



Royaume du Maroc  
Ministère de l'Éducation Nationale  
du Préscolaire & des Sports

شهادة التقني العالي

**Brevet de Technicien Supérieur**

CONCEPTION DU PRODUIT  
INDUSTRIEL

ابتكار المنتج الصناعي

منهاج التكوين

**Référentiel de Formation**

**2024**

شهادة التقني العالي

**Brevet de Technicien Supérieur**

**CONCEPTION DU PRODUIT  
INDUSTRIEL**

ابتكار المنتج الصناعي

منهاج التكوين

**Référentiel de Formation**

**2024**

# SOMMAIRE

# SOMMAIRE

<b>PRÉAMBULE .....</b>	<b>04</b>
<b>RÉFÉRENTIEL DES ACTIVITÉS PROFESSIONNELLES .....</b>	<b>06</b>
1. Description générale de la fonction de travail .....	07
2. Description des fonctions et des activités professionnelles.....	11
<b>GUIDE D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUE .....</b>	<b>23</b>
1. Les savoirs, savoirs associés et niveaux d'acquisition .....	24
2. Détails des savoirs associés .....	30
3. Modalités de certification.....	54
4. Organisation de la formation .....	62
4.1. Répartition temporelle .....	62
4.1.1. Planification temporelle annuelle .....	62
4.1.2. Planification temporelle hebdomadaire .....	62
4.2. Répartition des savoirs .....	63
4.2.1. Structuration des savoirs par semestres.....	63
4.2.2. Intégration des savoirs dans les emplois du temps des étudiants .....	64

## PREAMBULE

La création des filières de formation de courte durée pour l'obtention du Brevet de Technicien Supérieur (BTS) par le ministère de l'éducation nationale en 1992 avait un double objectif :

- Répondre aux besoins de l'économie nationale en cadres moyens ;
- Permettre aux bacheliers de l'enseignement technique, principalement, de poursuivre des études supérieures professionnalisantes et spécialisées.

Au cours de la dernière décennie, d'autres filières, répondant aux nouveaux besoins de l'économie nationale et ouvertes aux autres bacheliers, ont été créées, notamment en l'an 2000. Le nombre de filières est ainsi passé de huit en 1992 à 26, réparties dans 47 centres actuellement, couvrant les principaux secteurs et sous-secteurs économiques tels que l'industrie, le commerce, les technologies de l'information et de la communication (TIC), le bâtiment, les arts, le tourisme, et les loisirs.

Les centres proposant ce type de formation se sont multipliés pour couvrir toutes les régions du Maroc. Les deux ENSET, dotées d'équipements de qualité et d'un excellent encadrement, ont été les premières à ouvrir des filières préparant au BTS, aujourd'hui présentes dans 47 centres. Par conséquent, le nombre d'étudiants inscrits dans les différentes filières est passé d'environ 400 en 1993-1994 à 5695 à la rentrée scolaire 2022-2023.

Certes, la trajectoire retracée ci-dessus pour l'évolution du BTS au Maroc est la plus adaptée à l'implantation et au développement d'un nouveau système de formation qui a marqué son histoire et s'est imposé comme un choix de formation privilégié dans un environnement favorable. Cependant, le contexte social et économique marocain connaît actuellement une dynamique sans précédent, subissant des changements profonds. Le système de formation doit s'y adapter.

Ce dernier a été réformé à tous les niveaux : primaire, secondaire collégial et qualifiant, et universitaire. Les filières techniques, représentant 70% du vivier de recrutement pour le BTS, ont connu des changements substantiels en termes de structure, de contenus et d'approches. L'enseignement supérieur, accessible aux lauréats des filières de BTS depuis 2003-2004, a adopté le système LMD caractérisé par les modules.

Par ailleurs, pour dynamiser son économie, le Maroc a lancé d'importants chantiers structurants tels que l'INDH, les plans sectoriels de développement (plan Azur 2010, le Maroc vert, le Pacte National pour l'Émergence Industrielle (PNEI), et les Métiers Mondiaux du Maroc (3M)), à développer notamment dans les domaines de l'offshoring, de l'automobile, de l'électronique et de l'aérospatial. De plus, le renforcement des infrastructures autoroutières, ferroviaires et portuaires, l'aménagement de nouvelles zones franches, ainsi que les Plateformes Industrielles Intégrées (P2I) sont prévus.

Pour intégrer les réformes opérées au niveau des systèmes d'éducation et de formation d'une part, et accompagner, d'autre part, les chantiers ouverts, qui généreront non seulement des centaines de milliers d'emplois et des besoins en managers, ingénieurs, et principalement en techniciens, mais aussi des dizaines de nouveaux métiers dans les domaines de l'offshoring, de l'aéronautique, de l'automobile, de l'électronique, du bâtiment, du tourisme, etc., une adaptation des filières s'impose d'urgence. Les contenus des filières doivent permettre l'intégration de toutes ces nouveautés. De plus, l'offre doit se développer afin de soutenir l'offre générale des autres systèmes similaires de formation, notamment les EST et les ISTA. C'est dans ce cadre que la refonte des référentiels de quelques filières du Brevet de Technicien Supérieur, lancée en novembre 2007, a été étendue à d'autres filières.

Prenant en considération le contexte ci-dessus, les référentiels de formation ont été révisés et seront élaborés, pour les nouvelles créations, selon l'Approche Par Compétences (APC), particulièrement adaptée aux formations à forte connotation professionnelle. En effet, avant de définir le référentiel de certification (compétences et savoirs associés ainsi que modalités d'évaluation), une analyse des situations de travail (AST), la concertation, et la contribution de personnes ressources représentant les parties prenantes, notamment les représentants des entreprises potentielles, sont nécessaires pour définir le référentiel des tâches et des métiers, appelé dans le jargon des spécialistes (RAP). Cette révision a été l'occasion d'élaborer un guide d'équipement, document de référence nationale pour l'équipement des laboratoires des différentes filières.

Afin d'assurer l'uniformité des contenus et garantir le caractère national du diplôme, la révision ou l'élaboration de ces référentiels a été effectuée par les représentants des centres de formation, supervisée par les inspecteurs et coordinateurs nationaux, et administrée par les services centraux en charge du dossier BTS.

On souhaite exprimer notre reconnaissance envers les enseignants, les directeurs des centres BTS, les coordinateurs d'inspection régionaux, ainsi que tous nos cadres et responsables, et toute autre personne ayant contribué à l'élaboration de ce référentiel. Leur rigueur scientifique et pédagogique, ainsi que la qualité du produit final, sont indéniables et ne manqueront pas de favoriser l'amélioration de la formation.

# **REFERENTIEL DES ACTIVITES PROFESSIONNELLES**

# 1. Description générale de la fonction de travail

Le Technicien Supérieur en Conception du Produit Industriel (CPI), doté d'une solide culture technologique, d'aptitudes organisationnelles et du sens de la communication, participe dans le cadre d'une démarche de projet à :

- La conception ;
- L'industrialisation ;
- Le suivi de produits.

Ses compétences s'exercent dans les domaines suivants :

- La mécanique ;
- La technologie ;
- Les procédés d'élaboration et de traitement des matériaux ;
- Les procédés d'automatisation de la production et de l'assemblage des produits.

Associées à la maîtrise de l'outil informatique, ces compétences lui permettent de concevoir ou d'optimiser tout ou partie de ces produits industriels en vue d'une production unitaire ou sérielle. En tant que partenaire au sein de l'équipe industrielle, où il exerce ses fonctions, ce technicien supérieur doit faire preuve de :

- Ouverture d'esprit, curiosité et esprit critique ;
- Imagination, créativité et innovation ;
- Capacité à gérer, avec ordre et méthode, des données, des informations et des dossiers ;
- Esprit d'analyse et de synthèse ;
- Capacité d'interprétation, d'évaluation et de validation ;
- Capacité de communication.

Il doit pratiquer au moins une langue étrangère et être capable de mener à bien, en autonomie, une mission de moyenne ou de longue durée, sur le territoire national ou à l'étranger.

## 1.1. Définition de la fonction de travail

Le BTS CPI donne accès au métier de technicien de bureau d'études en charge de la modification, de l'amélioration, de la reconception partielle ou de la création de produits industriels.

Ces produits relèvent du champ général de la construction mécanique ou des constructions métalliques et intègrent une grande diversité de matériaux et de procédés. Qu'il s'agisse de biens de consommation pour le grand public ou de biens d'équipement pour les entreprises, ils sont largement pluri-technologiques.

Ce profil de technicien est capable d'intervenir dans différents secteurs industriels (industrie mécanique, électrique, agroalimentaire, chimique, métallurgique...). Pour mieux réussir sa fonction, il aura la responsabilité de transmettre les informations et les données à ses supérieurs ainsi qu'à ses subordonnés. Il est ainsi amené à rechercher l'information et doit assurer une responsabilité hiérarchique.

Ses activités l'amènent à :

- ✓ Participer à l'analyse des objectifs de conception, de modification ou de reconception d'un produit industriel ;
- ✓ Établir un projet de construction de l'ensemble ou d'un sous-ensemble (plan, nomenclature, bilan économique) ;
- ✓ Réaliser des documents techniques relatifs à l'exploitation d'un produit industriel ;
- ✓ Coordonner et superviser.

Il doit respecter :

- Les spécifications techniques et les exigences de qualité ;
- Les délais, les quantités et les coûts ;
- Les normes en vigueur.

Ses responsabilités incluent :

- Le respect des exigences du métier du concepteur ;
- La coordination avec les autres services et les parties prenantes pour atteindre les objectifs fixés ;
- La participation et l'engagement au développement durable et à l'amélioration continue.

Il doit faire preuve d'une capacité à :

- Analyser et résoudre les problèmes rencontrés ;
- Réagir adéquatement et rapidement aux aléas de production ;
- Faire les choix techniques et économiques ;
- Proposer des solutions optimales ;
- Évaluer les risques et prendre des décisions adéquates ;
- Participer au développement de l'entreprise ;
- Collaborer avec les parties en relation dans un contexte professionnel.

Ses atouts seront :

- Une forte personnalité ;
- Une grande volonté ;
- Un esprit d'analyse ;



- Une bonne communication et une ouverture vers les autres ;
- Une maîtrise totale des compétences ;
- La recherche permanente de l'excellence.

Ces fonctions l'incitent à :

- Développer des relations dans un cadre professionnel ;
- Écouter, échanger et convaincre ;
- Être à la fois motivé et motivateur ;
- Relever les défis.

Il doit être capable de :

- Susciter la collaboration ;
- Atténuer la résistance.

Il doit faire preuve de :

- Rigueur ;
- Autorité avec fermeté ;
- Objectivité ;
- Discernement.

Il est appelé à :

- Travailler en équipe ;
- Transmettre des informations ;
- Proposer des modifications ;
- Justifier.

## **1.2. Description de l'environnement de travail**

Le métier s'exerce, dans les grandes entreprises, sous l'autorité d'un responsable d'études (chef de bureau d'études) et exige davantage d'autonomie dans les PME-PMI. Dans tous les cas, il s'inscrit dans un cadre collaboratif d'ingénierie concourante, que ce soit au sein de l'entreprise ou avec des partenaires ou sous-traitants.

L'activité de conception est dépendante de l'évolution socio-économique et des exigences afférentes, telles que l'évolution des marchés, la concurrence, les échanges internationaux, le développement durable et l'écoconception, ainsi que les réglementations et législations visant les usagers.

Les mutations récentes et constantes des outils informatiques pour l'étude et le développement des produits constituent un atout et une obligation pour la compétitivité des entreprises. Cela inclut la créativité, les modèles 3D, les outils de calcul, la simulation de procédés, les bases de données techniques, le prototypage, la production et le contrôle numérisés.

La diversité et l'évolution des matériaux, de même que les procédés d'élaboration des ensembles mécaniques, conduisent le technicien de bureau d'études à une veille permanente et à des contacts fréquents avec des spécialistes dans les différents domaines. Cela induit également une aptitude à l'analyse concurrentielle.

Intervenir dans une action de conception, de reconception ou d'amélioration impose un travail collaboratif important, et par conséquent, une réelle aptitude à la communication. Cependant, il est crucial de prendre en considération l'amélioration des mesures relatives à la santé et la sécurité concernant l'aménagement des postes.

### **1.3. Évolution technologique et facteurs d'intérêt professionnel**

L'évolution technologique et les éléments clés de cette fonction de travail incluent :

- S'orienter vers des systèmes plus complexes par opposition aux systèmes de base ;
- Introduire et s'adapter à de nouvelles technologies ;
- Rechercher l'optimisation de la matière et du temps ;
- Minimiser le prix de revient en utilisant des outils d'optimisation ;
- Satisfaire des clients de plus en plus exigeants en termes de qualité et de productivité.

### **1.4. Appellations courantes à l'embauche de la fonction de travail**

Les appellations à l'embauche pour cette fonction de travail englobent des rôles tels que :

- Responsable de bureau d'études ;
- Contremaître ;
- Chef de groupe.

### **1.5. Perspectives et évolution professionnelle en fonction de l'expérience acquise**

Au fil de l'expérience, des possibilités d'évolution se dessinent, telles que :

- Directeur d'entreprises ;
- Directeur technique ;
- Possesseur d'une petite entreprise.

## 1.6. Conditions d'embauche

Au moment de l'embauche, les critères à considérer sont les suivants :

- Titulaire du BTS ;
- Expérience professionnelle ;
- Entretiens et tests ;
- Stage pré-embauche ou période d'essai ;
- Recrutement en CDD/CDI ;
- Formation inter et/ou intra-entreprise.

## 2. Description des fonctions et des activités professionnelles

Dans cette section, nous détaillerons les différentes facettes des fonctions professionnelles, en explorant les activités, les tâches et les compétences associées.

### 2.1. Fonctions et activités

Les activités professionnelles, dérivées des principales fonctions de l'entreprise, sont présentées ci-après. Ces activités sont ensuite détaillées en tâches professionnelles.

Fonctions	Activités professionnelles	
Étude	Définition des limites de l'étude	A1
	Constitution du dossier d'étude	A2
Réalisation et industrialisation	Conception préliminaire	A3
	Conception détaillée	A4
	Constitution du dossier de définition de produit	A5
Communication	Animation et coordination d'équipes	A6

### 2.2. Activités et tâches professionnelles

Le tableau ci-dessous présente les activités professionnelles et les tâches qui leur sont associées.

Activité professionnelle	Tâches professionnelles
<b>A1. Définition des limites de l'étude</b>	T1-1. Décodage d'un cahier des charges fonctionnel.
	T1-2. Reformulation d'un besoin.
	T1-3. Élaboration de tout ou partie d'un cahier des charges fonctionnel (éventuellement sur site).
	T1-4. Dialogue avec un chef de projet ou un chargé d'affaires.
	T1-5. Participation à la prise en compte de l'environnement de l'étude.

**Conditions de réalisation des tâches :**

À partir d'une demande émise par le responsable du bureau d'étude fournie par un client et validée par le responsable de l'entreprise, le technicien supérieur en conception du produit industriel :

- Contribue à l'explicitation du besoin, éventuellement par contact direct avec le donneur d'ordre et par déplacement sur site ;
- Formalise, en autonomie, tout ou partie du cahier des charges. Le cahier des charges élaboré est validé par le client et par le responsable de l'entreprise.

<b>A2. Constitution du dossier d'étude</b>	T2-1. Recherche documentaire.
	T2-2. Consultation des normes.
	T2-3. Utilisation des bases de données techniques et méthodologiques de l'entreprise.
	T2-4. Analyse de solutions existantes.
	T2-5. Intégration des contraintes liées à la propriété industrielle.
	T2-6. Recensement des éléments de la logistique de production.

**Conditions de réalisation des tâches :**

À partir d'un cahier des charges validé, le technicien supérieur en conception du produit industriel exploite, de manière autonome, des bases de données locales (réseau) et à distance (Internet) pour constituer tout ou partie d'un dossier d'étude.

Ce dossier intègre les résultats d'analyses concurrentielles qu'il conduit, les tests comparatifs, les brevets, les normes, les règlements, et prend en compte les contraintes de l'entreprise et de ses sous-traitants (concept d'entreprise étendue), ainsi que les délais imposés.

Le dossier d'étude doit être validé par le responsable de l'entreprise ou du bureau d'étude, qui peut décider d'effectuer des recherches complémentaires.

<b>A3. Conception préliminaire</b>	T3-1. Recherche de principes de solutions.
	T3-2. Recherche de solutions constructives et élaboration de la maquette numérique de conception préliminaire.
	T3-3. Validation des lois « d'entrées-sorties » pour les systèmes de transformation de mouvement et de transmission de puissance.
	T3-4. Analyse critique de solutions.
	T3-5. Prise en compte des coûts et délais.
	T3-6. Argumentation au sein d'un groupe projet en vue d'une validation de l'étude préliminaire.

**Conditions de réalisation des tâches :**

Au sein d'une équipe projet, et à partir d'un cahier des charges et du dossier d'étude dans des délais imposés, le technicien supérieur en conception du produit industriel argumente relativement aux solutions constructives proposées et intègre les préoccupations des autres membres de l'équipe. L'environnement informatique lui permet de procéder aux simulations de comportement nécessaires.

Après validation par le chef de projet, il réalise en autonomie une maquette numérique de tout ou partie du système étudié, répondant aux caractéristiques attendues et en cohérence avec l'ensemble des spécifications.

<b>A4. Conception détaillée</b>	T4-1. Conception collaborative et prise en compte des contraintes de conception partagée.
	T4-2. Réalisation du modèle numérique 3D de l'étude.
	T4-3. Choix et dimensionnement des composants.
	T4-4. Dimensionnement des structures.
	T4-5. Étude de pré-industrialisation et dialogue avec un spécialiste pour l'optimisation de la relation « produit (fonction et géométrie) - matériau - procédé - coût ».
	T4-6. Prise en compte des exigences de la vie du produit (maintenabilité, réparabilité, sécurité, ergonomie, utilisation, esthétique, élimination ).
	T4-7. Spécification des conditions de fonctionnement.

**Conditions de réalisation des tâches :**

À partir d'un dossier de conception préliminaire, toutes les propositions validées par le responsable de l'entreprise ou du bureau d'étude, le technicien supérieur en conception du produit industriel exploite les potentialités des environnements informatiques (modeleurs 3D et logiciels de simulation associés) pour élaborer, en autonomie, le modèle numérique. Il procède au choix des composants et au prédimensionnement des structures dans les cas simples. En cas de complexité, il sollicite un spécialiste de l'entreprise ou un bureau de calcul.

<b>A5. Constitution du dossier de définition de produit</b>	T5-1. Élaboration du modèle numérique définitif et des représentations graphiques dérivées.
	T5-2. Réalisation des dessins de définition de produits finis, cotés, tolérances.

**Conditions de réalisation des tâches :**

Après validation des fichiers numériques par le chef de projet, le titulaire du BTS CPI affine le modèle numérique et réalise, en autonomie, l'ensemble des fichiers de mise en plan. Il élabore l'intégralité de leur cotation, leur habillage, et éventuellement, édite la liasse de plans et les nomenclatures.

<b>A6. Animation et coordination d'équipes</b>	T6-1. Contribution à la traçabilité (gestion des modifications, archivage) d'une étude.
	T6-2. Formulation et transmission d'une information technique, d'un savoir-faire.

**Conditions de réalisation des tâches :**

Dans le cadre du bureau d'études où il intervient, le technicien supérieur en conception du produit industriel intègre les éléments de la démarche qualité imposés par l'entreprise.

Il contribue en toute autonomie à la traçabilité de l'étude.

Il est capable, en autonomie, de construire une communication technique en français et en anglais relative au projet.

Il s'exprime sur son activité lors des diverses revues de projet.

### 2.3. Compétences associées aux différentes activités professionnelles

Les compétences associées aux différentes activités professionnelles sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Activités professionnelles	Compétences associées	Codes
<b>A1. Définition des limites de l'étude</b>	<b>C01.</b> Décoder un cahier des charges fonctionnel.	<b>C01</b>
	<b>C02.</b> Recenser les contraintes de l'étude.	<b>C02</b>
	<b>C03.</b> Reformuler et synthétiser un cahier des charges fonctionnel résultant d'une verbalisation écrite ou orale.	<b>C03</b>
<b>A2. Constitution du dossier d'étude</b>	<b>C04.</b> Analyser, comparer et argumenter des solutions techniques.	<b>C04</b>
	<b>C05.</b> Dégager les principes qui régissent les solutions techniques.	<b>C05</b>
	<b>C06.</b> Rechercher une information dans une documentation technique, dans un réseau local ou à distance.	<b>C06</b>
	<b>C07.</b> Identifier les moyens techniques de production disponibles.	<b>C07</b>
	<b>C08.</b> Intégrer les contraintes de la propriété industrielle.	<b>C08</b>
<b>A3. Conception préliminaire</b>	<b>C09.</b> Rechercher et expliciter un principe de solution.	<b>C09</b>
	<b>C10.</b> Proposer ou expliciter sous forme de croquis ou de schéma, commenté, légendé, une solution constructive.	<b>C10</b>
	<b>C11.</b> Élaborer la maquette numérique de conception préliminaire à l'aide d'un modèleur volumique, paramétrable, variationnel.	<b>C11</b>
	<b>C12.</b> Argumenter, au sein d'un groupe projet, les solutions techniques et économiques proposées en exploitant les outils adaptés.	<b>C12</b>
	<b>C13.</b> Valider une géométrie ou une architecture, par simulation informatique ou calcul élémentaire des comportements mécaniques.	<b>C13</b>
	<b>C14.</b> Estimer la durée d'étude attendue en phase avec le jalonnement d'un projet et recenser les éléments du coût.	<b>C14</b>

<b>A4. Conception détaillée</b>	<b>C15.</b> Choisir un composant en exploitant une base de données industrielle, mécanique ou électrique.	<b>C15</b>
	<b>C16.</b> Générer le modèle numérique de l'ensemble étudié en établissant un paramétrage fonctionnel permettant la construction de géométries robustes.	<b>C16</b>
	<b>C17.</b> Définir les spécifications de fonctionnement.	<b>C17</b>
	<b>C18.</b> Prédimensionner les éléments essentiels du projet en appliquant la théorie des poutres.	<b>C18</b>
	<b>C19.</b> Exploiter un logiciel de calcul de structures.	<b>C19</b>
	<b>C20.</b> Choisir un matériau et un procédé d'élaboration compatible avec les fonctions et formes de la pièce.	<b>C20</b>
	<b>C21.</b> Intégrer les exigences ou propositions d'un spécialiste de procédés.	<b>C21</b>
	<b>C22.</b> Intégrer les exigences de la vie du produit.	<b>C22</b>
	<b>C23.</b> Valider le comportement du système conçu au regard du cahier des charges fonctionnel.	<b>C23</b>
<b>A5. Constitution du dossier de définition de produit</b>	<b>C24.</b> Élaborer le modèle numérique définitif et les représentations graphiques dérivées.	<b>C24</b>
	<b>C25.</b> Réaliser des dessins de définition de produits finis, cotés, tolérancés.	<b>C25</b>
<b>A6. Animation et coordination d'équipes</b>	<b>C26-</b> Intégrer une action d'étude dans une démarche « qualité ».	<b>C26</b>
	<b>C27.</b> Contribuer à l'archivage, à la traçabilité de l'étude et à la capitalisation des expériences dans les bases de données techniques de l'entreprise.	<b>C27</b>
	<b>C28.</b> Choisir un mode de communication approprié. Communiquer synthétiquement par courrier électronique.	<b>C28</b>
	<b>C29.</b> Rédiger et présenter oralement, dans un français correct et avec les outils de communication adaptés, un rapport exploitant un vocabulaire technique pertinent.	<b>C29</b>
	<b>C30.</b> Lire un document technique en anglais ; participer à un échange technique en anglais.	<b>C30</b>

## 2.4. Compétences détaillées et indicateurs de performances

Les compétences détaillées présentées ci-après sont élaborées en lien avec les tâches professionnelles associées à chaque activité.

Ces compétences sont accompagnées d'indicateurs de performance spécifiques qui permettent d'évaluer de manière objective et quantitative la maîtrise des savoir-faire requis pour chaque mission.

La combinaison de ces compétences et indicateurs offre une vision approfondie des aptitudes nécessaires pour exceller dans le domaine de la conception de produits industriels.

Données	Compétence détaillée	Indicateur de performance
<b>C01. Décoder un cahier des charges fonctionnel</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Le cahier des charges fonctionnel du produit.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Décrire le besoin ;</li> <li>✓ Décrire la frontière de l'étude ;</li> <li>✓ Énoncer les fonctions de service du produit.</li> <li>✓ Identifier, pour une fonction technique donnée : critères, niveaux, flexibilité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exactitude et précision de l'énoncé du besoin ;</li> <li>- Exhaustivité du recensement des interfaces de l'étude.</li> <li>- Exactitude des caractéristiques attendues pour une fonction donnée.</li> </ul>
<b>C02. Recenser les contraintes de l'étude</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Les moyens techniques et logiciels potentiellement disponibles ;</li> <li>Les partenaires potentiels de l'étude ;</li> <li>Les délais attendus de l'étude ;</li> <li>Les contraintes économiques ;</li> <li>Les contraintes de propriété industrielle.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identifier et lister les contraintes liées :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- À l'équipe projet ;</li> <li>- Aux moyens techniques disponibles ;</li> <li>- À l'environnement ;</li> <li>- Aux conditions économiques ;</li> <li>- Aux différents partenaires.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exhaustivité des contraintes identifiées.</li> </ul>
<b>C03. Reformuler et synthétiser un cahier des charges fonctionnel</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>L'expression du besoin formulée par le client sous diverses formes : écrit, oral, description graphique, imagerie, présentation du réel et de son environnement, etc. ;</li> <li>Éventuellement, une première expression du cahier des charges de l'étude proposée ;</li> <li>La frontière de l'étude.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Recueillir et consigner, éventuellement sur le site, les données permettant l'élaboration de tout ou partie d'un cahier des charges ;</li> <li>✓ Reformuler tout ou partie d'un cahier des charges fonctionnel fourni ;</li> <li>✓ Présenter oralement le cahier des charges de l'étude proposée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exhaustivité de la liste des fonctions à étudier ;</li> <li>- Précision des critères, des niveaux et de la flexibilité ;</li> <li>- Clarté, précision, synthèse de l'exposé ;</li> <li>- Validation par le client et/ou par le chef de projet.</li> </ul>
<b>C04. Analyser, comparer et argumenter des solutions techniques</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Des solutions techniques en réponse à une fonction technique donnée sous forme de plans, schémas, croquis, modèles virtuels, mécanismes réels.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dégager des paramètres, des critères de comparaison des solutions techniques en regard du cahier des charges fonctionnelles ;</li> <li>✓ Pondérer chacun des critères ;</li> <li>✓ Classer les différentes solutions techniques ;</li> <li>✓ Communiquer oralement ou par écrit à propos du système technique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exhaustivité des paramètres à prendre en compte ;</li> <li>- Exactitude du classement ;</li> <li>- Pertinence des commentaires et de l'analyse.</li> </ul>



### C05. Dégager les principes qui régissent des solutions techniques

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Une ou des solutions techniques en réponse à une fonction technique donnée sous forme de : plans, schémas, croquis, modèles virtuels, mécanismes réels.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identifier l'élément, le principe qui caractérise ou qui différencie la ou les solutions ;</li> <li>✓ Classer les différentes solutions techniques ;</li> <li>✓ Éventuellement déterminer d'autres principes utilisables pour cette fonction technique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Qualité de synthèse ;</li> <li>- Exactitude du principe identifié ;</li> <li>- Exactitude du classement réalisé ;</li> <li>- Pertinence des principes proposés et niveau de créativité.</li> </ul>
---	---	---

### C06. Rechercher une information

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les catalogues des constructeurs ;</li> <li>▪ Les bases de données locales ou à distance ;</li> <li>▪ Des méthodes de recherche, de tri et de classement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mettre en œuvre une démarche de recherche d'information ;</li> <li>✓ Classer, hiérarchiser des informations ;</li> <li>✓ Synthétiser une information.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exactitude et rapidité de la démarche pour l'obtention de l'information ;</li> <li>- Breveté et exactitude de la synthèse.</li> </ul>
---	---	--

### C07. Identifier les moyens techniques de production disponibles

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Le cadre et les contraintes de l'étude ;</li> <li>▪ Les moyens de réalisation disponibles en local ou en sous-traitance.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Recenser, lister les moyens techniques et humains.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identification des moyens nécessaires et de leurs caractéristiques ;</li> <li>- Exhaustivité des moyens recensés et disponibles.</li> </ul>
--	--	--

### C08. Intégrer les contraintes de la propriété industrielle

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Le cadre et contraintes d'étude ;</li> <li>▪ Les organismes et procédures de protection industrielle ;</li> <li>▪ Les moyens d'accès aux informations nécessaires ;</li> <li>▪ Les informations éventuelles sur la concurrence.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Définir la partie de l'étude à protéger ;</li> <li>✓ Rechercher et identifier les éventuelles antériorités et leur niveau de protection ;</li> <li>✓ Participer aux démarches de protection ;</li> <li>✓ Dialoguer avec les responsables des agences de propriété industrielles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exactitude de la frontière de l'étude concernée ;</li> <li>- Exhaustivité des antériorités ;</li> <li>- Pertinence des contributions aux démarches de protection industrielle.</li> </ul>
---	--	--

### C09. Rechercher et expliciter un principe de solution

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Une fonction technique étant identifiée et spécifiée dans le cahier des charges ;</li> <li>▪ Des principes de solutions relatifs à des fonctions techniques similaires sont éventuellement disponibles ;</li> <li>▪ Des méthodes de créativité, éventuellement en appuyant sur des logiciels spécifiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Rechercher le ou les principes, existants ou innovants qui satisfont la fonction étudiée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exactitude du principe retenu.</li> </ul>
---	---	--

### C10. Proposer ou expliciter une solution constructive

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les documents techniques et normatifs de la solution retenue ;</li> <li>▪ Les bases de données locales et/ou à distances.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Élaborer un croquis et/ou un schéma ;</li> <li>✓ Légender un croquis ou un schéma ;</li> <li>✓ Commenter un croquis ou un schéma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lisibilité et clarté des schémas et croquis ;</li> <li>- Précision des légendes ;</li> <li>- Pertinence des commentaires.</li> </ul>
---	---	---

### C11. Élaborer la maquette numérique de conception préliminaire à l'aide d'un modelleur

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Le cahier des charges fonctionnel ;</li> <li>▪ Les moyens informatiques (logiciel de CAO 3D paramétré, variationnel).</li> <li>▪ Croquis et schémas d'étude préliminaire ;</li> <li>▪ Bibliothèque d'éléments standards.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Choisir un modèle de création (surfaccique, volumique) ;</li> <li>✓ Établir un arbre de construction selon une méthode appropriée (conception dans l'assemblage, conception avec esquisse pivotante ...) ;</li> <li>✓ Choisir des contraintes d'assemblage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adéquation du modèle de création avec le type de produit ;</li> <li>- Pertinence de l'exploitation des fonctionnalités du logiciel ;</li> <li>- Logique et lisibilité de l'arbre de construction proposé ;</li> <li>- Corrélation entre contraintes d'assemblage et mobilité fonctionnelle.</li> </ul>
--	---	---

### C12. Argumenter, au sein d'un groupe projet, les solutions techniques et économiques

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les croquis et schémas d'études préliminaires ;</li> <li>▪ Des bases de données locales et/ou à distances ;</li> <li>▪ La base de données du « savoir-faire » de l'entreprise ;</li> <li>▪ Des abaques ;</li> <li>▪ Des catalogues de constructeurs ;</li> <li>▪ Les informations relatives aux divers coûts : composants, matière, procédés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Décrire une solution technique selon un critère du cahier des charges fonctionnel (CdCf) ;</li> <li>✓ Argumenter une solution au sein du groupe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pertinence des critères techniques et économiques retenus ;</li> <li>- Logique et objectivité de l'argumentation.</li> </ul>
---	--	---

### C13. Valider une géométrie/architecture par simulation informatique ou calcul élémentaire

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les solutions techniques envisageables ;</li> <li>▪ Un outil informatique de modélisation et simulation mécanique et sa documentation associée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Créer un modèle d'étude adapté ;</li> <li>✓ Mettre en œuvre l'outil informatique ou le protocole de calcul élémentaire utilisant le modèle d'étude retenu ;</li> <li>✓ Analyser et interpréter les résultats.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pertinence du modèle proposé ;</li> <li>- Validité des entrées ;</li> <li>- Exactitude des résultats et qualité de leur interprétation.</li> </ul>
---	---	---

C14. Estimer la durée attendue		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La frontière, les conditions et les moyens techniques de l'étude ;</li> <li>▪ Le plan prévisionnel du projet dans lequel s'inscrit l'étude ;</li> <li>▪ Les bases de données techniques de l'entreprise avec, éventuellement des informations sur les temps relatifs aux études antérieures ;</li> <li>▪ Les éléments de calcul des coûts prévisionnels : internes, fournisseurs, outilleurs, fabricants...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Situer l'étude dans le plan général du projet et identifier les antériorités et les simultanités ;</li> <li>✓ Déterminer les délais prévisionnels de l'étude ;</li> <li>✓ Recenser les éléments de coût à prendre en compte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respect du plan de travail ;</li> <li>- Exhaustivité des éléments de coût prévisionnels.</li> </ul>
C15. Choisir un composant en exploitant une base de données industrielle		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Le cahier des charges fonctionnel ;</li> <li>▪ Les lois de comportement attendues ;</li> <li>▪ Les logiciels, abaques, catalogues de constructeurs, croquis et schémas d'étude préliminaire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Inventorier les critères de choix ;</li> <li>✓ Réaliser un choix pondéré multicritères ;</li> <li>✓ Utiliser les procédures de choix de composants (sur catalogues, CD ROM ou en ligne sur des sites industriels).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adéquation des critères de choix avec le cahier des charges fonctionnel ;</li> <li>- Respect de la démarche de choix de composant ;</li> <li>- Pertinence du choix.</li> </ul>
C16. Générer le modèle numérique de l'ensemble étudié		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les moyens informatiques (logiciel de CAO 3D, paramétré, variationnel) ;</li> <li>▪ Le modèle numérique 3D du sous ensemble issu de la conception préliminaire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Établir un paramétrage géométrique incluant les contraintes de conception</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corrélation entre paramétrage et chaîne fonctionnelle ;</li> <li>- Robustesse, portabilité du modèle ;</li> <li>- Minimisation des contraintes d'assemblage.</li> </ul>
C17. Définir les spécifications de fonctionnement		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Le cahier des charges fonctionnel ;</li> <li>▪ Le modèle numérique 3D ;</li> <li>▪ Les mises en plan 2D.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identifier et quantifier les conditions de bon fonctionnement ;</li> <li>✓ Établir les chaînes géométriques traduisant les conditions fonctionnelles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pertinence des conditions fonctionnelles identifiées ;</li> <li>- Exactitude des chaînes géométriques.</li> </ul>
C18. Pré-dimensionner les éléments essentiels du projet		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La maquette numérique de conception préliminaire ;</li> <li>▪ Les actions mécaniques appliquées ;</li> <li>▪ Éventuellement un aide-mémoire des cas simples de la théorie des poutres et un logiciel de RDM ;</li> <li>▪ Les données sur les propriétés mécaniques des matériaux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Définir les éléments à dimensionner ;</li> <li>✓ Choisir un modèle d'étude adapté ;</li> <li>✓ Justifier les hypothèses simplificatrices retenues ;</li> <li>✓ Utiliser le modèle avec l'outil adapté ;</li> <li>✓ Analyser et interpréter les résultats.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pertinence de l'élément à dimensionner ;</li> <li>- Pertinence du modèle d'étude retenu ;</li> <li>- Respect de la démarche de calcul ;</li> <li>- Exactitude de l'interprétation des résultats.</li> </ul>

### C19. Exploiter un logiciel de calcul de structures

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La maquette numérique de conception préliminaire ;</li> <li>▪ Les actions mécaniques appliquées ;</li> <li>▪ Un logiciel de calcul de structure ;</li> <li>▪ Les données sur les propriétés mécaniques des matériaux ;</li> <li>▪ Les résultats des calculs effectués par un logiciel de calcul de structures (édités ou disponibles sur un poste informatique).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Définir les éléments à dimensionner ;</li> <li>✓ Choisir le module de calcul adapté ;</li> <li>✓ Proposer les modèles de chargement ;</li> <li>✓ Identifier les conditions aux limites de l'étude ;</li> <li>✓ Identifier les éléments dimensionnés ;</li> <li>✓ Décoder et interpréter les résultats.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pertinence du modèle d'étude retenu ;</li> <li>- Respect de la démarche de calcul ;</li> <li>- Exactitude de l'interprétation des résultats ;</li> <li>- Pertinence des conclusions.</li> </ul>
--	--	--

### C20. Choisir un matériau et un procédé d'élaboration compatible

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Le cahier des charges fonctionnel du produit ;</li> <li>▪ Les croquis, schémas et/ou modèle numérique 3D de la pièce concernée ;</li> <li>▪ Les bases de données sur les procédés et les matériaux ;</li> <li>▪ Éventuellement, un logiciel d'aide à la décision pour le choix du couple matériau/procédé.</li> <li>▪ Éventuellement, les modules métiers et les moyens de simulation relatifs au(x) procédé(s) envisagé(s), ainsi que les moyens nécessaires à la mise en œuvre d'essais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Vérifier l'aptitude du matériau de la pièce à satisfaire les conditions fonctionnelles ou d'élaboration attendue : usinabilité, formabilité, moulabilité, dureté, résistance à la corrosion, etc. ;</li> <li>✓ Vérifier la compatibilité entre les formes de la pièce et le (ou les) procédé(s) d'obtention (éventuellement par exploitation de modules « métiers » des logiciels).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pertinence du choix du matériau au regard de critères technicoéconomiques ;</li> <li>- Compatibilité du couple matériau/procédé au regard de la géométrie et des fonctions de la pièce.</li> </ul>
--	---	---

### C21. Intégrer les exigences ou propositions d'un spécialiste de procédés

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les éléments économiques : lots, délais, coût prévisionnel ;</li> <li>▪ Le cahier des charges fonctionnel du produit ;</li> <li>▪ La maquette numérique de conception préliminaire ;</li> <li>▪ L'esquisse ou le modèle numérique de la pièce concernée ;</li> <li>▪ Éventuellement, les résultats de la simulation du procédé d'obtention de la pièce étudiée à l'aide d'un module métier ;</li> <li>▪ Un spécialiste du procédé et/ou son rapport d'analyse sur la pièce à fabriquer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Énoncer les contraintes économiques de la pièce à fabriquer ;</li> <li>✓ Énoncer les critères privilégiés pour le choix initial du couple matériau/procédé ;</li> <li>✓ Identifier les incidences du procédé sur l'homogénéité de la matière, sur les caractéristiques mécaniques du matériau ;</li> <li>✓ Définir avec précision la géométrie de la pièce compatible avec le procédé.</li> <li>✓ Échanger avec un spécialiste du procédé.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exhaustivité et exactitude des contraintes et critères énoncés ;</li> <li>- Exhaustivité des incidences du procédé à prendre en compte ;</li> <li>- Compatibilité de la géométrie de la pièce avec le procédé et l'ensemble de ses contraintes.</li> </ul>
---	--	---

## C22. Intégrer les exigences de la vie du produit

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Le cahier des charges fonctionnel du produit ;</li> <li>▪ Des données et/ou des spécialistes sur les processus de fabrication, d'assemblage, de livraison, d'utilisation, de SAV, et de destruction du produit ;</li> <li>▪ Les normes en vigueur relatives à la sécurité des personnes, des biens, et à la préservation de l'environnement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Inventorier les exigences des diverses étapes du cycle de vie du produit ;</li> <li>✓ Traduire les incidences sur la définition du produit et, éventuellement sur les diverses notices de vente, d'installation, de mise en service, d'utilisation, d'entretien, de service après-vente, de destruction.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exhaustivité des contraintes repérées ;</li> <li>- Exactitude des modifications proposées ;</li> <li>- Précision des spécifications indiquées sur les diverses notices.</li> </ul>
--	--	---

## C23. Valider le comportement du système conçu au regard du cahier des charges fonctionnel

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Le cahier des charges fonctionnel du produit ;</li> <li>▪ La maquette numérique de conception détaillée du produit ;</li> <li>▪ Des logiciels de calcul et simulation mécanique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Définir les éléments à valider et les critères d'étude ;</li> <li>✓ Choisir un modèle adapté à la précision de la vérification attendue ;</li> <li>✓ Conclure quant au comportement attendu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pertinence de l'étude proposée ;</li> <li>- Validité du modèle, de l'outil de simulation choisis et de la démarche mise en œuvre.</li> </ul>
--	--	---

## C24. Élaborer le modèle numérique définitif et les représentations graphiques dérivées

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Le modèle numérique de l'étude avec ses spécifications fonctionnelles ;</li> <li>▪ Le contrat final attendu pour l'étude concernée ;</li> <li>▪ Les matériaux et les procédés retenus ;</li> <li>▪ Les normes de la cotation et du tolérancement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Utiliser les fonctionnalités du modèleur 3D pour éditer les documents techniques attendus selon divers points de vue : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conception ;</li> <li>- Spécification ;</li> <li>- Maintenance ;</li> <li>- Commercial ;</li> <li>- Utilisation.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exhaustivité des documents techniques attendus ;</li> <li>- Qualité de l'organisation de l'habillage ;</li> <li>- Précision des informations ;</li> <li>- Respect des normes.</li> </ul>
---	--	---

## C25. Réaliser des dessins de définition de produits finis, cotés, tolérancés

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Le modèle numérique, ses spécifications fonctionnelles et les mises en plan nécessaires ;</li> <li>▪ Les matériaux et procédés retenus ;</li> <li>▪ Les normes en vigueur ;</li> <li>▪ Le coût prévisionnel ;</li> <li>▪ Éventuellement des logiciels de quantification et de simulation d'une cotation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Rechercher, pour chaque condition fonctionnelle, la (ou les) spécification(s) relative(s) à la pièce considérée ;</li> <li>✓ Quantifier les spécifications (en dimensions et spécifications de formes ou de positions relatives) ;</li> <li>✓ Indiquer les spécifications sur le document de définition de la pièce.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pertinence des spécifications retenues ;</li> <li>- Cohérence des valeurs des spécifications au regard des fonctionnalités, des procédés et du coût prévisionnel ;</li> <li>- Respect des normes en vigueur.</li> </ul>
--	--	--

### C26. Intégrer une action d'étude dans une démarche « qualité »

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ L'organigramme de l'entreprise ;</li> <li>▪ Le plan qualité de l'entreprise.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Intégrer son action dans le plan qualité de l'entreprise ;</li> <li>✓ Participer à l'encadrement ou à la formation de stagiaires ou de personnels dans l'entreprise.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respect des procédures « qualité » de l'entreprise ;</li> <li>- Niveau de l'implication personnelle.</li> </ul>
--	--	--

### C27. Contribuer à l'archivage, à la traçabilité de l'étude et à la capitalisation des expériences

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Le dossier complet de l'étude ;</li> <li>▪ Les bases de données de l'entreprise, (archivage matériel ou logiciel).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Rechercher les mots clés de l'étude et, éventuellement, coder selon le protocole de l'entreprise ;</li> <li>✓ Classer l'étude et gérer la configuration en cours.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pertinence des mots clés ;</li> <li>- Exactitude du codage ;</li> <li>- Validité du classement.</li> </ul>
--	---	---

### C28. Choisir un mode de communication approprié

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Un logiciel de messagerie pour réseau local ou à distance ;</li> <li>▪ Un module spécifique d'une plateforme collaborative.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Rédiger un courrier électronique concis ;</li> <li>✓ Diffuser ou recevoir un courrier électronique ;</li> <li>✓ Annoter un modèle numérique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concision, précision et lisibilité du message.</li> </ul>
---	--	--

### C29. Rédiger et présenter oralement un rapport exploitant un vocabulaire technique pertinent

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tout ou partie d'une étude technique ;</li> <li>▪ Éventuellement un glossaire de vocabulaire technique, un dictionnaire ;</li> <li>▪ Orthographe, un dictionnaire des synonymes ;</li> <li>▪ Les moyens matériels et logiciels de présentation de rapports.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Rédiger un rapport ;</li> <li>✓ Inventorier les mots clés et rédiger un plan synthétique du rapport ;</li> <li>✓ Choisir les documents techniques et les animations essentiels ;</li> <li>✓ Réaliser la présentation orale de l'étude technique concernée à l'aide des moyens audiovisuels adaptés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lisibilité du rapport écrit ;</li> <li>- Logique de la démarche proposée ;</li> <li>- Exactitude des mots clés et pertinence des illustrations ;</li> <li>- Précision du vocabulaire et clarté de l'expression orale.</li> </ul>
---	---	---

### C30. Lire un document technique en anglais et participer à un échange technique en anglais

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Un document technique écrit en langue anglaise ;</li> <li>▪ Un ou des interlocuteurs s'exprimant en anglais et un sujet technique identifié à priori.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Décrire en anglais les points clés de l'étude ;</li> <li>✓ Dialoguer en anglais sur le sujet avec un ou des interlocuteurs ;</li> <li>✓ Rédiger en français le résumé d'un échange avec un ou des interlocuteurs s'étant exprimés en langue étrangère.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exactitude de la formulation en langue anglaise ;</li> <li>- Exactitude des idées comprises et traduites en français.</li> </ul>
---	--	---

# **GUIDE D'ACCOMPAGNEMENT PEDAGOGIQUE**



# 1. Les savoirs, savoirs associés et niveaux d'acquisition

## 1.1. Les savoirs

Les compétences identifiées dans le tableau récapitulatif mobilisent des savoirs qui renvoient à des disciplines d'enseignement général ou scientifique et technique.

L'analyse des différentes situations de travail, liées aux tâches, a permis de lister les savoirs indispensables associés aux compétences.

Les savoirs généraux, tels que les langues, font partie intégrante du diplôme et peuvent être communs à plusieurs BTS.

Les savoirs scientifiques et techniques définissent les contenus de formation liés au BTS-CPI

Voici une classification des savoirs généraux et spécifiques associés au Brevet de Technicien Supérieur en Conception du Produit Industriel (CPI) :

- **Savoirs Généraux (communs à plusieurs BTS) :**

- Langues : Arabe (Ar), Français (Fr) et Anglais (Ang) ;
- Communication professionnelle(PC) ;
- Mathématiques (Maths) ;
- Environnement Economique et Juridique des Entreprises (EEJE).

- **Savoirs Techniques et Technico-professionnels :**

- Commande et Motorisation des Systèmes Industriels (CMSI) ;
- Conception Mécanique (CM) ;
- Mécanique Industrielle (MI) ;
- Conception Assistée par Ordinateur (CAO) ;
- Industrialisation des Produits (IP).
- Hygiène, Sécurité et Environnement (HSE).
- Projet de Fin d'Etudes et Stage en entreprise (PFE & Stage).

Ces savoirs fournissent la base nécessaire à l'acquisition des compétences spécifiques au métier de technicien supérieur en conception du produit industriel. De plus, chaque savoir sera détaillé en sous-savoirs, qui seront à leur tour explicités sous forme de contenu comprenant les connaissances à transmettre, ainsi que les niveaux d'acquisition et de maîtrise de ces connaissances.



## 1.2. Association des savoirs aux compétences

Compétences	Savoirs / domaines de savoirs
<b>C01</b>	Langues - Communication - Mathématiques - Commande et Motorisation des Systèmes Industriels - Conception Mécanique - Mécanique Industrielle – Stage et PFE
<b>C02</b>	Langues - Communication - Mathématiques - Commande et Motorisation des Systèmes Industriels - Mécanique Industrielle - Conception Assistée par Ordinateur - Stage et PFE
<b>C03</b>	Langues - Communication - Mathématiques - Commande et Motorisation des Systèmes Industriels - Conception Mécanique - Mécanique Industrielle – Stage et PFE
<b>C04</b>	Mathématiques - Commande et Motorisation des Systèmes Industriels - Conception Mécanique - Mécanique Industrielle - Stage et PFE
<b>C05</b>	Langues - Communication - Commande et Motorisation des Systèmes Industriels - Conception Mécanique - Mécanique Industrielle - Conception Assistée par Ordinateur - Stage et PFE
<b>C06</b>	Commande et Motorisation des Systèmes Industriels - Conception Mécanique - Mécanique Industrielle - Conception Assistée par Ordinateur - Industrialisation des Produits- Stage et PFE
<b>C07</b>	Commande et Motorisation des Systèmes Industriels - Industrialisation des Produits - Hygiène, Sécurité et environnement - Stage et PFE
<b>C08</b>	Communication - Commande et Motorisation des Systèmes Industriels - Conception Mécanique - Mécanique Industrielle -Industrialisation des Produits - Hygiène, Sécurité et environnement - Stage et PFE
<b>C09</b>	Langues - Communication - Commande et Motorisation des Systèmes Industriels - Conception Mécanique - Mécanique Industrielle - Conception Assistée par Ordinateur - Stage et PFE
<b>C10</b>	Commande et Motorisation des Systèmes Industriels - Conception Mécanique - Mécanique Industrielle - Conception Assistée par Ordinateur - Stage et PFE
<b>C11</b>	Mathématiques - Conception Assistée par Ordinateur - Stage et PFE
<b>C12</b>	Mathématiques - Commande et Motorisation des Systèmes Industriels - Conception Mécanique - Mécanique Industrielle - Conception Assistée par Ordinateur - Stage et PFE
<b>C13</b>	Mathématiques - Commande et Motorisation des Systèmes Industriels - Conception Mécanique - Mécanique Industrielle - Conception Assistée par Ordinateur - Industrialisation des Produits - Hygiène, Sécurité et environnement- Stage et PFE
<b>C14</b>	Mathématiques - Environnement Economique et Juridique des Entreprises - Industrialisation des Produits - Stage et PFE
<b>C15</b>	Mathématiques - Commande et Motorisation des Systèmes Industriels - Conception Mécanique - Mécanique Industrielle - Conception Assistée par Ordinateur - Industrialisation des Produits - Stage et PFE
<b>C16</b>	Commande et Motorisation des Systèmes Industriels - Conception Assistée par Ordinateur - Hygiène, Sécurité et environnement- Stage et PFE
<b>C17</b>	Langues - Communication - Commande et Motorisation des Systèmes Industriels - Conception Mécanique - Mécanique Industrielle - Stage et PFE

<b>C18</b>	Mathématiques - Commande et Motorisation des Systèmes Industriels - Mécanique Industrielle - Stage et PFE
<b>C19</b>	Mécanique Industrielle - Conception Assistée par Ordinateur
<b>C20</b>	Mathématiques - Conception Mécanique - Conception Assistée par Ordinateur - Industrialisation des Produits - Stage et PFE
<b>C21</b>	Commande et Motorisation des Systèmes Industriels - Conception Assistée par Ordinateur - Industrialisation des Produits - Hygiène, Sécurité et environnement - Stage et PFE
<b>C22</b>	Langues - Communication - Mathématiques - Environnement Economique et Juridique des Entreprises - Conception Mécanique - Stage et PFE
<b>C23</b>	Mathématiques - Commande et Motorisation des Systèmes Industriels - Conception Mécanique - Mécanique Industrielle - Conception Assistée par Ordinateur - Stage et PFE
<b>C24</b>	Langues - Communication - Mathématiques - Commande et Motorisation des Systèmes Industriels - Conception Mécanique - Mécanique Industrielle - Conception Assistée par Ordinateur - Industrialisation des Produits - Hygiène, Sécurité et environnement- Stage et PFE
<b>C25</b>	Commande et Motorisation des Systèmes Industriels - Conception Assistée par Ordinateur - Stage et PFE
<b>C26</b>	Langues - Communication - Conception Mécanique - Conception Assistée par Ordinateur - Hygiène, Sécurité et environnement - Stage et PFE
<b>C27</b>	Langues - Communication - Conception Assistée par Ordinateur - Stage et PFE
<b>C28</b>	Langues – Communication - Environnement Economique et Juridique des Entreprises - Stage et PFE
<b>C29</b>	Langues - Communication - Stage et PFE
<b>C30</b>	Langues - Communication - Stage et PFE

### 1.3. Codification des savoirs

Les savoirs associés aux compétences ont été organisés autour de n thèmes distincts (S1 à Sn), dont 5 qui sont communs à plusieurs BTS.

La liste ci-dessous donne les savoirs avec leurs codes.

Savoir	Code
Langues : Arabe, Français, Anglais	<b>S1, S2 et S3</b>
Environnement Economique et Juridique des Entreprises	<b>S4</b>
Communication professionnelle	<b>S5</b>
Mathématiques	<b>S6</b>
Commande et Motorisation des Systèmes Industriels	<b>S7</b>
Conception Mécanique	<b>S8</b>
Mécanique Industrielle	<b>S9</b>
Conception Assistée par Ordinateur	<b>S10</b>
Industrialisation des Produits	<b>S11</b>
Hygiène, Sécurité et Environnement	<b>S12</b>
Stage et PFE	<b>S13</b>





Compétences et Savoir-faire professionnels														
Ces savoir-faire professionnels nécessitent la connaissance de savoirs associés. Le croisement de ces deux éléments permet d'identifier les savoirs dont l'acquisition est fondamentale ou bien plus connexe.		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
C01	Décoder un cahier des charges fonctionnel.													
C02	Recenser les contraintes de l'étude.													
C03	Reformuler et synthétiser un cahier des charges fonctionnel résultant verbalisation écrite ou orale.													
C04	Analyser, comparer des solutions techniques et argumenter.													
C05	Dégager les principes qui régissent les solutions techniques.													
C06	Rechercher une information dans une documentation technique, dans un réseau local ou à distance.													
C07	Identifier les moyens techniques de production disponibles.													
C08	Intégrer les contraintes de la propriété industrielle.													
C09	Rechercher et expliciter un principe de solution.													
C10	Proposer ou expliciter sous forme de croquis ou de schéma, commenté, légendé, une solution constructive.													
C11	Elaborer la maquette numérique de conception préliminaire à l'aide d'un modelleur volumique, paramétrable, variation.													
C12	Argumenter, au sein d'un groupe projet, les solutions techniques et économiques proposées en exploitant les outils adaptés.													
C13	Valider une géométrie ou une architecture, par simulation informatique ou calcul élémentaire des comportements mécaniques.													

C14	Estimer la durée d'étude attendue en phase avec le jalonnement d'un projet et recenser les éléments du coût.													
C15	Choisir un composant en exploitant une base de données industrielle, mécanique ou électrique.													
C16	Générer le modèle numérique de l'ensemble étudié en établissant un paramétrage fonctionnel permettant la construction de géométries robustes.													
C17	Définir les spécifications de fonctionnement.													
C18	Redimensionner les éléments essentiels du projet													
C19	Exploiter un logiciel de calcul de structures													
C20	Choisir un matériau et un procédé d'élaboration.													
C21	Intégrer les exigences ou propositions d'un spécialiste du procédé.													
C22	Intégrer les exigences de la vie du produit.													
C23	Valider le comportement du système conçu au regard du cahier des charges fonctionnel.													
C24	Elaborer le modèle numérique définitif et ou les représentations graphiques dérivées.													
C25	Réaliser des dessins de définition de produits finis, cotés, tolérancés.													
C26	Intégrer une action d'étude dans une démarche « qualité ».													
C27	Contribuer à l'archivage, à la traçabilité de l'étude et à la capitalisation des expériences dans les bases de données techniques de l'entreprise.													
C28	Choisir un mode de communication approprié.													
C29	Rédiger et présenter oralement, avec une langue étrangère.													
C30	Lire un document technique en une langue étrangère.													

## 1.4. Niveaux d'acquisition et de maîtrise des savoirs

Le degré d'approfondissement des savoirs est un élément crucial pour la conception des séquences pédagogiques. Chaque savoir est associé à un niveau taxonomique, situant ainsi le niveau de connaissances à atteindre au cours de la formation.

Quatre niveaux taxonomiques ont été définis et illustrés dans le tableau ci-après.

Identificateur de niveau d'acquisition et de maîtrise des savoirs			Niveau			
			1	2	3	4
Le savoir est relatif à l'appréhension d'une vue d'ensemble d'un sujet. Les réalités sont présentées de manière <b>partielle</b> ou <b>globale</b> .		<b>Niveau d'information des savoirs</b>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Le savoir est relatif à l'acquisition de moyens d'expression et de communication : définir et utiliser les termes composant la discipline. Il s'agit de <b>maîtriser un savoir</b> .		<b>Niveau d'expression</b>		<input checked="" type="checkbox"/>		
Le savoir est relatif à la maîtrise de procédés et d'outils d'étude ou d'action : utiliser, manipuler des règles, des ensembles de règles ou des principes en vue d'un résultat à atteindre. Il s'agit de <b>maîtriser un savoir-faire</b> .		<b>Niveau de la maîtrise d'outils</b>			<input checked="" type="checkbox"/>	
Le savoir est relatif à la maîtrise d'une méthodologie de pose et de résolution de problème : assembler, organiser les éléments d'un sujet, identifier les relations, raisonner à partir de ces relations, décider en vue d'un but à atteindre. Il s'agit de <b>maîtriser une démarche</b> : induire, déduire, expérimenter, se documenter.		<b>Niveau de la maîtrise méthodologique</b>				<input checked="" type="checkbox"/>

## 2. Détails des savoirs associés

### 2.1. Savoirs généraux

Les détails des savoirs S1, S2, S3, S5 et S6 sont disponibles dans les référentiels correspondants à ces domaines de connaissance, et il est recommandé de s'y référer pour obtenir des informations approfondies

#### **S4 : Environnement Economique et Juridique des Entreprises (EEJE)**

L'EEJE est un savoir transversal enseigné en première année à raison de deux heures par semaine. Il permet aux étudiants d'acquérir les compétences suivantes :

- Avoir une culture pluridisciplinaire, notamment dans les domaines juridique et économique de l'entreprise ;
- Comprendre, interpréter et communiquer aisément avec tous les partenaires de l'entreprise ;
- Prendre connaissance des différentes étapes de la création d'entreprise ;
- Développer un esprit entrepreneurial.

#### **S4 – Environnement Économique et Juridique des entreprises**

##### **S4.1- Environnement Économique**

##### **S4.1.1 – Économie générale**

##### **S4.1.1.1 - L'entreprise : Un acteur de l'activité économique**

###### **I- Notions fondamentales**

###### **1- Notion et types :**

- Des besoins ;
- Des biens.

###### **2- Définition et champs d'application de la science économique (micro et macro-économie).**

###### **II- Agents économiques : définition et fonction**

- Ménages ;
- Administrations (publiques et privées) ;
- Entreprise non financière ;
- Institutions Financières ;
- Reste du monde.

##### **S4.1.1.2 – L'entreprise et les fonctions économiques :**

- 1- Notion et types de consommation ;
- 2- Notion, types et facteurs de production ;
- 3- Notion et types d'investissement ;
- 4- Notion et types d'épargne (financière et réelle).

##### **S4.1.2 – Économie d'entreprise**

##### **S4.1.2.1 – Entreprise est une structure organisée**

- 1- Notion d'entreprise ;
- 2- Finalités économiques et sociales de l'entreprise ;
- 3- Classification des entreprises (selon la taille, selon le secteur d'activité) ;
- 4- Structures des entreprises (hiérarchique, fonctionnelle, hiérarchico-fonctionnelle, matricielle, divisionnelle et virtuelle) ;
- 5- Critères de choix d'une structure adéquate.

##### **S4.1.2.2 – Entreprise et ses Fonctions**

<p>1- Fonction Administrative :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les cinq tâches de Fayol ;</li> <li>- Recrutement ;</li> <li>- Formation ;</li> <li>- Information.</li> </ul> <p>2- Fonction Commerciale :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marketing mixte ;</li> <li>- Gestion des approvisionnements ;</li> <li>- Documents commerciaux (catalogues, Bon de commande, bon de livraison et facture).</li> </ul> <p>3- Financière :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Types et moyens de financement ;</li> <li>- Documents financiers (Bilan et CPC).</li> </ul> <p>4- Technique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Organisation (Bureau d'études, Bureau de méthodes et bureau de lancement) ;</li> <li>- La gestion de la qualité : l'esprit « qualité », démarche et enjeux de la qualité ;</li> <li>- Les processus de production : la production en petites séries, la production en grandes séries et le juste à temps.</li> </ul>
<b>S4.1.2.3 – Entreprise et son marché</b>
<p>1-Le marché</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Notion de marché (concret et abstrait).</li> <li>- Éléments de marché (offre, demande et prix).</li> <li>- Types de marché <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selon l'objet (de biens et services, de travail, de capitaux et de change) ;</li> <li>• Selon le régime (de monopole, d'oligopole et de concurrence) ;</li> <li>• Selon l'étendue géographique (local, régional, national et international) ;</li> <li>• Selon la quantité échangée (de gros, semi-gros et de détail) ;</li> </ul> </li> </ul> <p>2-Étude de marché :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'étude de l'environnement ; <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'étude de la demande ;</li> <li>• L'étude de l'offre ;</li> <li>• L'étude de la distribution ;</li> </ul> </li> <li>- La segmentation du marché.</li> </ul>
<b>S4.2- Environnement juridique</b>
<b>S4.2.1- Notion de droit</b>
<p>1-Introduction à l'étude de Droit ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définition de Droit ;</li> <li>- Branches de Droit ;</li> <li>- Sources de Droit.</li> </ul> <p>2-Obligations et contrat</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Notion et types d'obligation ;</li> <li>- Notion de contrat ;</li> <li>- Caractéristiques de contrat ;</li> <li>- Condition de validité du contrat (conditions de fonds et de forme).</li> </ul>
<b>S4.2.2- Législation du travail</b>

<p>1- Contrat du travail</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définition du contrat de travail ;</li> <li>- Types de contrat de travail ;</li> <li>- Obligation des deux parties du contrat de travail ;</li> <li>- Période d'essai et de préavis ;</li> <li>- Suspension et rupture du contrat de travail ;</li> <li>- Indemnités de licenciement ;</li> </ul> <p>2- La Rémunération et la durée légale de travail</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Durée légale de Travail ;</li> <li>- Les heures supplémentaires (HS) ;</li> <li>- Repos, congé annuel et absence ;</li> <li>- Notion juridique du salaire (salaire de base et salaire brut) ;</li> <li>- Retenues sur salaire (IR, CNSS, CIMR, salaire net et bulletin de paie).</li> </ul> <p><b>NB :</b> Pour le calcul du salaire brut et net, il faut se limiter juste aux calculs des HS, des cotisations sociales (CNSS et AMO) et des allocations familiales.</p>
<b>S4.2.3- Droit commercial</b>
<p>1- Commerçant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définition ;</li> <li>- Actes de commerce ;</li> <li>- Qualité de commerçant ;</li> <li>- Obligations du commerçant.</li> </ul> <p>2- Fonds de commerce</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définition ;</li> <li>- Éléments de fonds de commerce ;</li> <li>- Préciser et définir les opérations sur le fonds de commerce (vente, nantissement et location).</li> </ul> <p>3-Moyens de règlement</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le chèque ; <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définition du chèque ;</li> <li>• Types de chèque (barré, visé et certifié) ;</li> <li>• Circulation du chèque (encaissement et endossement).</li> </ul> </li> <li>- Les effets de commerce (lettre de change et billet à ordre) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définition ;</li> <li>• Circulation (encaissement, endossement).</li> </ul> </li> </ul>
<b>S4.2.4- Droit des sociétés</b>
<p>1- Entreprise individuelle ;</p> <p>2- Entreprise sociétaires (constitution et fonctionnement de la SNC, de la SARL et de la SA).</p>
<b>S4.3- Gestion de projet et création d'entreprise</b>
<b>S4.3.1- Idée du projet</b>
<p>1- L'idée comme point de départ ;</p> <p>2- Les profils des créateurs ;</p> <p>3- L'avant-projet.</p>
<b>S4.3.2- Faisabilité du projet</b>
<p>1- La faisabilité économique ;</p> <p>2- La faisabilité financière ;</p> <p>3- La faisabilité juridique.</p>
<b>S4.3.3- Démarrage de l'entreprise</b>
<p>1- Les démarches administratives ;</p> <p>2- Les démarches juridiques ;</p>



3- Le lancement des activités.
<b>S4.3.4- Aides à la création</b>
1- Les aides financières ; 2- Les aides fiscales.

## 2.2. Savoirs techniques et technico-professionnels

### S7 : Commande et Motorisation des Systèmes Industriels (CMSI)

Le titulaire d'un BTS CPI doit être capable avant tout de conceptualiser et de sélectionner avec précision les systèmes de commande et de motorisation d'un produit industriel, en se basant sur les exigences spécifiques définies dans le cahier des charges. Parallèlement, il doit approfondir sa compréhension des besoins du produit, établir des critères distincts, et identifier les contraintes et les limites de l'étude pour mener à bien son analyse.

Il est également primordial pour lui de pouvoir effectuer des calculs de dimensionnement, de choisir les composants adaptés tout en tenant compte des contraintes techniques et environnementales, et de justifier ainsi ses décisions de manière claire. Enfin, il doit être en mesure de concrétiser ses analyses en élaborant des schémas détaillés et en interprétant les résultats pour formuler des conclusions tangibles sur le comportement prévu du produit, démontrant ainsi sa capacité à fusionner théorie et pratique dans ses activités professionnelles.

S7 : Commande et Motorisation des Systèmes Industriels		Niveau			
		1	2	3	4
<b>S7.1</b>	<b>Fondements et lois de l'électricité</b>				
<b>S7.1.1</b>	<b>Lois fondamentales de l'électricité en continu</b>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Notions de base</b> : Introduction aux concepts essentiels tels que la tension, le courant, la charge, la source et le dipôle ;</li> <li>- <b>Représentation</b> : Utilisation des symboles normalisés pour représenter et lire un schéma électrique en continu ;</li> <li>- <b>Conventions générateur et récepteur</b> : Utilisation de conventions d'orientation pour orienter les tensions et les courants d'un générateur et/ou un récepteur ;</li> <li>- <b>Lois fondamentales</b> : Loi d'Ohm, lois de Kirchhoff (loi des nœuds et loi des mailles), diviseur de tension et diviseur de courant ;</li> <li>- <b>Association de dipôles résistifs</b> : Associations en série et en parallèle ;</li> <li>- <b>Puissance et énergie</b> : définition et expression associées.</li> </ul>				
<b>S7.1.2</b>	<b>Lois de l'électricité en monophasé et triphasé</b>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Régime sinusoïdal monophasé</b> :</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Caractéristiques d'un signal sinusoïdal alternatif</b> : Période, fréquence, pulsation, déphasage, phase à l'origine, amplitude, valeurs moyenne, efficace et maximale.</li> <li>• <b>Représentations et expressions</b> : Utilisation de symboles normalisés pour représenter et lire un schéma électrique, expressions temporelles, représentation de Fresnel, représentation par nombres complexes des grandeurs sinusoïdales en monophasé ;</li> <li>• <b>Dipôles passifs élémentaires</b> : Résistance, condensateur, inductance ;</li> <li>• <b>Association et caractéristiques des dipôles passifs linéaires</b> : Associations en série et en parallèle, notions d'impédance, d'admittance et de déphasage ;</li> <li>• <b>Puissances</b> : Active, réactive, apparente, théorème de Boucherot, amélioration du facteur de puissance ;</li> </ul> <p>- <b>Régime sinusoïdal triphasé</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Réseau triphasé équilibré</b> : Définition et caractéristiques des signaux électriques (tension, courant, etc.) en système triphasé.</li> <li>• <b>Représentations et expressions</b> : Expressions temporelles et représentations complexes dans le diagramme de Fresnel des grandeurs sinusoïdales d'un système triphasé ;</li> <li>• <b>Couplages étoile et triangle</b> : Définition, représentation, caractéristiques, choix du couplage ;</li> <li>• <b>Puissances</b> : Active, réactive, apparente, théorème de Boucherot, amélioration du facteur de puissance.</li> </ul>			
<b>S7.2</b>	<b>Conversion de l'énergie</b>			
<b>S7.2.1</b>	<b>Moteurs électriques</b>			
	<p>- <b>Moteur à courant continu</b> : Définition, principe de fonctionnement, constituants, modes d'excitation, modèle électrique équivalent en régime permanent, force électromotrice (FEM), bilan de puissance, rendement, plaque signalétique, détermination du point de fonctionnement d'un ensemble moteur/charge.</p> <p>- <b>Moteur asynchrone</b> : Définition, principe de fonctionnement, constituants, vitesse de synchronisme, paire de pôles, glissement, couplages, bilan de puissance, rendement, plaque signalétique, détermination du point de fonctionnement d'un ensemble moteur/charge, procédés de démarrage* (intérêts, schémas électriques de commande et de puissance, appareillages (relais, sectionneur, disjoncteurs, etc.)).</p> <p><i>* Les procédés de démarrage doivent se limiter uniquement au démarrage direct, étoile-triangle et démarreurs électroniques.</i></p>			
<b>S7.2.2</b>	<b>Convertisseurs statiques de puissance</b>			
	<p>- <b>Conversion AC/DC</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Redresseurs non commandés</b> : Caractéristiques d'une diode de redressement, structure des redresseurs monophasés et triphasés, calcul de la tension moyenne de sortie.</li> </ul>			

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Redresseurs commandés</b> : Caractéristiques d'un thyristor, structure des redresseurs monophasés et triphasés, calcul de la tension moyenne de sortie.</li> <li>• <b>Exemple pratique</b> : variateur de vitesse du moteur à courant continu.</li> </ul> <p>- <b>Conversion DC/DC</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hacheurs*</b> : Structure des hacheurs série, parallèle, quatre quadrants, calcul de la valeur moyenne de la tension de sortie.</li> <li>• <b>Exemple pratique</b> : variateur de vitesse du moteur à courant continu.</li> </ul> <p><i>* La matérialisation par composants de l'électronique de puissance n'est pas demandée, l'élément hacheur doit être modélisé uniquement par un interrupteur parfait.</i></p> <p>- <b>Conversion DC/AC</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Onduleurs**</b> : Structure des onduleurs monophasés et triphasés, structure des variateurs de vitesse à base d'onduleurs, calcul de la valeur efficace de la tension de sortie.</li> <li>• <b>Exemple pratique</b> : variateur de vitesse du moteur asynchrone.</li> </ul> <p><i>** La matérialisation par composants de l'électronique de puissance n'est pas demandée, les composants doivent être modélisés uniquement par des interrupteurs parfaits.</i></p> <p><i>N.B. Les convertisseurs statiques de puissance ne doivent pas faire l'objet d'une étude exhaustive. Il s'agit simplement de reconnaître sur un schéma électrique le type et la structure d'un convertisseur statique de puissance que les étudiants doivent par la suite étudier de manière simplifiée tout en mettant en avant leur rôle essentiel en tant que dispositifs de commande des moteurs.</i></p>			
<b>S7.3</b>	<b>Systèmes automatisés à événements discrets</b>			
<b>S7.3.1</b>	<b>Description fonctionnelle des systèmes automatisés</b>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Composition d'un système automatisé</b> : Partie commande et partie opérative.</li> <li>- <b>Éléments d'un système automatisé</b> : Pré-actionneur, actionneur, effecteur, capteur, automate programmable, etc.</li> <li>- <b>Application</b> : Identifier des parties et des éléments d'un système automatisé.</li> </ul>			
<b>S7.3.2</b>	<b>Logique combinatoire</b>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Introduction</b> : Définition de la logique combinatoire et de la logique séquentielle, différence entre la logiques combinatoire et séquentielle (notion de mémoire et des sorties antérieures).</li> <li>- <b>Systèmes de numération</b> : Binaire naturel, octal, décimal, hexadécimal.</li> <li>- <b>Conversions</b> : Règles de conversion d'une base à une autre.</li> <li>- <b>Codes particuliers</b> : Code Gray (binaire réfléchi), code BCD, code ASCII.</li> <li>- <b>Écriture des nombres signés</b> : Notation en module plus signe, notation en complément à 1 (C1), notation en complément à 2 (C2).</li> <li>- <b>Opérations arithmétiques en binaire</b> : Addition et soustraction des nombres signés.</li> <li>- <b>Fonctions logiques</b> : NOT, OR, AND, XOR, NOR, NAND et XNOR.</li> <li>- <b>Simplification des équations logiques</b> :</li> </ul>			

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Algébrique</i> : algèbre de Boole et théorème de De Morgan.</li> <li>• <i>Graphique</i> : tableau de Karnaugh.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Synthèse d'un système combinatoire</b> : Table de vérité, équations logiques de sorties, simplification des équations logiques de sortie, logigramme.</li> <li>- <b>Circuits combinatoires arithmétiques</b> : demi-additionneur, additionneur, soustracteur, comparateur, etc.</li> <li>- <b>Circuits combinatoires avancés</b> : codeur, décodeur, transcodeur, multiplexeur, démultiplexeur.</li> </ul>			
<b>S7.3.3</b>	<b>Logique séquentielle</b>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Basculés</b> : Définitions, principes de fonctionnement, tables de vérité et chronogrammes des bascules RS, RSH, JKH, D, T.</li> <li>- <b>Entrées asynchrones</b> : PRESET (forçage à 1), CLEAR (forçage à 0).</li> <li>- <b>Compteurs et décompteurs asynchrones</b> : Définitions, cycles complet et incomplet, tableaux de fonctionnement, câblage à base des bascules JKH et D, chronogrammes.</li> <li>- <b>Compteurs et décompteurs synchrones</b> : définitions, cycles complet et incomplet, tableaux de fonctionnement, câblage à base des bascules JKH et D, chronogrammes.</li> </ul>			
<b>S7.3.4</b>	<b>GRAFCET et API</b>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>GRAFCET</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Notions de base</b> : Définitions, spécifications, point de vue, constituants, symbolisation, règles de syntaxe et d'évolution, types d'actions et réceptivités, séquences de base (linéaire/unique, ET, OU, saut d'étape(s) et reprise d'étapes).</li> <li>• <b>Grafcet hiérarchisé</b> : forçage et figeage.</li> <li>• <b>Structuration</b> : par capsulation, macroétape, sous-programme.</li> </ul> </li> <li>- <b>Automate Programmable Industriel (API)</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Notions de base</b> : Définitions, architecture des automates (interne et externe), types (compact et modulaire), périphériques (E/S analogiques, E/S numériques, temporisateurs et compteurs).</li> <li>• <b>Câblage des E/S</b> : Identification des connexions, câblage des entrées/sorties, respect des spécifications techniques et des normes de sécurité.</li> <li>• <b>Programmation des API*</b> : Langages de programmation normalisés (notions de base, avantages et inconvénients), traitement de programme, programmation structurée, fonctions spéciales, recherche et diagnostic des dysfonctionnements.</li> <li>• <b>Mise en œuvre d'un Grafcet par l'un des API couramment utilisés</b> : API Panasonic, API Siemens, API Schneider, etc.</li> </ul> </li> </ul> <p><i>* Les TD (travaux dirigés), les DS (devoirs surveillés) et TP (travaux pratiques) doivent se limiter uniquement au langage LADDER et GRAFCET.</i></p>			
<b>S7.4</b>	<b>Asservissement et régulation des systèmes linéaires continus</b>			

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Transformée de Laplace</b> : Définitions, propriétés, théorèmes de la valeur initiale et finale, utilisation du tableau de Laplace des transformées usuelles (échelon, Dirac, rampe, sinusoïdal, etc.).</li> <li>- <b>Transformée de Laplace inverse</b> : Utilisation de la décomposition en éléments simples et du tableau de Laplace des transformées inverses usuelles (échelon, Dirac, rampe, sinusoïdal, etc.).</li> <li>- <b>Caractéristiques des systèmes linéaires continus</b> : Définitions, modélisation temporelle par équation différentielle, ordre du système, classe du système.</li> <li>- <b>Performances d'un système linéaire continu</b> : Rapidité, stabilité et précision.</li> <li>- <b>Représentation d'un système linéaire continu par schémas fonctionnels</b> : Notion de blocs, sommateur, comparateur, association de blocs (en cascade, en parallèle et mixte), manipulation des schéma blocs, chaîne directe, chaîne de retour, boucle ouverte, boucle fermée.</li> <li>- <b>Modélisation d'un système linéaire continu par fonctions de transfert</b> : Fonction de transfert de la chaîne directe, fonction de transfert de la chaîne de retour, fonction de transfert en boucle ouverte (FTBO), fonction de transfert en boucle fermée (FTBF), fonction de transfert de l'erreur (FTE).</li> <li>- <b>Analyse temporelle des systèmes linéaires continus</b> : Objectif, réponses indicielles d'un système du premier et deuxième ordre, effets des paramètres des systèmes sur leur comportement temporel (amplification, atténuation, régime transitoire, régime permanent, temps de réponse, etc.)</li> <li>- <b>Analyse fréquentielle des systèmes linéaires continus</b> : Objectif, fonctions de transfert complexes ou isochrones, formes canoniques, diagramme de Bode, relation entre la rapidité du système et sa bande passante.</li> <li>- <b>Stabilité des systèmes linéaires continus</b> : Définitions, notion des pôles et des zéros d'un système bouclé, critères de Routh Hurwitz et de Revers, détermination des marges de stabilité (MG et MP) algébriquement et graphiquement sur le diagramme de Bode.</li> <li>- <b>Précision des systèmes linéaires continus</b> : Définition, précision statique et dynamique, classe du système, erreur de position, de vitesse et d'accélération.</li> <li>- <b>Étude des systèmes linéaires continus de premier et deuxième ordre</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Premier ordre</i> : fonction de transfert canonique (gain statique, constante de temps), réponse indicielle, temps de réponse à 5%, erreur statique.</li> <li>• <i>Deuxième ordre</i> : fonction de transfert canonique (gain statique, coefficient d'amortissement, pulsation propre), régimes de fonctionnement (apériodique, apériodique critique, oscillatoire amorti), réponse indicielle, dépassement, temps du premier dépassement, pseudo-période, pseudo-pulsation, temps de montée, temps de réponse à 5%, erreur statique, pulsation de résonance, facteur de qualité.</li> </ul> </li> <li>- <b>Correction des systèmes asservis ou régulés</b> : Intérêts, expressions et effets des correcteurs proportionnel (P), intégral (I), dérivé (D), proportionnel-intégral (PI), proportionnel-dérivé (PD) et correcteur industriel (PID).</li> </ul>	
<b>S7.5</b>	<b>Travaux pratiques (TP)</b>	

### Liste des travaux pratiques (S7.5) <sup>(1) (2) (3)</sup>

Numéro du TP	Savoirs associés	Objectif du TP	Activités associées
<b>Deuxième année (4h/semaine)</b>			
TP n°1	<b>S7.1.1</b>	Mesurer les grandeurs électriques en continu	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Réaliser un montage à partir d'un schéma électrique en continu.</li> <li>▪ Mesurer la tension, le courant et la puissance en continu.</li> <li>▪ Analyser les résultats pour vérifier leur conformité avec les lois fondamentales telles que les lois d'Ohm et de Kirchhoff.</li> </ul>
TP n°2	<b>S7.1.2</b>	Mesurer les grandeurs électriques en monophasé et triphasé	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Réaliser un montage à partir d'un schéma électrique en monophasé et triphasé.</li> <li>▪ Mesurer la tension, le courant et la puissance en monophasé et triphasé.</li> <li>▪ Utiliser des oscilloscopes pour visualiser et mesurer les caractéristiques des signaux électriques telles que la période, la fréquence, l'amplitude, le déphasage, etc.</li> <li>▪ Améliorer le facteur de puissance en ajustant les valeurs de condensateurs pour compenser la puissance réactive Q.</li> </ul>
TP n°3	<b>S7.2.1</b>	Câbler et contrôler le démarrage et la variation de vitesse des moteurs asynchrones et à CC	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Apprendre à câbler le moteur asynchrone et le moteur à courant continu.</li> <li>▪ Mesurer les grandeurs électriques caractéristiques de chaque moteur.</li> <li>▪ Observer le comportement de chaque moteur lors du démarrage et de la variation de vitesse.</li> <li>▪ Tester quelques procédures de démarrage du moteur asynchrone (direct, étoile/triangle, démarreurs électroniques).</li> </ul>
TP n°4	<b>S7.2.2</b>	Câbler et visualiser les signaux de sortie des convertisseurs statiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Câbler des redresseurs, visualiser et analyser les signaux de sortie, déterminer la valeur moyenne de la tension de sortie.</li> <li>▪ Câbler des hacheurs, visualiser et analyser les signaux de sortie, déterminer la valeur moyenne de la tension de sortie.</li> <li>▪ Câbler des onduleurs, visualiser et analyser les signaux de sortie, déterminer la valeur efficace de la tension de sortie.</li> </ul>
TP n°5	<b>S7.3.2</b>	Tester des portes logiques et réaliser des circuits combinatoires complexes	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tester le fonctionnement de portes logiques.</li> <li>▪ Créer des circuits logiques en combinant différentes portes logiques pour répondre aux exigences d'un cahier des charges.</li> <li>▪ Mettre en œuvre des circuits logiques complexes (le décodeur BCD 7 segments, le multiplexeur, l'additionneur, etc.).</li> </ul>
TP n°6	<b>S7.3.3</b>	Câbler des compteurs/décompteurs asynchrones et synchrones	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Réaliser des bascules à base des portes logiques.</li> <li>▪ Valider le fonctionnement des bascules réalisées.</li> <li>▪ Câbler des compteurs/décompteurs asynchrones et synchrones en utilisant des bascules intégrées.</li> </ul>
TP n°7	<b>S7.3.4</b>	Implantation d'un GRAFCET dans un API	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Effectuer le raccordement des entrées/sorties nécessaires.</li> <li>▪ Développer des programmes en langage Ladder et GRAFCET à partir d'un cahier des charges.</li> <li>▪ Implanter des GRAFCET dans un API et valider leur fonctionnement.</li> </ul>
TP n°8	<b>S7.4</b>	Déterminer les performances d'un système et analyser les effets des actions P, I et D	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Déterminer les performances (rapidité, stabilité, précision) d'un système asservi ou régulé sans et avec correction.</li> <li>▪ Comparer les performances (rapidité, stabilité, précision) d'un système asservi ou régulé avec ou sans correction.</li> <li>▪ Dédire les effets des correcteurs (P, I, PI, PD, PID) sur les performances (rapidité, stabilité, précision) d'un système asservi ou régulé.</li> </ul>

(1) Ces travaux pratiques, réservés exclusivement à la deuxième année, doivent être dirigés par un professeur de génie électrique.

(2) Ces travaux pratiques doivent être réparties en alternance entre quatre groupes (G1, G2, G3 et G4). Deux groupes assistent aux séances de CAO, un groupe participe aux travaux pratiques en IP, tandis qu'un autre groupe est assigné aux travaux pratiques en CMSI.

(3) Chaque groupe (G1, G2, G3 ou G4) doit assister à une séance de TP en CMSI et en IP une fois par mois, ainsi qu'à deux séances de CAO par mois.



## S8 : Conception Mécanique (CM)

### S8.1. Analyse fonctionnelle et structurelle et diagrammes d'ingénierie system (SySML) :

L'analyse fonctionnelle est un outil utilisé par les techniciens en bureau d'études de produits mécaniques. Elle doit être complétée par une approche plus globale, nécessaire à la conception des systèmes pluritechniques complexes, telle que l'Ingénierie Système, relevant de la responsabilité des ingénieurs chefs de projets. Au niveau du BTS CPI, l'approche de l'Ingénierie Système passe par la compréhension et l'exploitation des diagrammes SysML (Systems Modeling Language), qui servent à décrire les systèmes complexes associés aux études mécaniques requises.

S8 : Conception Mécanique		Niveau			
		1	2	3	4
<b>S8.1</b>	<b>Analyse fonctionnelle et structurelle et diagrammes d'ingénierie system (SySML)</b>				
	<b>Analyse fonctionnelle :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Besoin à satisfaire par l'utilisateur ;</li> <li>- Expression fonctionnelle du besoin ;</li> <li>- Frontière d'une étude ;</li> <li>- Cahier des charges fonctionnel ;</li> <li>- Présenter la fonction globale ;</li> <li>- Identifier les contraintes ;</li> <li>- Caractériser les exigences : critère, niveau et flexibilité ;</li> <li>- Identifier et caractériser les fonctions de services ;</li> <li>- Analyse du Cycle de vie du produit (ACV) ;</li> <li>- Langage de description SysML, Types de diagrammes et leur utilisation ;</li> <li>- Diagramme des cas d'utilisations (UC : Use Case Diagram) ;</li> <li>- Diagramme des exigences (req : Requirement Diagram).</li> </ul> <b>Analyse structurelle :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagramme de définition de blocs (bdd) ;</li> <li>- Diagramme de blocs internes (ibd) ;</li> <li>- Diagramme paramétrique (Par) ;</li> <li>- Chaînes fonctionnelles : chaîne d'énergie et chaîne d'information.</li> </ul> <b>Remarque :</b> Les diagrammes SysML (UC, req, bdd, ibd, Par) peuvent être proposés à lire, à compléter ou à créer en s'appuyant sur un document fourni présentant la syntaxe.				
<b>S8.2</b>	<b>Fonctionnalités des liaisons mécaniques</b>				
<b>S8.2.1</b>	<b>Cotation et tolérancement normalisés</b>				
	Cotes tolérances et système de tolérances iso.				
<b>S8.2.2</b>	<b>Les Ajustements</b>				
	Ecriture, types et ajustements couramment utilisés.				
<b>S8.2.3</b>	<b>Spécification de produits</b>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spécification géométrique du produit selon la norme ; des spécifications de forme, de position, d'orientation et de battement.</li> <li>- Matrice GPS en spécifiant : (Élément(s) de référence, référence(s) spécifiée, zone(s) de tolérance, condition de conformité, exigence de l'enveloppe, principe du maximum de matière, tolérance projetée...).</li> </ul>				
<b>S8.2.4</b>	<b>Assemblage démontable &amp; Assemblage permanent</b>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise et maintien en position,</li> <li>- Solutions démontables,</li> <li>- Non démontables,</li> <li>- Fiabilité de liaison et travail graphique...</li> <li>- Filogramme de montage et de démontage...</li> </ul>				

<b>S8.2.5</b>	<b>Guidage en rotation</b>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caractéristiques et typologie de guidage en rotation,</li> <li>- Types de roulements,</li> <li>- Règles et types de montage,</li> <li>- Contraintes de dimensionnement,</li> <li>- Durée de vie et charge dynamique.</li> <li>- Applications graphiques.</li> </ul>			
<b>S8.2.6</b>	<b>Guidage en translation</b>			
	Caractéristiques du guidage en translation par glissement et par roulement			
<b>S8.2.7</b>	<b>Cotation fonctionnelle</b>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cote condition,</li> <li>- Surfaces de liaison,</li> <li>- Equation et calculs de la chaîne de côtes.</li> </ul>			
<b>S8.2.8</b>	<b>Lubrification</b>			
	Types et modes de lubrifications à l'huiles et par graisses (Types des graisseurs...)			
<b>S8.2.9</b>	<b>Etanchéité</b>			
	Types d'étanchéités statique et dynamique (en translation et en rotation)			

### S8.3. Transmission et transformation de mouvements

Les connaissances relatives à ces solutions constructives seront traitées en parallèle avec l'étude et l'avancement des Savoirs de Mécanique industrielle. L'objectif est de développer une compréhension des composants de transmission de puissance.

Lorsque la complexité le permet, il est possible de se pencher sur :

- Les conditions d'installation et de bon fonctionnement ;
- Le pré-dimensionnement et/ou validation du choix à l'aide de bases de données de constructeurs ou de logiciels spécialisés.
- Les données technico-économiques comparatives, telles que le prix du composant, les coûts d'installation, de maintenance, etc.

<b>S8.3</b>	<b>Transmission et transformation de mouvements</b>			
	Caractéristiques des composants mécaniques de transmission suivant : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les aspect fonctionnel, représentation et technologique</li> <li>- Les aspect physique et étude analytique ;</li> <li>- Comportement de la transmission, Rendement, Puissance d'entrée et de sortie, Loi entrée/sortie et Réversibilité....</li> <li>- Aspect Application ; Prédimensionnement et/ou validation du choix à l'aide de bases de données, des abaques de constructeurs et/ou de logiciels spécialisés.</li> </ul> <i>Pour les systèmes ci-dessous</i>			
<b>S8.3.1</b>	<b>Transmission de puissance sans transformation de mouvement</b>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les accouplements ;</li> <li>- Les embrayages et coupleurs hydrauliques ;</li> <li>- Les limiteurs de couples ;</li> <li>- Les freins ;</li> <li>- Les roues de friction ;</li> <li>- Les poulies courroies ;</li> <li>- Les variateurs de vitesses mécanique ;</li> <li>- Roues et chaînes ;</li> <li>- Les engrenages ;</li> <li>- Les trains ordinaires et épicycloïdaux (équation de la raison basique <math>\lambda</math>) ;</li> <li>- Les boîtes de vitesses.</li> </ul>			



<b>S8.3.2</b>	<b>Transmission de puissance avec transformation de mouvement</b>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bielle – manivelle ;</li> <li>- Excentriques et Système à came (radial et axial) ;</li> <li>- Croix de Malte ;</li> <li>- Vis-écrou ;</li> <li>- Systèmes articulés plans.</li> </ul>			
<b>S8.3.3</b>	<b>Les circuits hydrauliques de transmission de puissance</b>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les pompes ;</li> <li>- Les vérins ;</li> <li>- Les circuits hydrauliques ; noms, fonctions des différents éléments, débit, cylindrée, course, puissance hydraulique...</li> </ul>			

## S9 : Mécanique Industrielle (MI)

Le titulaire du BTS CPI, confronté au dimensionnement de systèmes techniques, doit être capable de proposer des modélisations de problèmes pour des cas simples, puis de conduire les simulations d'étude de comportement mécanique correspondantes.

Dans d'autres cas, il est capable de dialoguer avec un spécialiste auquel il confie les modélisations. En autonomie, le titulaire du BTS CPI interprète les résultats des simulations afin d'en tirer les conséquences sur les conceptions qu'il propose.

S9 : Mécanique Industrielle		Niveau			
		1	2	3	4
<b>S9.1</b>	<b>Comportement des systèmes techniques : cas des solides indéformables</b>				
<b>S9.1.1</b>	<b>Modélisation des liaisons mécaniques</b>				
	Caractérisation des liaisons mécaniques : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nature du contact : ponctuel, linéique, surfacique ;</li> <li>- Repère locale, degré de liberté ;</li> <li>- Liaisons normalisées entre solides :               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définition ;</li> <li>• Caractéristiques géométriques ;</li> <li>• Symboles normalisés.</li> </ul> </li> </ul>				
<b>S9.1.2</b>	<b>Schématisation d'un produit technique</b>				
	<b>Étude des chaînes cinématiques :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modélisation des liaisons ;</li> <li>- Classe d'équivalence cinématique ;</li> <li>- Graphe des liaisons ;</li> <li>- Schéma cinématique (minimal ou architectural) ;</li> <li>- Association de liaisons en série et en parallèle (définition et exemples).</li> </ul>				
<b>S9.1.3</b>	<b>Mouvements relatifs de solides dans un repère</b>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rappels et compléments de calcul vectoriel et torsorielle : (Opérations sur les vecteurs, Dérivation vectorielle, Notions sur les torseurs) ;</li> <li>- Définition d'un solide indéformable ;</li> <li>- Repère attaché à un référentiel ;</li> <li>- Equivalence entre référentiel et solide indéformable ;</li> <li>- Paramétrage de la position d'un solide par rapport à un autre solide (paramètres linéaires et angulaires) ;</li> <li>- Dérivée temporelle d'un vecteur par rapport à un référentiel ;</li> <li>- Vecteur taux de rotation, vecteur position, vecteur vitesse et vecteur accélération ;</li> <li>- Notion de trajectoire d'un point du solide par rapport à un référentiel.</li> <li>- Champs des vecteurs vitesses et des vecteurs accélérations pour un solide ; torseur distributeur des vitesses ;</li> <li>- Torseurs cinématiques des liaisons normalisées.</li> <li>- Composition des mouvements : composition des vitesses de rotation et des vitesses linéaires.</li> </ul> <b>Mouvements plans :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Equiprojectivité, double-équiprojectivité du champ des vecteurs vitesse.</li> <li>- Centre instantané de rotation (CIR) et distribution du champ des vecteurs vitesse.</li> <li>- Chaines cinématiques : Tracé des trajectoires et positions d'un mécanisme.</li> </ul> <b>Loi entrée-sortie en position et en vitesse d'un mécanisme :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fermeture géométrique ou fermeture angulaire ;</li> <li>- Fermeture cinématique ;</li> </ul> <b>Applications :</b> système bielle manivelle, Pompe à pistons axiaux ...				

<b>S9.1.4</b>	<b>Modélisation des actions mécaniques :</b>				
	Nature des actions mécaniques : - Action mécanique de contact ; - Action mécanique à distance .				
	Modélisation globale des efforts transmissibles par une liaison : Représentation par un torseur.				
	Étude locale des actions de contact : - Nature géométrique du contact ; - Frottement et adhérence : loi de Coulomb.				
<b>S9.1.5</b>	<b>Statique des solides et des systèmes :</b>				
	- Torseur statique, relation de champ de moment, Graphe des actions mécanique, Principe fondamental de la statique (PFS) ; - Isolement, bilan des actions mécanique extérieures, application du PFS et résolution.				
	Réciprocité des actions mutuelles : - Théorème de l'action réaction.				
	Résolution d'un problème de statique : - Analytique dans les cas simples ; - Graphique dans le cas d'un solide soumis à deux actions mécaniques ; - Graphique dans le cas d'un solide soumis à trois actions mécaniques coplanaires non parallèles.				
<b>S9.1.6</b>	<b>Liaisons équivalentes et hyperstatisme :</b>				
	- Liaison équivalente des liaisons en série ou en parallèle (Par une approches cinématique et statique) ; - Mobilité du modèle d'un mécanisme ; - Calcul de degré d'hyperstatisme ; - Modifier un modèle de mécanisme afin de le rendre isostatique(facultatif).				
<b>S9.1.7</b>	<b>Résistance des matériaux :</b>				
	<b>Hypothèses de la résistance des Matériaux:</b> - Modèle poutre, - Hypothèses sur les matériaux, - Hypothèses de Navier-Bernoulli. <b>Contraintes et lois de comportement :</b> - Torseur des efforts de cohésion dans une section droite d'une poutre; - Diagrammes d'effort normal, tranchant, moments de torsions et de flexion ; - Vecteur contrainte ; - Contrainte normale ; - Contrainte tangentielle ; - Lois de Hooke. <b>Sollicitations simples:</b> - Traction-Compression ; - Torsion ; - Cisaillement ; - Flexion simple.				
	<b>Sollicitations composées :</b> - Flexion-traction ou compression ; - Flexion-torsion d'arbre de section circulaire ; Moments idéaux de flexion et de torsion, Principe de superposition.				
<b>S9.1.8</b>	<b>Exploitation d'un ou des logiciel(s) de RDM</b>				
	Exploitation d'un ou des logiciel(s) de RDM.				
<b>S9.1.9</b>	<b>Notions d'élasticité :</b>				
	- Maillage (forme et taille) ; - Conditions aux limites ;				

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Critère de Von Mises ;</li> <li>- Déplacements et déformations.</li> </ul>		
<b>S9.2</b>	<b>Comportement dynamique et énergétique des systèmes (cas des solides indéformables) :</b>		
<b>S9.2.1</b>	<b>Dynamique des solides et des systèmes :</b>		
	Caractéristiques d'inertie d'un solide : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Centre d'inertie d'un solide ou ensemble de solides ;</li> <li>- Théorème de Guldin ;</li> <li>- Opérateur d'inertie/matrice d'inertie ;</li> <li>- Moment d'inertie d'un solide (différents cas) ;</li> <li>- Théorème de Huygens ;</li> <li>- Torseur cinétique ;</li> <li>- Torseur dynamique ;</li> <li>- Energie cinétique.</li> </ul>		
	Principe fondamental de la dynamique appliquée: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Au solide en mouvement de translation rectiligne ;</li> <li>- Au solide en mouvement de rotation autour d'un axe fixe ;</li> </ul> Méthodologie : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Graphe de structure et d'analyse ;</li> <li>- Isolement ;</li> <li>- Application du principe fondamental de la dynamique (PFD) ;</li> <li>- Résolution.</li> </ul>		
<b>S9.2.2</b>	<b>Puissance et énergie mécaniques :</b>		
	Grandeurs caractéristiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Travail et puissance ;</li> <li>- Energie cinétique pour des solides en translation ou en rotation autour d'un axe fixe.</li> </ul> Conservation et dissipation de l'énergie: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principe de conservation de l'énergie;</li> <li>- Théorème de l'énergie cinétique dans les cas limités au solide en mouvement de translation rectiligne et au solide en mouvement de rotation autour d'un axe fixe ;</li> </ul>		
<b>S9.3</b>	<b>Mécanique des fluides et transferts thermique</b>		
<b>S9.3.1</b>	<b>Mécanique des fluides :</b>		
	<b>Introduction à la mécanique des fluides :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fluide parfait, Fluide réel, Fluide incompressible et Fluide compressible ;</li> <li>- Caractéristiques physiques (Masse volumique, Poids volumique, Densité et Viscosité) ;</li> </ul> <b>Statique des fluides :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relation fondamentale de l'hydrostatique,</li> <li>- Théorème de Pascal,</li> <li>- Théorème d'Archimède.</li> </ul> <b>Dynamique des fluides Incompressibles parfaits :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Notion de débit ;</li> <li>- Equation de continuité ;</li> <li>- Théorème de Bernoulli.</li> </ul> <b>Dynamique des fluides incompressibles réels :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Régimes d'écoulement - nombre de Reynolds ;</li> <li>- Pertes de charges ;</li> <li>- Théorème de BERNOULLI appliqué à un fluide réel.</li> </ul>		

S9.3.2	<b>Transferts thermiques :</b> Modes de transfert thermique : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conduction ;</li> <li>- Convection ;</li> <li>- Rayonnement.</li> </ul> Grandeurs physiques du transfert Thermiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Flux thermique ;</li> <li>- Densité du flux thermique ;</li> <li>- Puissance thermique.</li> </ul>				
--------	---	--	--	--	--

## S10 : Conception Assistée par Ordinateur (CAO)

Si la maîtrise des fonctionnalités des outils de CAO 3D est une compétence majeure du métier de technicien BE, elle doit être associée à une maîtrise méthodologique qui permettra au technicien de choisir la méthode la mieux adaptée à son problème ou à une étape de la conception. L'apprentissage des outils de CAO doit intégrer cette double dimension.

S10 : Conception Assistée par Ordinateur (CAO)		Niveau			
		1	2	3	4
<b>S10.1</b>	<b>Dessin technique :</b>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dessin technique : Traits, mise en page...</li> <li>- Projection orthogonale ;</li> <li>- Coupes et sections ;</li> <li>- Perspectives ;</li> <li>- Filetages et taraudages ;</li> <li>- Dessin à main levée.</li> </ul>				
<b>S10.2</b>	<b>Représentation graphique (Application) :</b>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dessin de définition du produit fini ;</li> <li>- Dessin d'ensemble (Lire, Analyser, Schématiser).</li> </ul>				
<b>S10.3</b>	<b>Utilisation de modeleurs volumiques pour l'obtention de modèles 3D en phase d'étude</b>				
	Utilisation de / des modeleur(s) volumique (s) pour l'obtention de modèles 3D en phase d'étude : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Paramétrage.</li> <li>- Arbre de construction.</li> <li>- Contraintes d'assemblage.</li> <li>- Méthodes de conception :               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dans l'assemblage,</li> <li>• Par pièce,</li> <li>• Par surfaces fonctionnelles,</li> <li>• Par mode plan,</li> <li>• Par mode schéma, ...</li> </ul> </li> <li>- Animation...</li> <li>- Bibliothèques et banques de données techniques :               <ul style="list-style-type: none"> <li>• En réseau local,</li> <li>• En accès à distance.</li> </ul> </li> </ul>				
<b>S10.4</b>	<b>Fonctionnalités des modeleurs utiles en phase d'exploitation :</b>				
	Utilisation de / des modeleur(s) volumique (s) pour l'obtention de modèles 3D en phase d'exploitation : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reprise des fonctionnalités de S10.3 ;</li> <li>- Fonctionnalités logicielles avancées :               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pièce, assemblage, mise à plan</li> <li>• Construction de coupes</li> <li>• Habillage de la mise en plan : cotation normalisée, fond de plan, écriture diverses...</li> <li>• Edition de nomenclatures.</li> </ul> </li> <li>- Éclatés avec nomenclature associée ;</li> <li>- Rendus réalistes ;</li> <li>- Animations ;</li> <li>- Simulations.</li> </ul>				

<b>S10.5</b>	<b>Elasticité :</b>				
	<p>Un logiciel de prédimensionnement utilisant la méthode des éléments finis étant choisi :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrées du logiciel pour formuler l'étude : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Type et dimension du maillage ;</li> <li>• Conditions aux limites ;</li> <li>• Liaisons (ou connexions) entre pièces ;</li> <li>• Modèles de chargement ;</li> </ul> </li> <li>- Sorties du logiciel pour finaliser l'étude : Représentation par courbes ou zones d'isovaleurs (de contraintes, de déplacement...) selon un critère.</li> </ul>				

## S11 : Industrialisation des Produits (IP)

S11 : Industrialisation des Produits		Niveau			
		1	2	3	4
<b>S11.1</b>	<b>L'entreprise industrielle</b>				
<b>S11.1.1</b>	<b>Organisation de l'entreprise industrielle</b>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Organisation administrative et commerciale ;</li> <li>- Organisation des études, recherche et développement ;</li> <li>- Structure d'un système de production.</li> </ul>				
<b>S11.1.2</b>	<b>Compétitivité des produits industriels</b>				
	Méthodes et outils de compétitivité : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le marché, la concurrence ;</li> <li>- Propriété industrielle : recherche d'antériorité, les brevets ;</li> <li>- Qualité du produit : certification ISO, standardisation, normalisation ;</li> <li>- Gestion des stocks ;</li> <li>- Planification du projet : diagramme de GANTT, diagramme de PERT.</li> </ul>				
<b>S11.2</b>	<b>La relation conception, industrialisation, production, contrôle</b>				
	Définition des maillons de « la chaîne numérique » : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maquette numérique ;</li> <li>- Prototypage, simulations, outillage, production, qualification, boucle d'optimisation ;</li> <li>- Utilisation de modules métiers dits « de préconception » accessibles : moulage, thermoformage...</li> </ul>				
<b>S11.2.2</b>	<b>Relation au système de production</b>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conception orientée familles de pièces : technologie de groupe, codification des pièces ;</li> <li>- Capabilité des moyens de production en relation avec les spécifications d'une pièce : Maîtrise statistique des procédés, Capabilité machine et Capabilité procédée ;</li> <li>- Fonctionnalité des machines à mesurer tridimensionnelles.</li> </ul>				
<b>S11.3</b>	<b>Relation produit, matériau, procédé</b>				
<b>S11.3.1</b>	<b>Matériaux et traitements</b>				
	<b>Structure et caractéristiques des matériaux</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Types de matériaux ;</li> <li>- Désignation des matériaux ;</li> <li>- Caractéristiques mécaniques des matériaux ;</li> <li>- Choix des matériaux.</li> </ul>				
	<b>Domaines d'utilisation et traitements des matériaux</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principes, effets et exigences des principaux traitements thermiques des aciers : trempe, revenu et recuit ;</li> <li>- Principes, limites et performances des traitements de surface.</li> </ul>				
<b>S11.3.2</b>	<b>Technologie des procédés</b>				
	Procédés primaires relatifs à l'obtention de pièces brutes exigeant éventuellement des transformations ultérieures. La matière d'œuvre entrante est sous une forme primaire ou composée de produits standards (laminés, profilés...) : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Moulage permanent et non permanent ;</li> <li>- Mise en forme des matières plastiques et composites (injection, soufflage, extrusion...) ;</li> <li>- Mise en forme par déformation plastique (roulage, forgeage, découpage, emboutissage...) ;</li> <li>- Frittage des poudres ;</li> <li>- Notions d'usinages non conventionnels (électroérosion, découpe au jet d'eau, découpe laser).</li> </ul> Procédés de finition, d'assemblage et/ou d'amélioration des caractéristiques physiques permettant l'obtention de pièces finies : soudage, brasage, collage...				



## S11.4 Travaux Pratiques d'industrialisation

### Liste des Travaux Pratiques d'industrialisation S11.4 <sup>(1) (2) (3) (4) (5)</sup>

Savoirs	Numéro du TP	Objectif	Activités associées
<b>Première année (4h/semaine)</b>			
<b>S11.4.1</b>	<b>TP n°1</b>	<b>Tour conventionnel :</b> Dressage et chariotage.	Définir l'ordre des opérations élémentaires. - Mettre au point les réglages nécessaires. - Choisir le matériel adéquat.
	<b>TP n°2</b>	<b>Tour conventionnel :</b> Tronçonnage, rainurage et chanfreinage.	
	<b>TP n°3</b>	<b>Tour conventionnel :</b> filetage, perçage, alésage et taraudage.	
	<b>TP n°4</b>	<b>Fraisage conventionnel :</b> Surfaçage d'un prisme.	- Exécuter le travail dans les conditions de sécurité approprié. - Réaliser les transformations sur des pièces conformément aux exigences demandées.
	<b>TP n°5</b>	<b>Fraisage conventionnel :</b> Epaulement et rainurage.	
	<b>TP n°6</b>	<b>Fraisage conventionnel :</b> Perçage et alésage.	- Contrôler et interpréter les résultats. - Rédiger un compte rendu de TP.
	<b>TP n°7</b>	<b>Assemblage soudé :</b> Assemblage mécano-soudé	- Sécurité et préparation - Pratique du soudage - Analyse des soudures
<b>Deuxième année (4h/semaine)</b>			
<b>S11.4.2</b>	<b>TP n°8</b>	<b>Métrologie classique :</b> Contrôle des spécifications Dimensionnelles.	Ces concepts seront abordés sur des cas simples, en lien avec les contraintes de réalisation et de métrologie : - Dispersions et erreurs de mesurage. - Caractéristiques et technologie des instruments de contrôle.
	<b>TP n°9</b>	<b>Métrologie classique :</b> Contrôle des spécifications géométriques	
	<b>TP n°10</b>	<b>Métrologie classique :</b> Contrôle des spécifications d'État de surface.	
	<b>TP n°11</b>	<b>Machine à mesure tridimensionnelle MMT :</b> Métrologie géométrique de forme	- Manipulation de la machine - Programmation de la machine - Mesure de pièces réelles - Analyse des données de mesure - Rapport de mesure
	<b>TP n°12</b>	<b>Machine à mesure tridimensionnelle MMT :</b> Métrologie géométrique d'orientation	
	<b>TP n°13</b>	<b>Machine à mesure tridimensionnelle MMT :</b> Métrologie géométrique de position et ou de battement	
<b>S11.4.3</b>	<b>TP n°14</b>	<b>Impression 3D :</b> Modelage et Prototypage (fabrication additive et nouvelles technologies)	Création d'un modèle adapté à l'impression 3D : - Construction d'une pièce simple dans un Modeleur de CAO. - Conversion de la conception CAO au format de fichier STL. - Découpage en tranches du volume STL - Génération de fichier de déplacement G-Code. - Réaliser la pièce toute en respectant les démarches et les réglages nécessaires.

<sup>(1)</sup> En première année, ces travaux pratiques doivent être assurés par (02) professeurs de génie mécanique (GM), tandis qu'en deuxième année, ils le sont par un seul professeur (GM).

<sup>(2)</sup> Les travaux pratiques de la première année doivent être réparties en alternance entre deux groupes (G1 et G2). Un groupe assiste aux séances de CAO, tandis que l'autre groupe participe aux travaux pratiques en IP.

<sup>(3)</sup> En première année, ces travaux pratiques doivent être précédés d'une initiation théorique durant le premier semestre.

<sup>(4)</sup> Les travaux pratiques de la deuxième année doivent être réparties en alternance entre quatre groupes (G1, G2, G3 et G4). Deux groupes assistent aux séances de CAO, un groupe participe aux travaux pratiques en IP, tandis qu'un autre groupe est assigné aux travaux pratiques en CMSI.

<sup>(5)</sup> Chaque groupe (G1, G2, G3 ou G4) de la deuxième année doit assister à une séance de TP en CMSI et en IP une fois par mois, ainsi qu'à deux séances de CAO par mois.

## S12 : Hygiène, Sécurité et Environnement (HSE)

S12 : Hygiène, Sécurité et Environnement		Niveau			
		1	2	3	4
<b>S12</b>	<b>Sécurité du travail</b>				
<b>S12.1</b>	<b>Démarche de prévention – démarche ergonomique</b>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terminologie : effets, travail réel, travail prescrit, déterminants...</li> <li>- Principes de mise en œuvre</li> <li>- Avantages et limites de la démarche.</li> </ul>				
<b>S12.2</b>	<b>Connaissance des risques professionnels</b>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risques liés à l'activité physique, machines et outillages, activités de levage et manutention...</li> <li>- Risques d'origine électrique, chimique...</li> </ul>				
<b>S12.3</b>	<b>Protection de l'environnement et risques industriels</b>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le développement durable</li> <li>- La protection de l'environnement</li> </ul>				

*Ce savoir sera enseigné dans la discipline des travaux pratiques d'industrialisation en première année.*

### **S13.1. Projet de Fin d'Études**

Le Projet de Fin d'Études (PFE) consiste à concevoir et modéliser un produit industriel en utilisant des logiciels de CAO (Conception Assistée par Ordinateur). Cela implique la création de dessins techniques, de maquettes numériques et, éventuellement, de prototypes physiques. Le PFE est effectué par un groupe de DEUX à QUATRE étudiants. L'ensemble des résultats du PFE fera l'objet d'un rapport, dont la synthèse sera présentée devant un jury local.

#### **Objectifs du PFE**

Valider chez l'étudiant du BTS CPI l'aptitude à mobiliser ses connaissances pour :

- Réaliser un dossier technique de conception d'un produit industriel ;
- Fournir un modèle 3D d'un mécanisme ou d'un produit industriel ;
- Présenter et critiquer les principaux résultats du projet étudié.

#### **Contenus du PFE**

Il est demandé à l'étudiant :

- De réaliser un dossier technique et un modèle 3D en réponse au sujet qui lui aura été proposé ;
- De justifier et d'argumenter la démarche, les options, les hypothèses et les méthodes de travail choisies ;
- De présenter de façon synthétique les résultats auxquels il est prévenu ;
- De critiquer et de tirer des conclusions techniques et économiques du projet ;
- De faire état des difficultés rencontrées et de la manière dont elles ont été surmontées ;
- De proposer d'éventuels compléments d'étude.

#### **Modalité de préparation du PFE**

L'étude sera réalisée pendant les heures consacrées au PFE par une équipe pédagogique composée de formateurs pluridisciplinaires : mécaniciens et électriciens. Les responsabilités de cette équipe sont :

- D'étudier les thèmes proposés par les professeurs et de choisir ceux qui conviennent, puis de les répartir entre les groupes formés ;
- D'orienter et de conseiller les étudiants ;
- De suivre régulièrement l'avancement du projet ;
- D'évaluer régulièrement les résultats intermédiaires ;
- De valider les résultats obtenus.

Les encadrants proposent des sujets de PFE en respectant les délais de leur répartition aux étudiants.

L'étudiant peut réaliser un PFE au sein d'une entreprise, avec la validation du cahier des charges par l'équipe pédagogique concernée de son établissement.

### **S13.2. Stages en entreprise**

La formation au Brevet de Technicien Supérieur est largement ouverte sur le monde économique et industriel. Dans son projet éducatif sont inscrits des temps forts permettant aux étudiants d'accélérer leur insertion dans le monde des entreprises, destination professionnelle de la plupart d'entre eux. Le vecteur le plus pertinent pour leur donner la meilleure perception du vécu de l'entreprise reste le stage. Celui-ci ponctue la scolarité sous deux formes adaptées et différentes selon l'année d'étude.

#### **But du stage**

- **Stage opérateur** : programmé selon la décision ministérielle d'organisation de la formation BTS. Ce stage a pour but de faciliter l'immersion de l'étudiant dans le milieu professionnel pour la découverte de l'entreprise, principalement au travers d'une activité d'opérateur.
- **Stage à thème** : programmé selon la décision ministérielle d'organisation de la formation BTS. Ce stage permet à l'étudiant de s'insérer dans un service correspondant précisément à sa spécialité dans le but de mettre en œuvre ses connaissances de technicien supérieur.

#### **Objectifs des deux stages :**

Les stages permettent au stagiaire :

- De découvrir l'organisation de l'entreprise industrielle : compétitivité, produits, marchés, moyens, fonctions et services, ressources humaines, organisation du travail, etc.
- De mettre en pratique les méthodes de conception, les outils de modélisation, les techniques de fabrication, etc.
- D'identifier et de prendre en compte les contraintes industrielles : coûts, délais, qualité ;
- De situer son activité dans une démarche de projet ;
- De repérer son niveau de responsabilité et d'apprécier son autonomie ;
- De s'intégrer à la vie sociale de l'entreprise : relations humaines, horaires, règles d'hygiène et de sécurité, etc.

#### **Contenu des deux stages**

Les tâches pouvant être confiées à un stagiaire doivent relever du domaine de la conception industrielle relevant de sa spécialité, telle que :

- La participation à la réalisation de modèles 3D, à la modification de dessins existants, à la réalisation de schémas techniques ou à des réunions de conception ;
- La contribution aux études de développement de produits en aidant à la définition des spécifications, à la réalisation de prototypes, à la conduite d'essais et à l'analyse des résultats ;

- L'aide à la rédaction de documents techniques tels que des manuels d'utilisation, des fiches techniques et des rapports de tests ;
- La réalisation d'une veille technologique pour suivre les tendances du marché, les évolutions technologiques, et les innovations dans le domaine de la conception de produits industriels, etc.

### 3. Modalités de certification

#### 3.1 Unités constitutives du diplôme

La définition des unités constitutives du diplôme vise à préciser, pour chacune d'elles, quelles tâches, compétences et savoirs professionnels sont concernés et dans quel contexte. Il s'agit à la fois de :

- Permettre la mise en correspondance des activités professionnelles et des unités dans le cadre de la validation des acquis de l'expérience ;
- Établir la liaison entre les unités, correspondant aux épreuves, et le référentiel d'activités professionnelles, afin de préciser le cadre de l'évaluation.

Unités générales :

U1 : Unité de langue (U1.1 : Arabe, U1.2 : Français, U1.3 : Anglais)

U2 : Unité de communication professionnelle

U3 : Unité de mathématiques

Unités professionnelles :

U4 : Modélisation et comportement des systèmes industriels

U5 : Industrialisation des produits

U6 : Commande et Motorisation des Systèmes Industriels

U7 : Conception Assistée par Ordinateur (CAO)

U8.1 : Présentation du rapport de stage industriel

U8.2 : Présentation du rapport du projet de fin d'études

Le tableau ci-dessous met en relation les compétences avec les unités professionnelles.

Les cases grisées correspondent, pour chacune des unités, aux compétences à évaluer lors de la certification (examen ou validation des acquis). Seules les compétences désignées par des cases grisées seront évaluées. Si les autres peuvent être mobilisées, elles ne donneront pas lieu à évaluation. Dans le cas où elles ne seraient pas maîtrisées, les tâches correspondantes seront réalisées avec assistance.	U4	U5	U6	U7	U8	
	Modélisation et comportement des systèmes industriels	Industrialisation des produits	Commande et motorisation des systèmes industriels	Conception assistée par ordinateur	Présentation du rapport de stage industriel	Présentation du rapport du projet de fin d'études
<b>C01-</b> Décoder un cahier des charges fonctionnel.						
<b>C02-</b> Recenser les contraintes de l'étude.						
<b>C03-</b> Reformuler et synthétiser un cahier des charges fonctionnel résultant d'une verbalisation écrite ou orale.						
<b>C04-</b> Analyser, comparer des solutions techniques et argumenter.						
<b>C05-</b> Dégager les principes qui régissent les solutions techniques.						
<b>C06-</b> Rechercher une information dans une documentation technique, dans un réseau local ou à distance.						
<b>C07-</b> Identifier les moyens techniques de production disponibles.						
<b>C08-</b> Intégrer les contraintes de la propriété industrielle.						
<b>C09-</b> Rechercher et expliciter un principe de solution.						

<b>C10-</b> Proposer ou expliciter sous forme de croquis ou de schéma, commenté, légendé, une solution constructive.						
<b>C11-</b> Elaborer la maquette numérique de conception préliminaire à l'aide d'un modèleur volumique, paramétrable, variation.						
<b>C12-</b> Argumenter, au sein d'un groupe projet, les solutions techniques et économiques proposées en exploitant les outils adaptés.						
<b>C13-</b> Valider une géométrie ou une architecture, par simulation informatique ou calcul élémentaire des comportements mécaniques.						
<b>C14-</b> Estimer la durée d'étude attendue en phase avec le jalonnement d'un projet et recenser les éléments du coût.						
<b>C15-</b> Choisir un composant en exploitant une base de données industrielle, mécanique ou électrique.						
<b>C16-</b> Générer le modèle numérique de l'ensemble étudié en établissant un paramétrage fonctionnel permettant la construction de géométries robustes.						
<b>C17-</b> Définir les spécifications de fonctionnement.						
<b>C18-</b> Redimensionner les éléments essentiels du projet						
<b>C19-</b> Exploiter un logiciel de calcul de structures						
<b>C20-</b> Choisir un matériau et un procédé d'élaboration.						
<b>C21-</b> Intégrer les exigences ou propositions d'un spécialiste du procédé.						
<b>C22-</b> Intégrer les exigences de la vie du produit.						
<b>C23-</b> Valider le comportement du système conçu au regard du cahier des charges fonctionnel.						
<b>C24-</b> Elaborer le modèle numérique définitif et ou les représentations graphiques dérivées.						
<b>C25-</b> Réaliser des dessins de définition de produits finis, cotés, tolérancés.						
<b>C26-</b> Intégrer une action d'étude dans une démarche « qualité ».						
<b>C27-</b> Contribuer à l'archivage, à la traçabilité de l'étude et à la capitalisation des expériences dans les bases de données techniques de l'entreprise.						
<b>C28-</b> Choisir un mode de communication approprié.						
<b>C29-</b> Rédiger et présenter oralement, avec une langue étrangère.						
<b>C30-</b> Lire un document technique en une langue étrangère.						

## 3.2 Définition des unités professionnelles

### Unité U4 (épreuve E4) Modélisation et comportement des systèmes industriels

#### 1. Contenu :

Cette unité concerne tout ou partie des compétences ci-dessous :

<b>C02</b>	Recenser les contraintes de l'étude
<b>C04</b>	Analyser, comparer des solutions techniques et argumenter.
<b>C05</b>	Dégager les principes qui régissent les solutions techniques.
<b>C09</b>	Rechercher et expliciter un principe de solution.
<b>C10</b>	Proposer ou expliciter sous forme de croquis ou de schéma, commenté, légendé, une solution constructive.
<b>C15</b>	Choisir un composant en exploitant une base de données industrielle, mécanique ou électrique.
<b>C17</b>	Définir les spécifications de fonctionnement.
<b>C18</b>	Redimensionner les éléments essentiels du projet en appliquant la théorie des poutres.
<b>C23</b>	Valider le comportement du système conçu au regard du cahier des charges fonctionnel.

#### 2. Contexte professionnel

Cette épreuve vise à évaluer l'aptitude d'un candidat à concevoir et à prédéterminer le comportement de tout ou partie d'un produit industriel à partir des éléments du cahier des charges relatif à un produit industriel moderne, mécanique, significatif des technologies actuelles. Des demandes précises porteront donc sur :

- La validation de principes de solutions constructives en réponse à tout ou partie d'un cahier des charges. Le candidat pourra être amené à proposer des solutions, à analyser des solutions constructives proposées en justifiant un modèle, en le caractérisant et en exploitant des résultats de simulations du comportement du système.

- Le prédimensionnement de certains éléments d'un mécanisme réel conduisant à la résolution d'une problématique technique réelle et justifiée. Pour répondre à cette demande, le candidat sera amené à proposer un modèle de résolution, en lien avec la situation technique du produit (modélisation cinématique, statique, dynamique, de résistance de matériaux ou d'élasticité) et à indiquer les données caractéristiques de cette modélisation (paramétrage, variations acceptables, conditions limites, etc.).

### 3. Nature de l'activité :

Le support technique est un système mécanique industrialisé. Le questionnement est relatif à des problèmes techniques réels ; leur résolution doit permettre la mobilisation de tout ou partie des savoirs suivants : S8, S9 et S10.

## Unité U5 (épreuve E5) Industrialisation des produits

### 1. Contenu :

Cette unité concerne tout ou partie des compétences ci-dessous :

<b>C04</b>	Analyser, comparer des solutions techniques et argumenter.
<b>C05</b>	Dégager les principes qui régissent les solutions techniques.
<b>C06</b>	Rechercher une information dans une documentation technique, dans un réseau local ou à distance.
<b>C07</b>	Identifier les moyens techniques de production disponibles.
<b>C08</b>	Intégrer les contraintes de la propriété industrielle.
<b>C14</b>	Estimer la durée d'étude attendue en phase avec le jalonnement d'un projet et recenser les éléments du coût
<b>C20</b>	Choisir un matériau et un procédé d'élaboration.
<b>C21</b>	Intégrer les exigences ou propositions d'un spécialiste du procédé.
<b>C22</b>	Intégrer les exigences de la vie du produit
<b>C26</b>	Intégrer une action d'étude dans une démarche « qualité ».

### 2. Contexte professionnel :

Cette épreuve vise à évaluer l'aptitude d'un candidat à :

- Comprendre, décrire, analyser, argumenter et spécifier les solutions d'industrialisation d'un produit industriel moderne ;



- Intégrer l'adéquation produit-matériau-procédé-coût dans les solutions constructives.

### 3. Nature de l'activité :

À cette unité sont associées tout ou partie des tâches suivante :

- Décodage d'un cahier des charges fonctionnel ;
- Participation à la prise en compte de l'environnement de l'étude ;
- Recherche documentaire ;
- Consultation des normes ;
- Utilisation des bases de données techniques et méthodologiques de l'entreprise ;
- Intégration des contraintes liées à la propriété industrielle ;
- Recensement des éléments de la logistique de production ;
- Prise en compte des coûts et délais ;
- Étude de pré-industrialisation et dialogue avec un spécialiste pour l'optimisation de la relation « produit (fonction et géométrie) - matériau - procédé - coût ».

Les études concernées peuvent être relatives à :

- La comparaison et au choix de procédés ;
- Des propositions d'évolution de la définition de la pièce en fonction du procédé ;
- La spécification des moyens de production ;
- L'élaboration et le choix des matériaux en fonction du procédé retenu ;
- La vérification de la conformité des propriétés des matériaux choisis ;
- Le contrôle de la conformité des pièces types représentatives du couple procédé/matériau.

## Unité U6 (Epreuve E6) Commande et motorisation des systèmes industriels

### 1. Contenu :

Cette unité concerne tout ou partie des compétences ci-dessous :

<b>C01</b>	Décoder un cahier des charges fonctionnel.
<b>C02</b>	Recenser les contraintes de l'étude.
<b>C04</b>	Analyser, comparer des solutions techniques et argumenter.
<b>C05</b>	Dégager les principes qui régissent les solutions techniques
<b>C06</b>	Rechercher une information dans une documentation technique, dans un réseau local ou à distance.
<b>C09</b>	Rechercher et expliciter un principe de solution.
<b>C10</b>	Proposer ou expliciter sous forme de croquis ou de schéma, commenté, légendé, une solution constructive.
<b>C15</b>	Choisir un composant en exploitant une base de données industrielle, mécanique ou électrique.
<b>C17</b>	Définir les spécifications de fonctionnement.
<b>C18</b>	Redimensionner les éléments essentiels du projet
<b>C23</b>	Valider le comportement du système conçu au regard du cahier des charges fonctionnel.

### 2. Contexte professionnel :

L'épreuve requiert des candidats une combinaison d'habiletés analytiques et pratiques, les poussant à naviguer avec précision à travers les exigences d'un cahier des charges pour concevoir et sélectionner la commande ainsi que la motorisation d'un produit industriel. Tout d'abord, ils doivent saisir et définir clairement le besoin, établir les limites de leur étude et identifier les critères et les niveaux à prendre en compte. Cette

phase initiale nécessite à la fois une compréhension profonde des exigences fonctionnelles du produit et une capacité à les traduire en termes techniques et opérationnels.

Ensuite, les candidats sont appelés à démontrer leur capacité à dimensionner et à choisir les composants lors de la conception des produits et des solutions techniques. Cela implique de définir précisément les éléments à dimensionner, de justifier les simplifications adoptées, et de classer les différentes options disponibles tout en tenant compte des contraintes techniques et environnementales. Ils doivent être en mesure d'évaluer la performance et la compatibilité des composants avec les spécifications du cahier des charges, en recherchant des solutions à la fois efficaces et économiques.

Enfin, l'évaluation met l'accent sur la mise en pratique des analyses et des réflexions des candidats. Ils doivent utiliser des méthodes de recherche d'informations efficaces, hiérarchiser les données pertinentes, et élaborer des schémas explicatifs détaillés. En intégrant les procédures de choix de composants et en interprétant les résultats obtenus, les candidats doivent aboutir à des conclusions claires quant au comportement attendu du produit industriel étudié, tout en démontrant leur capacité à dimensionner et à sélectionner les composants essentiels à sa conception.

### 3. Nature de l'activité :

L'épreuve vise à évaluer l'aptitude d'un candidat à plusieurs activités cruciales :

- Concevoir et sélectionner avec précision la commande et la motorisation d'un produit industriel, en se basant sur un cahier des charges spécifique ;
- Comprendre en profondeur les besoins du produit, établir des critères clairs et identifier les limites de l'étude ;
- Dimensionner et choisir les composants appropriés en tenant compte des contraintes techniques et environnementales, tout en justifiant leurs choix ;
- Mettre en pratique leurs analyses en élaborant des schémas détaillés et en interprétant les résultats pour aboutir à des conclusions concrètes sur le comportement attendu du produit.

## Unité U7 (Epreuve E7) Conception assistée par ordinateur (CAO)

### 1. Contenu :

Cette unité concerne tout ou partie des compétences ci-dessous :

<b>C02</b>	Recenser les contraintes de l'étude.
<b>C04</b>	Analyser, comparer des solutions techniques et argumenter.
<b>C09</b>	Rechercher et expliciter un principe de solution.
<b>C11</b>	Elaborer la maquette numérique de conception préliminaire à l'aide d'un modeler volumique, paramétrable, variation.
<b>C13</b>	Valider une géométrie ou une architecture, par simulation informatique ou calcul élémentaire des comportements mécaniques.
<b>C16</b>	Générer le modèle numérique de l'ensemble étudié en établissant un paramétrage fonctionnel permettant la construction de géométries robustes.
<b>C17</b>	Définir les spécifications de fonctionnement.
<b>C19</b>	Exploiter un logiciel de calcul de structures

<b>C24</b>	Elaborer le modèle numérique définitif et ou les représentations graphiques dérivées.
<b>C25</b>	Réaliser des dessins de définition de produits finis, cotés, tolérancés.

## 2. Contexte professionnel :

Cette épreuve vise à évaluer l'aptitude d'un candidat à :

- Comprendre, décrire, analyser, argumenter, spécifier les solutions constructives pour tout ou partie d'un produit industriel moderne, mécanique ou électromécanique, représentatif des technologies actuelles ;
- Maîtriser la démarche de spécification des pièces contribuant aux fonctions techniques étudiées ;
- Élaborer le modèle numérique définitif ainsi que les représentations graphiques dérivées.

## 3. Nature de l'activité :

Le travail demandé dans cette épreuve correspond à tout ou partie des activités professionnelles ci-dessous :

- Définition des limites de l'étude ;
- Constitution du dossier d'étude ;
- Conception préliminaire ;
- Conception détaillée ;
- Constitution du dossier de définition de produit.

### Unité U8 (Activités professionnelles) U8.1. Stages professionnels et U8.2. Projet de fin d'études

#### 1. Stages professionnels :

Les épreuves, présentation du rapport de stage industriel, ont pour but de valider l'unité U8.1 associée à tout ou partie des compétences décrites dans la définition de cette unité.

##### 1.1. Objectifs :

Les épreuves, présentation du rapport de stage industriel, permettent de découvrir le monde de l'entreprise et d'évaluer les capacités du candidat à présenter et à commenter le stage qu'il a réalisé dans une entreprise industrielle.

Cette présentation permet également d'évaluer ses capacités à communiquer de façon adaptée à la situation.

##### 1.2. Contenu :

Le travail demandé correspond à la présentation des activités conduites lors des stages industriels de la première et la deuxième année.

Les tâches à privilégier sont relatives à tout ou partie de tâches professionnelles citées dans la définition de l'unité U8.1

Le rapport, qui est à fournir en trois exemplaires à la commission d'évaluation 7 jours avant le début des soutenances, doit comprendre :

- Le compte rendu des activités ;
- L'analyse des situations techniques, économiques et organisationnelles observées ;
- Les problèmes techniques appréhendés, les solutions et les démarches adoptées pour les résoudre.

### **1.3. Mode d'évaluation**

**Ponctuelle :** Il s'agit d'une épreuve orale, d'une durée maximale de 40 minutes qui consiste à la soutenance du rapport de stage et qui comporte deux phases consécutives.

- **Phase 1 :** Présentation des activités conduites (durée 20 minutes). Le candidat effectue une présentation orale argumentée, en utilisant les moyens de communication qu'il jugera les plus adaptés, des activités conduites au cours de son stage industriel. Au cours de cette présentation, la commission d'évaluation n'intervient pas.
- **Phase 2 :** Questionnement (durée maximale 20 minutes) : Au terme de la phase 1, la commission d'interrogation conduit un entretien avec le candidat pour s'assurer du stage fait et pour approfondir certains points abordés dans le rapport et dans l'exposé.

## **2. Projet de fin d'étude :**

L'épreuve, présentation du rapport du projet de fin d'études, a pour but de valider l'unité U8.2 associée à tout ou partie des compétences décrites dans la définition de cette unité.

### **2.1. Objectifs :**

L'objectif du projet est de former des étudiants et de valider des compétences. Bien que la thématique et les enjeux du projet puissent être puisés en milieu professionnel, les objectifs de formations doivent rester prioritaires sur la finalisation de la réalisation.

### **2.2. Contenu :**

Cette épreuve a pour support le projet réalisé pendant la deuxième année.

Une commission se réunit chaque année, avant la fin d'octobre, pour examiner et valider les propositions de thèmes supports des projets techniques présentés par les équipes enseignantes ou les équipes étudiants.

Le projet a pour support un thème industriel issu des propositions de l'équipe pédagogique ou d'une entreprise. Afin de mener à bien ce projet, celui-ci sera conduit conjointement et encadré par l'équipe pédagogique de la filière.

Les tâches à privilégier sont relatives à tout ou partie de tâches professionnelles citées dans la définition de l'unité U8.2

Le rapport, qui est à fournir en trois exemplaires à la commission d'évaluation 7 jours avant le début des soutenances, doit comprendre :

- Le cahier de charge du sujet ;
- La mise en situation du sujet abordé ;
- Les problèmes techniques appréhendés, les solutions et les démarches adoptées pour les résoudre ;
- Les dessins techniques et annexes d'études ;

- La maquette numérique et composants associées avec animation (obligatoire) du système sujet d'étude, présenté et gravé sur un CD-ROM (déposé avec les exemplaires du rapport).

### **2.3. Mode d'évaluation :**

**Ponctuelle :** Il s'agit d'une épreuve orale, d'une durée maximale de 40 minutes qui consiste à la soutenance du rapport de PFE suivant deux phases consécutives.

- **Phase 1 :** Présentation des activités conduites (durée 20 minutes). Le groupe de(s) candidat(s) effectue(nt) une présentation orale argumentée, en utilisant les moyens de communication qu'il jugera les plus adaptés, des activités conduites au cours de la réalisation de son projet. Au cours de cette présentation, la commission d'évaluation n'intervient pas.
- **Phase 2 :** Questionnement (durée maximale 20 minutes) : Au terme de la phase 1, la commission d'interrogation conduit un entretien avec Le groupe de(s) candidat(s) pour approfondir certains points abordés dans le rapport et dans l'exposé.

## 4. Organisation de la formation

### 5.1. Répartition temporelle

#### 5.1.1. Planification temporelle annuelle

		Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet
<b>1<sup>ère</sup> année</b>			<b>1<sup>er</sup> semestre</b> 15 semaines de formation				<b>2<sup>ème</sup> semestre</b> 15 semaines de formation				<b>Examen de passage</b>	<b>Stage en entreprise</b>
<b>2<sup>ème</sup> année</b>			<b>3<sup>ème</sup> semestre</b> 15 semaines de formation				<b>4<sup>ème</sup> semestre</b> 10 semaines de formation			<b>Examen national</b>	<b>Stage en entreprise</b>	<b>Soutenances</b>

#### 5.1.2. Planification temporelle hebdomadaire

	Horaires de première année			Horaires de deuxième année		
	Semaine	C+TD+TP	Année <sup>(1)</sup>	Semaine	C+TD+TP	Année <sup>(2)</sup>
Arabe (Ar)	2		48	2		44
Français (Fr)	2		48	2		44
Anglais (Ang)	2		48	2		44
Communication professionnelle (CP)	2		48	2		44
Environnement Economique et Juridique des Entreprises (EEJE)	2		48	-		-
Mathématiques (Maths)	4	2+2+0	96	4	2+2+0	88
Commande et Motorisation des Systèmes Industriels (CMSI)	4	2+2+0	96	2	1+1+4 <sup>(4)</sup>	44
Conception Mécanique (CM)	4	2+2+0	96	4	2+2+0	88
Mécanique Industrielle (MI)	4	2+2+0	96	4	2+2+0	88
Conception Assistée par Ordinateur (CAO)	4	2+2+0 0+0+4	96	4	0+0+4	88
Industrialisation des Produits (IP)	2	1+1+4 <sup>(3)</sup>	48	2	1+1+4 <sup>(4)</sup>	44
Projets de Fin d'Études (PFE)	-		-	4		88
<b>Total</b>	<b>32</b>		<b>768</b>	<b>32</b>		<b>704</b>

(1) Volume horaire annuel donné à titre indicatif et calculé sur la base de 24 semaines.

(2) Volume horaire annuel donné à titre indicatif et calculé sur la base de 22 semaines.

(3) Assurés par (02) professeurs de génie mécanique en alternance avec les TP de CAO.

(4) Assurés par (01) professeur de génie électrique et (01) professeur de génie mécanique en alternance avec les TP de CAO.

## 5.2. Répartition des savoirs

### 5.2.1. Structuration des savoirs par semestres

	Première année		Deuxième année	
Code de(s) savoir(s)	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4
S7	S7.1.1	S7.2.2	S7.3.3	S7.4
	S7.1.2	S7.3.1	S7.3.4	S7.5 <sup>(2)</sup>
	S7.2.1	S7.3.2		
S8	S8.1		S8.3	
	S8.2			
S9	S9.1		S9.2	S9.3
S10(1)	S10.1 (1)	S10.3 <sup>(1)</sup>	S10.3 <sup>(2)</sup> (suite)	
	S10.2 (1)			
			S10.5 <sup>(2)</sup>	
S11(2) + S12(3)	S11.3		S11.2	S11.1
	S11.4.1 <sup>(1)</sup>		S11.4.2 <sup>(2)</sup>	
	S12 <sup>(3)</sup>		S11.4.3 <sup>(2)</sup>	
			-	

(1) Les travaux pratiques de la première année doivent être répartis en alternance entre deux groupes (G1 et G2), à raison de 4 heures par semaine pour chaque groupe. Un groupe assiste aux séances de CAO, tandis que l'autre groupe participe aux travaux pratiques en IP. Chaque groupe (G1 ou G2) doit assister à une séance de CAO et à une séance de TP en IP une fois par quinzaine.

(2) Les travaux pratiques de la deuxième année doivent être répartis en alternance entre quatre groupes (G1, G2, G3 et G4), à raison de 4 heures par semaine pour chaque groupe. Deux groupes assistent aux séances de CAO, un groupe participe aux travaux pratiques en IP, tandis qu'un autre groupe est assigné aux travaux pratiques en CMSI. Chaque groupe (G1, G2, G3 ou G4) doit assister à une séance de TP en CMSI et en IP une fois par mois, ainsi qu'à deux séances de CAO par mois.

(3) Le savoir S12 est enseigné pendant les travaux pratiques en IP en première année.

## 5.2.2. Intégration des savoirs dans les emplois du temps des étudiants

### Section : Conception du Produit Industriel CPI

Niveau : 1<sup>ère</sup> Année

	8h30 10h30	10h30 12h30		14h30 16h30	16h30 18h30
<b>LUNDI</b>	<b>MI</b>			<b>CP</b>	<b>EEJE</b>
<b>MARDI</b>	<b>CMSI</b>			<b>TP IP</b> <sup>(1)</sup>	
<b>MERCREDI</b>	<b>CM</b>			<b>CAO</b> <sup>(2)</sup>	
<b>JEUDI</b>	<b>IP</b>	Mathématiques		Arabe (Ar)	
<b>VENDREDI</b>	Anglais (Ang)	Mathématiques		Français (Fr)	
<b>SAMEDI</b>					

### Section : Conception du Produit Industriel CPI

Niveau : 2<sup>ème</sup> Année

	8h30 10h30	10h30 12h30		14h30 16h30	16h30 18h30
<b>LUNDI</b>	<b>CM</b>			<b>TP CMSI</b> <sup>(3)</sup>	
<b>MARDI</b>	Mathématiques	<b>CP</b>		<b>TP IP</b> <sup>(1)</sup>	
<b>MERCREDI</b>	<b>MI</b>			<b>CAO</b> <sup>(2)</sup>	
<b>JEUDI</b>	<b>IP</b>	Français (Fr)		<b>CMSI</b>	
<b>VENDREDI</b>	Mathématiques	Anglais (Ang)			Arabe (Ar)
<b>SAMEDI</b>				<b>PFE</b>	

**IP** : Industrialisation des Produits

**CAO** : Conception Assistée par Ordinateur

**CMSI** : Commande et Motorisation des Systèmes Industriels

**CP** : Communication professionnelle

**EEJE** : Environnement Economique et Juridique des Entreprises

**CM** : Conception Mécanique.

**MI** : Mécanique Industrielle

**PFE** : Projet de Fin d'Études.

(1) En première année, assurés par (02) professeurs de génie mécanique (GM), tandis qu'en deuxième année, ils le sont par un seul professeur (GM).

(2) Assurés par (01) professeur de génie mécanique (GM)

(3) Assurés par (01) professeur de génie électrique (GE)