du serre flan</p>	<p>Un calcul du flan de départ, de l'effort d'emboutissage et du serre flan sera réalisé pour une forme cylindrique avec ou sans collerette. Les exemples traités seront limités pour les emboutis réalisables en une seule passe.</p> <p>Le cas des emboutissages de formes quadrangulaire, ne sera pas traité dans ce cours.</p>	<p>2 H</p>
<p>II.8-PLIAGE, CINTRAGE ET FLUOTOURNAGE</p> <p>II.8.1- Pliage II.8.1.1- Présentation sommaire du procédé II.8.1.2- Détermination du flan de départ et de l'effort de pliage II.8.1.3- Pliage CNC II.8.2- Cintrage II.8.3- Fluotournage</p>	<p>Le pliage en frappe ne sera pas traité.</p> <p>Pour le cintrage et le fluotournage, aucun calcul ne sera entrepris lors du cours.</p>	<p>4 H</p>
<p>II.9-MISE EN ŒUVRE DES PLASTIQUES</p> <p>II.9.1- Généralités sur les matières plastiques</p>		

<p>II.9.2- Extrusion II.9.3- Injection II.9.4- Soufflage II.9.5- Compression des thermodurcissables</p>	<p>On se limitera à une présentation élémentaire des différentes techniques de mise en œuvre des thermoplastiques ainsi qu'aux formes typiques de chaque variante.</p>	<p>1 H</p>
<p>II.10- MISE EN ŒUVRE DES CERAMIQUES II.10.1-Classification des différents matériaux céramiques II.10.2-Frittage des céramiques</p>	<p>Les autres techniques connexes seront abordées de façon abrégée.</p>	<p>1 H</p>

III. PROCEDES D'OBTENTION DES PIECES FINIES	VOLUME HORAIRE RECOMMANDE	NIVEAU	SEMESTRE
	24 H	2^{ème} année	S1
<p>Objectifs généraux</p> <p>L'étudiant doit être capable de :</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Connaître les principaux procédés d'usinage à l'outil coupant ; ❖ Faire le choix des procédés d'usinage en fonction de la forme désirée ; ❖ Savoir éditer et interpréter un programme C.N.C. pour les pièces de tournage et de fraisage de forme simple ; ❖ Choisir les conditions de coupe ; ❖ Pouvoir élaborer un avant-projet de gamme d'usinage. 			
CONTENU	COMMENTAIRES	DUREE RECOMMANDEE	
<p>III.1- PROCEDES D'USINAGE</p> <p>III.1.1-Différence entre machine classique et machine CNC</p> <p>III.1.2-Usinage sur machines-outils à commandes numériques CNC</p> <p>III.1.3-Classement des machines-outils CNC</p> <p>III.1.4-Programmation manuelle, en langage ISO, pour le cas de pièces simples (prismatiques et cylindriques)</p>	<p>La programmation des conditions de coupe, les décalages d'origine et la compensation des erreurs et de déformation de l'outil (correcteurs d'outils) ne seront pas au programme.</p> <p>La programmation automatique et la simulation d'un programme de fabrication de pièces simples (prismatiques et ou cylindriques) avec assistance par un logiciel de FAO (WINNC, WINCAM,...) seront abordées en TP.</p>	6 H	
<p>III.2- ETUDE DE LA COUPE</p> <p>III.2.1-Présentation sommaire des angles de l'outil de coupe</p> <p>III.2.2-Classification et désignation des outils de carbure</p> <p>III.2.3-Choix des paramètres de coupe (vitesse, avance et profondeur)</p> <p>III.2.4-Calcul des temps d'usinage, efforts de coupe et puissance de coupe en tournage et en fraisage</p> <p>III.2.5-Etude de l'usure des outils (loi de Taylor simplifiée)</p>	<p>Les angles de coupe seront introduits sommairement (sans la définition des plans de l'outil en main ou en travail) et ce, pour le cas d'outils de tournage et de fraisage.</p> <p>On se limitera à la présentation des plaquettes destinées au tournage.</p> <p>L'étudiant devrait être initié à l'utilisation des abaques et des tableaux pour la détermination des paramètres de coupe en tournage et en fraisage à l'aide d'outils en carbure.</p>	8 H	
<p>III.3- ANALYSE DE FABRICATION</p> <p>III.3.1-Contraintes d'antériorité en tournage</p> <p>III.3.2-Avant-projet de gamme d'usinage</p> <p>III.3.2.1- Isostatisme et choix des surfaces de référence</p> <p>III.3.2.2- Installation des côtes de fabrications et leurs calculs</p> <p>III.3.2.3- Choix des outils</p> <p>III.3.2.4- Moyen de contrôle</p>	<p>Pour l'analyse des contraintes d'antériorité, l'utilisation du tableau de niveaux sera recommandée.</p> <p>Le calcul des cotes de fabrication sera réalisé par un transfert direct ou total des cotes dimensionnelles.</p> <p>Le transfert des tolérances géométriques ainsi que les dispersions et les cotes de réglage ne sera pas au programme.</p> <p>Les instruments et les méthodes de contrôle (dimensionnel et géométrique) des pièces mécaniques seront choisis en fonction des exigences du BE.</p>	10 H	