



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

**MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE**

Brevet de technicien supérieur

Conception des Produits Industriels

Sommaire

<u>ANNEXE I –</u>	<u>Référentiels du diplôme</u>	<u>3</u>
<u>ANNEXE I a –</u>	<u>Référentiel des activités professionnelles.....</u>	<u>4</u>
<u>ANNEXE I b –</u>	<u>Référentiel de certification</u>	<u>14</u>
<u>Tableau de correspondance entre activités/tâches professionnelles et compétences du BTS</u>		
<u>CPI.....</u>		<u>16</u>
<u>Compétences.....</u>		<u>17</u>
<u>Savoirs associés.....</u>		<u>27</u>
<u>S1 – DEMARCHE DE CONCEPTION ET GESTION DE PROJET</u>		<u>29</u>
<u>S2 – CHAÎNE NUMÉRIQUE.....</u>		<u>32</u>
<u>S3 – COMPORTEMENT DES SYSTÈMES MÉCANIQUES.....</u>		<u>35</u>
<u>S4 – MATÉRIAUX ET TRAITEMENTS.....</u>		<u>38</u>
<u>S5 – TECHNOLOGIE DES MÉCANISMES.....</u>		<u>40</u>
<u>S6 – SPÉCIFICATIONS ET PROCESSUS DE CONTRÔLE</u>		<u>42</u>
<u>S7 – TECHNOLOGIE DES PROCÉDES.....</u>		<u>43</u>
<u>S8 – CULTURE GÉNÉRALE ET EXPRESSION</u>		<u>47</u>
<u>S9 – LANGUE VIVANTE ÉTRANGÈRE 1</u>		<u>47</u>
<u>S10 – MATHÉMATIQUES</u>		<u>48</u>
<u>S11 – PHYSIQUE - CHIMIE</u>		<u>49</u>
<u>ANNEXE I c</u>	<u>56</u>	
<u>Conditions d'obtention de dispenses d'unités</u>		<u>56</u>
<u>Définition des unités professionnelles constitutives du diplôme</u>		<u>57</u>
<u>Lexique</u>	<u>59</u>	
<u>ANNEXE II –</u>	<u>Stages en milieu professionnel.....</u>	<u>66</u>
<u>ANNEXE III –</u>	<u>Grille horaire</u>	<u>71</u>
<u>ANNEXE IV –</u>	<u>Règlement d'examen.....</u>	<u>72</u>
<u>ANNEXE V –</u>	<u>Définition des épreuves</u>	<u>73</u>
<u>Tableau de correspondance entre compétences et épreuves d'enseignement professionnel</u>		<u>85</u>
<u>ANNEXE VI</u>	<u>Tableau de correspondances entre épreuves.....</u>	<u>103</u>

ANNEXE I – Référentiels du diplôme

ANNEXE I a – Référentiel des activités professionnelles

1. Le métier du Technicien Supérieur Conception des Produits Industriels (CPI)

1.1 La description du champ d'activité

Le ou la titulaire du brevet de technicien supérieur « Conception des produits industriels » est amené à exercer son métier dans les domaines de la conception et de la définition des ensembles mécaniques, intégrés ou non dans un système pluri technique. Il ou elle travaille en collaboration avec des spécialistes des domaines de la motorisation, des automatismes, de l'énergie, des procédés de transformation... au sein d'une équipe de conception animée par un chef de projet.

C'est un spécialiste de la conception détaillée des produits capable de définir complètement tout ou partie d'un produit industriel intégrant une chaîne d'action mécanique. Il doit s'intégrer à une équipe de conception de systèmes complexes.

Pour le technicien supérieur « Conception des produits industriels », le produit industriel est un ensemble ou un sous-ensemble mécanique destiné à rendre un service sous forme de constituant ou de système complet, motorisé ou non, automatisé ou non, composé de pièces mécaniques qu'il faut concevoir et assembler de façon à garantir le fonctionnement et les performances attendues tout en respectant des contraintes techniques, économiques, de réalisation, de développement durable... Le mécanisme étudié relève de la réalisation de produits manufacturés ou de systèmes industriels de production (machines, outillages, installations...)

Pour cela, le technicien supérieur « Conception des produits industriels » possède les connaissances minimales nécessaires à l'optimisation des pièces en fonction d'un procédé et au travail collaboratif avec des spécialistes de fabrication.

Concepteur des produits industriels mécaniques de tous types et relevant de tous domaines (biens de consommation pour le grand public, de systèmes d'équipement pour les entreprises), le titulaire du BTS intervient essentiellement au début de la chaîne de conception et de réalisation d'un produit (relations avec le client, conceptions préliminaire et détaillée et pré industrialisation en relation directe avec les spécialistes de production).

1.2 Le contexte économique

1.2.1 La typologie des entreprises

Le titulaire d'un brevet de technicien supérieur « Conception des produits industriels » s'insère dans des entreprises de toutes tailles TPE, PME et grandes entreprises. Tous les secteurs d'activités économiques mettant en œuvre des parties mécaniques sont concernés.

1.2.2 Les emplois concernés

Selon la taille de l'entreprise, le titulaire du brevet de technicien supérieur « Conception des produits industriels » exerce ses activités dans les différents services de conception des systèmes et des produits. Il intervient sous l'autorité d'un responsable de service conception ou d'un chef de projet, à toutes les étapes de conception d'un produit. Au sein des PME-PMI, il peut être plus autonome mais travaille toujours en étroite collaboration avec les responsables de produits et de production.

Avec l'expérience, ses activités peuvent l'amener à évoluer vers différentes fonctions de l'entreprise : chargé d'affaires, responsable de projets, responsable d'implantation des systèmes...

Dans tous les cas, le métier s'exerce en relation avec de nombreux partenaires comme le donneur d'ordre ou les sous-traitants, et dans un cadre d'ingénierie collaborative avec :

- des spécialistes de différents domaines intervenant dans le processus de conception des produits, comme le design, le marketing, la créativité et l'innovation industrielle, les calculs et le dimensionnement de structures et de pièces, les méthodes, la production, les normes et réglementations, le service après-vente..., intervenant dans le processus de conception des produits ;
- les spécialistes des procédés de première transformation (moulage, forgeage, injection plastique...), d'usinages, de traitements thermiques et de traitements de surfaces... ;
- les entreprises d'équipements divers (composants, constituants, sous-ensembles techniques) et sous-traitants locaux ou à l'étranger ;
- les techniciens de l'énergie, de la motorisation, de l'automatisation et de l'informatisation, de la logistique et de la gestion, de la maintenance.

1.2.3 Types de conceptions

Le contexte professionnel du titulaire du brevet de technicien supérieur en « Conception des produits industriels » dépend de la nature des produits conçus par l'entreprise ou le bureau d'études.

Dans le cadre de la conception de produits industriels, qu'ils soient de grandes séries, de petites séries ou unitaires, il participe à toutes les étapes de travail du groupe projet, tout en s'attachant à optimiser les contraintes de délais et de coût.

Il intervient donc au niveau :

- de l'analyse du besoin client et à la participation de la rédaction du cahier des charges associé ;
- des phases de conception préliminaire et détaillée d'un produit ou d'un sous-ensemble dans le cadre d'une activité d'ingénierie collaborative d'une équipe projet permettant de garantir l'optimisation de la relation entre le besoin, les coûts, la qualité et les délais exigés. Cette phase intègre la créativité, l'innovation, la définition de principes de solutions et des calculs de prédétermination relevant de son niveau de responsabilité et du choix du meilleur compromis technico économique possible ;
- de la pré-industrialisation du produit, en s'assurant de l'optimisation des relations produit/matériaux/procédés en relation avec les spécialistes de la réalisation ;
- de la conception détaillée de tout ou partie du projet, l'amenant à collaborer ou assumer la réalisation du dossier de définition du produit ;
- de la vérification de la conformité et de la qualification du produit ;
- du lancement et du suivi de la vie du produit, en intégrant les étapes d'adaptation et de modification.

1.2.4 Le domaine d'activités professionnelles

Au sein de son entreprise, ses activités consistent à :

- apporter une réponse technique et économique au besoin exprimé d'un client ;
- spécifier le besoin du client, concevoir et définir tout ou partie d'un produit en intégrant toutes les contraintes techniques, énergétiques, économiques et environnementales ;
- participer à la validation du produit après sa réalisation ;
- encadrer des équipes ;
- collaborer avec des partenaires.

D'une manière transversale, le titulaire du brevet de technicien supérieur « Conception des produits industriels » utilise l'outil informatique, est acteur de la politique qualité de l'entreprise, respecte et fait respecter les réglementations et participe éventuellement à des relations commerciales.

Il utilise l'informatique à des fins de communication, de conception technique (CAO, bibliothèques d'éléments standard, simulation des comportements et calculs), d'intégration dans le cadre de l'ingénierie collaborative, de choix des processus de production (simulation des procédés, bases de données matériaux) et d'exploitation de logiciels spécialisés dans le bureau d'études (calculs particuliers, processus stabilisés de fabrication, etc).

Il est également un acteur du respect du triptyque « qualité/coût/délai » en participant à des projets de conception simultanée et de prototypage rapide des solutions. Ses activités peuvent également le conduire à utiliser des outils de gestion informatique des projets (Project Data Management – PDM ou Project Life Cycle Management – PLM).

Il connaît les fonctions et les contraintes qui ont une incidence sur la qualité du produit réalisé à partir de sa conception et il sait participer à des actions spécifiques de suivi et d'optimisation de son travail (revues de projet, créativité et innovation, intégration des évolutions des normes et réglementations, etc).

Il est capable de communiquer, de rédiger et de diffuser des notes internes et externes à l'entreprise, en respectant les procédures installées.

Il sait échanger, à l'écrit comme à l'oral, en langue anglaise sur le plan technique avec un interlocuteur étranger. Le technicien supérieur reste vigilant et réactif en menant une veille réglementaire et normative du domaine technique relatif aux produits à concevoir pour les mettre en œuvre rapidement dans les nouvelles conceptions.

2. Description des Activités Professionnelles

2.1 Synthèse des tâches professionnelles associées aux activités

Activités Professionnelles		Tâches Professionnelles	
A1	Participer à la réponse à une affaire : analyser l'expression d'un besoin et rédiger un cahier des charges fonctionnel	A1-T1	Analyser un cahier des charges initial de produit et /ou reformuler un besoin.
		A1-T2	Participer à la prise en compte de l'environnement de l'étude.
		A1-T3	Élaborer tout ou partie d'un cahier des charges fonctionnel (éventuellement sur site) en collaboration avec un chef de projet ou un chargé d'affaires.
		A1-T4*	Fournir les éléments techniques permettant d'établir un devis estimatif et les argumenter.
A2	Conception préliminaire : concevoir et choisir une solution technique relative à un mécanisme	A2-T1	Consulter des bases de données techniques, recenser les contraintes de production et de logistique, classer et analyser la documentation réunie.
		A2-T2	Rechercher, analyser et représenter rapidement (croquis, schémas) des solutions en relation avec les principes technologiques relatifs au besoin de conception.
		A2-T3	Elaborer la maquette numérique 3D de conception préliminaire.
		A2-T4	Elaborer les relations « d'entrées-sorties » pour les systèmes « simples » de transformation de mouvement et de transmission de puissance.
		A2-T5	Participer à la recherche des solutions de pré dimensionnement de tout ou partie des éléments structurants de la solution et/ou de la chaîne d'énergie.
		A2-T6	Exploiter des simulations du comportement de tout ou partie d'un mécanisme à partir d'un modèle numérique 3D et d'outils informatiques métiers pour valider ou non une solution.
		A2-T7	Discriminer les solutions constructives possibles, en prenant en compte le triptyque « qualité/coût/délai » en rapport avec le CDC, et intégrer les évolutions à la maquette numérique de conception préliminaire.
A3	Conception détaillée : pré-industrialiser et définir une solution technique optimisée relative à un mécanisme	A3-T1	Dimensionner puis choisir les composants standard ou sous-traités non définis lors de l'étude préliminaire.
		A3-T2*	Collaborer à l'étude de pré industrialisation des produits entre spécialistes de la conception et de la réalisation pour optimiser la relation « produit (fonction et géométrie) - matériau - procédé - coût ».
		A3-T3	Prendre en compte et optimiser la conception au regard des exigences du cycle de vie du produit
		A3-T4	Participer à, ou suivre la réalisation d'un prototype de tout ou partie d'un mécanisme (pièce ou sous-ensemble) pour optimiser et valider une conception.
		A3-T5	Finaliser une maquette numérique 3D structurée, robuste et évolutive de l'étude.
		A3-T6	Réaliser les dessins de définition en mobilisant la spécification géométrique et dimensionnelle dans un principe de cotation « au juste suffisant » fonctionnel.
		A3-T7*	Participer aux essais et à la validation des conditions de fonctionnement de tout ou partie d'un système réalisé
		A3-T8	Elaborer le dossier technique de définition du produit
		A3-T9	Elaborer, à partir du modèle numérique définitif, des représentations graphiques dérivées (notices de fonctionnement, images, vidéo de rendu réaliste, éclatés...).
A4	Participer à la vie d'un bureau d'études	A4-T1	Appliquer le processus de traçabilité (gestion des modifications, archivage) d'une étude.
		A4-T2	Collaborer au sein d'un groupe projet et argumenter en vue de valider une étude (revue technique, revue de projet, capitalisation d'expérience...).
		A4-T3*	Formuler et transmettre une information technique de façon écrite et orale en français et en anglais.

* Les tâches sur fond jaune sont partagées avec le BTS Ingénierie des Procédés Avancés de Production

2.2 Niveaux d'autonomie et de responsabilité dans l'activité

Dans les fiches de présentation des activités professionnelles suivantes, le niveau d'autonomie peut être défini comme un indicateur de niveau d'intervention et d'implication dans la réalisation de celles-ci par le technicien supérieur CPI. Le niveau qualifie le niveau moyen de l'ensemble des tâches liées à l'activité, certaines tâches pouvant être d'un niveau supérieur ou inférieur. Le verbe d'action les décrivant permet de les situer par rapport à ce niveau moyen.

Une échelle à quatre niveaux a été retenue :

Niveau 1 ■□□□ Apprécier une réalisation, une activité.

Qualifie la mobilisation de compétences permettant de comprendre, par l'intermédiaire d'un exposé ou d'une lecture de dossier, la nature d'une activité ne relevant pas de son champ d'intervention direct et à en interpréter les résultats.

Ce niveau ne suppose en aucune manière, une aptitude à participer à l'activité.

Niveau 2 ■■□□ Participer à la réalisation, à une activité.

Qualifie la mobilisation de compétences permettant d'assurer une partie restreinte de l'activité au sein et avec l'aide d'une équipe, sous l'autorité d'un chef de projet.

Elle implique de s'informer et de communiquer avec les autres membres de l'équipe.

Niveau 3 ■■■□ Réaliser une activité simple

Qualifie la mobilisation de compétences permettant de réaliser, en autonomie, tout ou partie d'une activité pour les situations les plus courantes.

Elle implique :

- une maîtrise, tout au moins partielle des aspects techniques de l'activité ;
- les facultés à s'informer, à communiquer (rendre compte et argumenter) et à s'organiser.

Niveau 4 ■■■■ Réaliser une activité complexe

Qualifie la mobilisation de compétences permettant de maîtriser sur les plans techniques, procéduraux et décisionnels une activité comportant des prises de décisions multiples.

Elle implique :

- la faculté à certifier l'adéquation entre les buts et les résultats ;
- l'animation et/ou l'encadrement d'une équipe ;
- la prise de décisions en toute responsabilité ;
- le transfert du savoir.

2.3 Descriptif des Activités

Activité 1 : Participer à la réponse à une affaire : analyser l'expression d'un besoin et rédiger un cahier des charges fonctionnel

1. Description des tâches

A1-T1 : Analyser un cahier des charges initial de produit et /ou reformuler un besoin.

A1-T2 : Participer à la prise en compte de l'environnement de l'étude.

A1-T3 : Élaborer tout ou partie d'un cahier des charges fonctionnel (éventuellement sur site) en collaboration avec un chef de projet ou un chargé d'affaires.

A1-T4 : Fournir les éléments techniques permettant d'établir un devis estimatif et les argumenter.

Résultats attendus

- **T1** Les exigences du cahier des charges initial sont extraites ou redéfinies et les points-clefs sont identifiés. Le besoin du client est correctement spécifié.
- **T2** Les contraintes principales du projet (techniques, économiques, environnementales, etc.) sont identifiées, hiérarchisées en fonction de critères identifiés et listés.
- **T3** La participation à l'élaboration du cahier des charges est active et la formalisation du cahier des charges est effective.
- **T4** Les éléments techniques nécessaires et suffisants sont remis au chef de projet et justifiés.

2. Conditions de réalisation des tâches de l'activité 1

L'environnement

Sous la responsabilité d'un supérieur hiérarchique et en relation avec les différents interlocuteurs du projet dont le client.

Les données

Écrites et/ou graphiques et/ou numériques :

- un besoin ou des éléments de cahier des charges à compléter ;
- toutes données clients ;
- la réglementation en vigueur et la normalisation ;
- les coûts attendus dans le cadre d'une activité de sous-traitance ;
- données propres de l'entreprise.

Les moyens

L'environnement informatique usuel de la profession.

Niveau d'autonomie dans l'activité : ■ ■ □ □

Activité 2 : Conception préliminaire : concevoir et choisir une solution technique relative à un mécanisme

1. Description des tâches

- A2-T1** : Consulter des bases de données techniques, recenser les contraintes de production et de logistique, classer et analyser la documentation réunie.
- A2-T2** : Rechercher, analyser et représenter rapidement (croquis, schémas) des solutions en relation avec les principes technologiques relatifs au besoin de conception.
- A2-T3** : Elaborer la maquette numérique 3D de conception.
- A2-T4** : Elaborer les relations « d'entrées-sorties » pour les systèmes « simples » de transformation de mouvement et de transmission de puissance.
- A2-T5** : Participer à la recherche des solutions de pré dimensionnement de tout ou partie des éléments structuraux de la solution et/ou de la chaîne d'énergie.
- A2-T6** : Exploiter des simulations du comportement de tout ou partie d'un mécanisme à partir d'un modèle numérique 3D et d'outils informatiques métiers pour valider ou non une solution.
- A2-T7** : Discriminer les solutions constructives possibles, en prenant en compte le triptyque « qualité/coût/délai » en rapport avec le cahier des charges, et intégrer les évolutions à la maquette numérique de conception préliminaire.

2. Résultats attendus

- **T1** La documentation réunie relative au projet est utile, ordonnée et mise à jour.
- **T2** Les recherches de solutions font appel à des méthodes de créativité technologique et d'innovation facilitant l'évolution des produits.
- **T3** Les solutions retenues sont définies par une ou des maquettes numériques adaptées.
- **T4** Les solutions retenues des systèmes de transformation de mouvement et de transmission de puissance proposées satisfont le cahier des charges.
- **T5** Les solutions retenues de définition et de dimensionnement des structures et/ou des chaînes d'énergie mises en jeu respectent les contraintes et les performances attendues.
- **T6** Les simulations mécaniques nécessaires à la validation des principes retenus et des performances attendues sont réalisées et/ou exploitées en autonomie.
- **T7** Les solutions retenues sont comparées selon une analyse multicritères explicite et rationnelle permettant d'optimiser le triptyque « qualité/coût/délai ».

3. Conditions de réalisation des tâches de l'activité 2

L'environnement

Un bureau d'étude de l'entreprise.

En collaboration avec le client, les sous-traitants, les fournisseurs et, éventuellement, les équipes de production.

Les données

Écrites et/ou graphiques et/ou numériques :

- le cahier des charges ;
- les éléments technico économiques, environnementaux, design, ergonomiques, maintenabilité, etc. retenus par le client ;
- le coût objectif ;
- les documents normatifs et réglementaires ;
- des bases de données : sous-traitants, fournisseurs, moyens de production, moyens logistiques ;
- les principes généraux d'ergonomie, de sécurité.

Les moyens

L'environnement informatique usuel du bureau d'études (logiciels de CAO 3D, applications de calculs et de simulations métier, bases de données, etc.)

Niveau d'autonomie dans l'activité : ■ ■ ■ □

Activité 3 : Conception détaillée : pré-industrialiser et définir une solution technique optimisée relative à un mécanisme

1. Description des tâches

- A3-T1** : Dimensionner puis choisir les composants standard ou sous-traités non définis lors de l'étude préliminaire.
- A3-T2** : Collaborer à l'étude de pré industrialisation des produits entre spécialistes de la conception et de la réalisation pour optimiser la relation « produit (fonction et géométrie) - matériau - procédé - coût ».
- A3-T3** : Prendre en compte et optimiser la conception au regard des exigences du cycle de vie du produit.
- A3-T4** : Participer à, ou suivre la réalisation d'un prototype de tout ou partie d'un mécanisme (pièce ou sous-ensemble) pour optimiser et valider une conception.
- A3-T5** : Finaliser une maquette numérique 3D structurée, robuste et évolutive de l'étude.
- A3-T6** : Réaliser les dessins de définition en mobilisant la spécification géométrique et dimensionnelle dans un principe de cotation « au juste suffisant » fonctionnel.
- A3-T7** : Participer aux essais et à la validation des conditions de fonctionnement de tout ou partie d'un système réalisé.
- A3-T8** : Elaborer le dossier technique de définition du produit.
- A3-T9** : Elaborer, à partir du modèle numérique définitif, des représentations graphiques dérivées (notices de fonctionnement, images, vidéo de rendu réaliste, éclatés...).

2. Résultats attendus

- **T1** Les composants standard et sous traités sont choisis en optimisant le triptyque « coût/qualité/disponibilité ».
- **T2** Le système mécanique et les pièces associées sont définis et optimisés en formes et dimensions en prenant en compte les recommandations des spécialistes de réalisation et en optimisant la relation « produit - matériau - procédé - coût ».
- **T3** Le système mécanique et les pièces associées sont définis et optimisés en formes et dimensions en prenant en compte les contraintes et exigences du cycle de vie du produit.
- **T4** Le ou les prototypes réalisés en complément des maquettes numériques répondent à des exigences précises et explicites (vérifications de fonctionnement, de formes, de résistance, d'assemblage, etc.), les phases d'optimisation et de validation sont menées de façon rationnelle et les conclusions explicites.
- **T5** La maquette numérique de conception détaillée réalisée est structurée et robuste.
- **T6** Le dossier de définition associé définit chaque pièce fabriquée de façon univoque par un plan 2D coté en respectant les normes ISO en vigueur, adapté aux demandes du client et aux attentes du service d'industrialisation.
- **T7** Les conclusions des essais du produit réalisés en collaboration avec les services de production sont formalisées et exploitées de façon à améliorer le triptyque « qualité/coût/délai ».
- **T8** Le dossier technique du produit comporte les documents attendus dans le cadre de la relation client-fournisseur contractualisée.
- **T9** Les exploitations connexes des maquettes numériques (images, vidéos de rendus réalistes, éclatés, dossiers techniques, notices d'utilisation ou de maintenance, etc.) répondent aux exigences du client.

3. Conditions de réalisation des tâches de l'activité 3

L'environnement

Un bureau d'étude de l'entreprise.

En lien avec le client, les fournisseurs, les sous-traitants, les services de production, d'assemblage et de montage, les organismes vérificateurs (internes et externes).

Les données

- le cahier des charges;
- le dossier technique numérique résultant des choix de la phase de conception préliminaire ;
- les éléments technico économiques, environnementaux, design, ergonomiques, maintenabilité, etc. retenus par le client ;
- le coût objectif, les contraintes de qualité et de délais ;

- les documents normatifs et réglementaires ;
- des bases de données : sous-traitants, fournisseurs, moyens de production, moyens logistiques ;
- les règles d'ergonomie, règlements de sécurité, procédures particulières à respecter.

Les moyens

L'environnement informatique usuel du bureau d'études.

Les normes et réglementations, fiches techniques des produits.

Moyens de prototypages.

Niveau d'autonomie dans l'activité : ■ ■ ■ ■

Activité 4 : Participer à la vie d'un bureau d'études

1. Description des tâches

A4-T1 : Appliquer le processus de traçabilité (gestion des modifications, archivage) d'une étude.

A4-T2 : Collaborer au sein d'un groupe projet et argumenter en vue de valider une étude (revue technique, revue de projet, capitalisation d'expérience...).

A4-T3 : Formuler et transmettre une information technique de façon écrite et orale en français et en anglais.

2. Résultats attendus

- **T1** Les processus établis de gestion de projet et de traçabilité sont conformes aux pratiques de l'entreprise.
- **T2** La participation aux travaux collaboratifs et l'implication attendue sont avérées.
- **T3** Les notes écrites ou les échanges oraux nécessaires au suivi du projet, en français et en anglais, sont adaptés au contexte de travail et efficaces.

3. Conditions de réalisation des tâches de l'activité 4

L'environnement

Un bureau d'étude de l'entreprise, en relation avec les différents interlocuteurs du projet.

Les données

- Le système de gestion, d'archivage, de stockage des conceptions adoptées dans le bureau d'étude.
- L'organisation du travail et les règles de fonctionnement des équipes projet.

Les moyens

L'environnement informatique usuel de la profession (CAO, PDM, PLM, etc.) logiciels de documentation, de traitement d'images, etc.

Les moyens habituels de communication de l'entreprise : téléphone, messagerie, réseaux sociaux d'entreprise, etc.

Niveau d'autonomie dans l'activité : ■ ■ ■ ■

ANNEXE I b – Référentiel de certification

Compétences associées aux tâches

14 *compétences terminales* ont été identifiées.

Chacune d'entre elles est mobilisée dans une ou plusieurs activités pouvant être confiées à un technicien supérieur « Conception des produits industriels ».

La majorité des *compétences terminales* sont déclinées en *compétences détaillées*.

Compétences transversales

- **C1** : S'intégrer dans un environnement professionnel, assurer une veille technologique et capitaliser l'expérience.
- **C2** : Rechercher une information dans une documentation technique, dans un réseau local ou à distance.
- **C3** : Formuler et transmettre des informations, communiquer sous forme écrite et orale y compris en anglais.
- **C4** : S'impliquer dans un groupe projet et argumenter des choix techniques.

Compétences métier

- **C5** : Elaborer ou participer à l'élaboration d'un cahier des charges fonctionnel.
- **C6** : Recenser et spécifier des technologies et des moyens de réalisation.
- **C7** : Concevoir et définir, à l'aide d'un logiciel de CAO et des outils de simulation associés, un système, un outillage ou des pièces mécaniques satisfaisant au cahier des charges fonctionnel.
- **C8** : Imaginer et proposer des solutions techniques en réponse à un cahier des charges.
- **C9** : Dimensionner tout ou partie d'une chaîne d'énergie en autonomie et/ou en collaboration avec un spécialiste.
- **C10** : Optimiser le choix d'une solution technique en tenant compte des contraintes technico économiques.
- **C11** : Participer à un processus collaboratif de conception et de réalisation de produit.
- **C12** : Intégrer l'éco-conception dans la conception d'un produit.
- **C13** : Intégrer le prototypage dans la conception et la réalisation d'un produit.
- **C14** : Elaborer le dossier de définition d'un produit (pièces cotées et tolérancées).

Tableau de correspondance entre activités/tâches professionnelles et compétences du BTS CPI

Relations entre les activités professionnelles et les compétences du BTS CPI		Compétences trans- versales				Compétences métier									
		S'intégrer dans un environnement professionnel, assurer une veille technologique et capitaliser l'expérience	Rechercher une information dans une documentation technique, dans un réseau local ou à distance	Formuler et transmettre des informations, communiquer sous forme écrite et orale y compris en anglais	S'impliquer dans un groupe projet et argumenter des choix techniques	Elaborer ou participer à l'élaboration d'un cahier des charges fonctionnel	Recenser et spécifier des technologies et des moyens de réalisation	Concevoir et définir, à l'aide d'un logiciel de CAO et des outils de simulation associés, un système, un outillage ou des pièces mécaniques satisfaisant au cahier des charges fonctionnel.	Imaginer et proposer des solutions techniques en réponse à un cahier des charges	Dimensionner tout ou partie d'une chaîne d'énergie en autonomie et/ou en collaboration avec un spécialiste	Optimiser le choix d'une solution technique en tenant compte des contraintes technico économiques	Participer à un processus collaboratif de conception et de réalisation de produit	Intégrer l'éco-conception dans la conception d'un produit	Intégrer le prototypage dans la conception et la réalisation d'un produit	Elaborer le dossier de définition d'un produit mécanique (pièces cotées et tolérancées).
Activités	Tâches	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
Participer à la réponse à une affaire : analyser l'expression d'un besoin et rédiger un CdCf	A1-T1			2		2									
	A1-T2		3		1	2									
	A1-T3					3									
	A1-T4	2			1	2	2								
Conception préliminaire : concevoir et choisir une solution technique relative à un mécanisme	A2-T1		2	1			2								
	A2-T2				2		3		3						
	A2-T3	1						2							
	A2-T4								2	3					
	A2-T5									3					
	A2-T6							2	1	2					
	A2-T7							1			3				
Conception détaillée : pré-industrialiser et définir une solution technique optimisée relative à un mécanisme	A3-T1									2			2		1
	A3-T2	1	1	2	3		1				2	3	2		
	A3-T3							2			1		3		
	A3-T4											2		3	
	A3-T5							3							2
	A3-T6							2							3
	A3-T7											2		3	1
	A3-T8	2						2							3
	A3-T9							3							2
Participer à la vie d'un bureau d'études	A4-T1	3													
	A4-T2		2		2										
	A4-T3			3											

L'activité A4 « Participer à la vie d'un bureau d'études » est répartie entre le stage industriel et les activités A1, A2 et A3 tout au long du projet de conception en formation.

Le chiffre de 1 à 3 indiqué dans chaque case établissant une correspondance entre une tâche et une compétence correspond au niveau de mobilisation de la compétence pour effectuer la tâche (1 faible à 3 important).

Compétences

C1 : S'intégrer dans un environnement professionnel, assurer une veille technologique et capitaliser l'expérience

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
Bureau d'études de conception de produits. Procédures identifiées de conception, de sauvegardes, de validation, d'archivage et de modifications.	C1.1 Respecter des référentiels internes ou externes.	L'ensemble des référentiels est respecté scrupuleusement.	S1.2 S1.3
	C1.2 Intégrer une action d'étude dans une démarche «qualité».	Les procédures relatives à la démarche qualité sont identifiées et respectées.	
	C1.3 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, participer à l'alimentation d'un système de gestion de données techniques.	Tous les éléments essentiels sont répertoriés et ajoutés à l'archive de l'entreprise. Les procédures d'utilisation du système de gestion de données sont scrupuleusement respectées. La traçabilité respecte les standards de l'entreprise et du donneur d'ordre.	
	C1.4 Maîtriser le bon usage des outils de communication technique.	La communication technique est maîtrisée sur la forme et les outils sont adaptés aux besoins et aux interlocuteurs.	
	C1.5 Élaborer et suivre l'évolution d'un dossier technique de produit.	Les évolutions techniques de son champ d'activité sont identifiées et capitalisées.	

C2 : Rechercher une information dans une documentation technique, dans un réseau local ou à distance.

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
Catalogues constructeurs, bases de données locales ou à distance. Méthodes de recherche, de tri et de classement.	C2.1 Mettre en œuvre une démarche de recherche d'information.	L'information recherchée est réordonnée. La démarche pour l'obtention de l'information est pertinente.	S1.4 S4.3 S5
	C2.2 Classer, hiérarchiser des informations.	La démarche et les critères de choix pour l'obtention de l'information sont efficaces.	
	C2.3 Synthétiser une information.	La synthèse proposée résume les points importants.	

C3 Formuler et transmettre des informations, communiquer sous forme écrite et orale y compris en anglais

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
Une information à transmettre. Le résultat escompté. L'origine et la destination de l'information. Les standards de communication de l'entreprise.	C3.1 Choisir une stratégie et des supports de communication.	L'objectif, le public visé, le message sont clairement identifiés.	S1, S7, S8 et S9
		Les outils de communication choisis sont adaptés au message et aux interlocuteurs et respectent les standards de communication de l'entreprise.	
	C3.2 Lire et rédiger un compte-rendu, un document technique en français et en anglais.	Le document technique est décodé de manière univoque.	
		Le compte-rendu écrit est lisible et concis.	
	C3.3 Présenter oralement un rapport en français et en anglais.	L'expression orale est claire.	
		Les messages sont concis et sans ambiguïté.	
		Le vocabulaire est pertinent et précis.	
	C3.4 Participer à un échange technique en français et en anglais.	Le vocabulaire technique est pertinent et précis.	
		Les échanges techniques avec les interlocuteurs sont compréhensibles.	

C4 : S'impliquer dans un groupe projet et argumenter des choix techniques

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
Les croquis, schémas...d'études préliminaires. Des bases de données locales et/ou à distances La base de données du « savoir-faire » de l'entreprise. Des catalogues de constructeurs. Les informations techniques et économiques relatives aux divers coûts : composants, matière, procédés. Un problème technique ou organisationnel intégré dans une démarche de conception/production. Un ou des objectifs à atteindre en phase de conception, pré industrialisation, d'industrialisation, de production et de contrôle. Un groupe d'interlocuteurs identifiés. Les conditions des échanges : réunion	C4.1 Argumenter, au sein d'un groupe projet, les solutions techniques et économiques proposées en exploitant les outils adaptés.	Les critères techniques et économiques retenus sont pertinents. L'argumentation est logique et objective.	S1.3 S1.4 S4.3 S7.1
	C4.2 Travailler en équipe et adopter les postures d'écoute, de discussion, de prise en compte d'avis, de participation.	Les interventions sont pertinentes. La définition du rôle tenu au sein du groupe est pertinente.	
	C4.3 Rendre compte et participer à la capitalisation des solutions techniques de l'entreprise.	Les moyens de communication retenus sont pertinents et maîtrisés. Les descriptions techniques sont exactes et précises.	
	C4.4 Respecter la durée d'étude attendue en phase avec le jalonnement d'un projet, recenser les éléments du coût et rendre compte.	Les jalons du projet sont identifiés et respectés. La durée d'étude est respectée. Les éléments impactant les coûts de l'étude sont identifiés. Les informations sont concises et claires.	

d'information, de travail technique, rapport d'activité, négociation. Les moyens logiciels et matériels de présentation écrite et/ou orale.			
--	--	--	--

C5. Elaborer ou participer à l'élaboration d'un cahier des charges fonctionnel.			
Données	Compétences détaillées	indicateurs de performance	Savoirs associés
Un cahier des charges initial issu de l'entreprise, ou l'expression d'un besoin client.	C5.1 Décoder un besoin et/ou élaborer un cahier des charges initial.	Les éléments essentiels du cahier des charges sont correctement extraits. L'expression du besoin est correctement traduite.	S1 S7.1
Un cahier des charges initial issu de l'entreprise ou l'expression d'un besoin client, les recueils de normes et réglementations, les contraintes liées à la propriété industrielle, les données relatives à la qualité, aux coûts et aux délais.	C5.2 Recenser les contraintes d'une étude.	Les contraintes techniques sont identifiées. Les contraintes technico-économiques sont hiérarchisées au regard de l'expression du besoin et du triptyque « qualité/coût/délai ». Les exigences du cycle de vie sont prises en compte. Les aspects normatifs sont pris en compte.	
En présence du chef de projet, le cahier des charges validé issu de l'entreprise, les contraintes recensées, et/ou tout ou partie d'un cahier des charges fonctionnel.	C5.3 Formuler et synthétiser un cahier des charges fonctionnel résultant d'une verbalisation écrite ou orale.	La frontière de l'étude est correctement définie. Les fonctions de services sont identifiées. Les fonctions de services sont caractérisées: critères- niveaux – flexibilités. Les fonctions de service sont classées au regard de la hiérarchisation des contraintes technico-économiques.	
Cahier des charges fonctionnel ou conception préliminaire d'un produit.	C5.4 Participer à l'élaboration d'un devis d'une affaire.	Les délais de recherche d'informations sont respectés. Les moyens liés à l'étude sont correctement inventoriés Les prototypes pouvant être liés à l'étude sont identifiés.	

C6: Recenser et spécifier des technologies et des moyens de réalisation			
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
Besoin et CdCF Moyens techniques de production de l'entreprise, des sous-traitants, les partenaires potentiels de l'étude.	<i>Pas de compétence détaillée</i>	Les moyens techniques de production internes et externes sont caractérisés. Les critères choisis sont en adéquation avec le besoin exprimé. L'inventaire des moyens techniques de production est correct.	S6 S7.1

C7 : Concevoir et définir, à l'aide d'un logiciel de CAO et des outils de simulation associés, un système, un outillage ou des pièces mécaniques satisfaisant au cahier des charges fonctionnel			
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
Les croquis et schémas d'étude associés aux solutions constructives retenues pour satisfaire au cahier des charges. Des bibliothèques locales ou à distance de composants standards.	C7.1 Élaborer la maquette numérique de conception préliminaire du produit à l'aide d'un modèleur volumique, paramétrable, variationnel.	L'arbre d'assemblage est organisé en sous-ensemble(s) fonctionnel(s) et/ou structurel(s) comprenant les solutions constructives à numériser. L'arbre d'assemblage est organisé en cohérence avec la méthodologie de conception utilisée. Le mode de création est adapté et évolutif selon le niveau de définition de la maquette numérique (volume, surface, filaire). Le positionnement des pièces est correctement contraint dans le respect des mobilités relatives.	S2
Les composants standard ou non standard choisis et dimensionnés répondant à la solution technique.	C7.2 Formaliser les spécifications de fonctionnement.	Les spécifications de bon fonctionnement du composant dans son contexte et/ou recommandés par les constructeurs sont recensées. Les spécifications de fonctionnement sont déclinées sur les documents techniques appropriés.	
Un modèleur volumique paramétrable variationnel. Le modèle numérique préliminaire organisé en cohérence avec la méthodologie de conception et les solutions numérisées. Les procédés envisagés en lien avec un spécialiste.	C7.3 Générer une maquette numérique robuste de l'ensemble étudié.	La mise en contrainte à chaque niveau de l'assemblage est univoque et minimale. Le paramétrage géométrique est établi en cohérence avec le principe et les contraintes fonctionnelles de conception et de procédé envisagé. Le choix des paramètres assure la robustesse au sein de la maquette numérique et sa portabilité attendue.	
Le cahier des charges fonctionnel. La maquette numérique en phase de conception détaillée et des outils informatiques de simulation métiers avec leur documentation. Un critère comportemental d'étude lié à l'optimisation de tout ou partie du modèle numérique (pièce,	C7.4 Utiliser un logiciel de simulation pour optimiser / valider la conception détaillée d'un mécanisme.	L'outil de simulation retenu est adapté à la validation du critère énoncé. Le modèle numérique est isolé et les données nécessaires sont introduites correctement. Les résultats de simulation sont analysés et les conséquences sur la conception détaillée mises en œuvre. Une assistance à la modélisation associée à la simulation est proposée.	

sous-ensemble). Les données sur les propriétés mécaniques et physiques des matériaux.			
La maquette numérique de l'étude intégrant les spécifications fonctionnelles et exigences de cycle de vie. Les matériaux et procédés retenus.	C7.5 Élaborer la maquette numérique définitive.	Les pièces sont modélisées en respectant les règles d'obtention des formes associées aux procédés retenus. Les matériaux et autres indications de nomenclature sont associés au modèle.	
Un modèleur volumique paramétrable variationnel et ses fonctionnalités de rendu réaliste.	C7.6 Générer les représentations graphiques dérivées en mobilisant les fonctionnalités des modèleurs volumiques.	Les représentations graphiques dérivées sont complétées et légendées des informations techniques associées en adéquation avec le point de vue du destinataire. Les documents sont conformes aux attentes du client.	

C8 : Imaginer et proposer des solutions techniques en réponse à un cahier des charges.			
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
Cahier des charges fonctionnel. Diagrammes SysML.	C8.1 Analyser et comparer les solutions techniques associées aux fonctions techniques, argumenter.	La décomposition en fonctions techniques est réalisée. Les familles de solutions sont adaptées aux fonctions techniques. Les critères de comparaison sont identifiés et pertinents.	S1.1 S1.3 S1.4 S5
Un principe de solution d'une fonction technique issu ou non de l'application d'une méthode de créativité. Moteurs de recherche des sites d'organismes de protection de la propriété industrielle. Normes et règlements.	C8.2 Concevoir des solutions techniques en mobilisant les méthodes de créativité tout en respectant les contraintes de la propriété industrielle.	La méthode de créativité employée est adaptée à la problématique technique. La solution choisie est pertinente au regard du principe retenu. La recherche des antériorités de brevets existants des solutions proposées a été effectuée. Un rapport synthétique de recherche est fourni.	
Une ou plusieurs fonction(s) technique(s) issue(s) de l'analyse d'un cahier des charges fonctionnel ou de diagrammes SysML. Une méthode de créativité éventuellement en appui avec un logiciel spécifique d'aide à la recherche de principes de solution.	C8.3 Rechercher et expliciter un principe de solution.	La reformulation du problème comme donnée d'entrée de la méthode de créativité est correctement énoncée. Au terme de la recherche, les principes retenus sont pertinents vis à vis de la méthode de créativité et sont explicités par une description synthétique.	
La solution technique retenue.	C8.4 Proposer ou expliciter sous forme de croquis ou de schéma, commenté, légendé, une solution constructive.	Le choix du type de croquis et/ou schéma est pertinent pour décrire la solution constructive Les schémas et croquis sont lisibles et clairs. Les normes pour les schémas normalisés sont respectées. Les légendes sont pertinentes et précises. Les commentaires sont pertinents et clairs.	

C9 : Dimensionner tout ou partie d'une chaîne d'énergie en autonomie et/ou en collaboration avec un spécialiste.

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
Cahier des charges fonctionnel. Une proposition de cinématique envisagée – une cinématique existante dans le cas d'un travail sur un produit existant.	C9.1 Mobiliser les connaissances de mécanique dans l'objectif d'établir des relations d'entrées-sorties de mécanismes plans ou spatiaux se prêtant à une modélisation simple.	Les données de l'étude sont correctement identifiées : les paramètres d'entrée et de sortie, les données d'entrée – vitesse de rotation par exemple-, les données de sortie – course ou débattement souhaité, vitesse attendue, accélération tolérable, précision attendue. Les relations liant les paramètres d'entrée et de sortie sont correctement établies, d'un point de vue géométrique, cinématique ou énergétique (logique de flux). Le rendement est correctement pris en compte dans le cas d'une approche énergétique. Le degré d'hyperstatique constaté est pris en compte dans la conception du système.	S2.2 S3 S4.1 S5
Cahier des charges fonctionnel. Une architecture de mécanisme ou un mécanisme existant avec une modélisation des liaisons associées. Les résultats de l'étude cinématique. Le cas échéant, les caractéristiques dimensionnelles des pièces constitutives du mécanisme.	C9.2 Pré dimensionner les éléments de structure et/ou les actionneurs essentiels au projet.	La frontière d'étude est correctement définie, au regard du problème à résoudre. Les conditions aux limites sont correctement identifiées. Les hypothèses de travail proposées sont justifiées. L'incidence sur les conditions aux limites est identifiée. Les actions mécaniques nécessaires sont correctement déterminées, par un calcul statique ou dynamique. Les sollicitations mécaniques sont correctement déterminées. Un pré-dimensionnement de la géométrie de certaines pièces, en regard d'un matériau, est correctement effectué par l'étude des contraintes et/ou des déformées. La typologie d'actionneurs est identifiée.	
Le cahier des charges fonctionnel. La maquette numérique préliminaire et des outils informatiques de simulation métiers avec leur documentation la stratégie d'optimisation définie avec le chef de projet.	C9.3 Améliorer par itération une géométrie ou une architecture, par simulation informatique des comportements mécaniques.	Le modèle retenu en collaboration éventuelle avec un spécialiste est adapté au logiciel de simulation. Les données de simulation sont introduites correctement en cohérence avec l'étude attendue. Les résultats pertinents sont identifiés et analysés au regard de l'objectif fonctionnel. Des propositions correctives d'évolution des paramètres sont faites en accord avec le chef de projet.	
Cahier des charges fonctionnel Contraintes mécaniques et autres, auxquelles est soumis le composant. Performances attendues (géométriques – précision-, cinématiques, dynamiques –accélération).	C9.4 Dimensionner et choisir un composant standard en exploitant une base de données industrielle, mécanique ou électrique.	Les critères de sélection sont hiérarchisés. Les technologies envisageables sont sélectionnées. Les données complémentaires nécessaires sont recueillies. Le modèle d'étude est déterminé et les hypothèses simplificatrices retenues sont justifiées. L'utilisation d'un catalogue, d'un logiciel, d'une base de données technique est efficiente. Le dialogue avec un spécialiste est constructif.	

		Le choix des éléments retenus est justifié.	
--	--	---	--

C10 : Optimiser le choix d'une solution technique en tenant compte des contraintes technico économiques.

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
Maquette numérique. Plan qualité de l'entreprise. Le cahier des charges fonctionnel Dans le cadre d'une conception, reconception, évolution de produit, un objectif d'optimisation d'une solution technique en terme de valeur associée. Bases de données de coûts relatifs aux composants, matériaux procédés, processus envisagés. L'assistance éventuelle d'un spécialiste Coûts (composants, matière, procédés).	<i>Pas de compétence détaillée</i>	Les procédures qualité de l'entreprise sont respectées. Les fonctions techniques élémentaires associées à la solution technique sont répertoriées. Les fonctions techniques élémentaires sont hiérarchisées et/ou classifiées selon un critère de choix technique. Les fonctions techniques élémentaires sont hiérarchisées et/ou classifiées selon un critère de choix économique. Une démarche d'optimisation est mobilisée de façon cohérente seule ou en équipe avec un ou des spécialistes. La solution technique est optimisée conformément à l'objectif défini et intégrée à l'étude. Les outils d'optimisation utilisés sont pertinents et bien utilisés (outils de la méthode APTE, grille AMDEC, etc.)	S7.1

C11 : Participer à un processus collaboratif de conception et de réalisation de produit

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
Cahier des charges fonctionnel Maquette numérique de conception détaillée. Bases de données. Logiciel d'aide au choix de matériau.	C11.1 Collaborer au choix d'un matériau et d'un procédé d'élaboration compatibles avec les fonctions et formes de la pièce.	Le choix du matériau est correctement justifié. Le choix du procédé est correctement justifié.	S6 S7.1
Le cahier des charges fonctionnel du produit. Les éléments économiques : lots, délais, coût prévisionnel. Le modèle numérique de conception préliminaire de la pièce concernée. Les résultats de la simulation du procédé d'obtention de la pièce étudiée à l'aide d'un module métier. Rapport d'analyse d'un spécialiste d'un procédé sur la pièce à fabriquer.	C11.2 Intégrer les exigences ou propositions d'un spécialiste.	Les critères retenus sont justifiés au regard du cahier des charges. Le compromis matériau-géométrie-procédé-coût est justifié. Le modèle numérique est correctement modifié.	

Le cahier des charges fonctionnel du produit. Les éléments économiques : lots, délais, coût prévisionnel. Le modèle numérique de conception préliminaire de la pièce concernée. Les résultats de la simulation du procédé d'obtention de la pièce étudiée à l'aide d'un module métier. Les exigences de production. Le couple matériau/procédé retenu.	C11.3 Collaborer à la définition/ au choix des moyens de réalisation en réponse à un besoin de conception et de fabrication.	Le choix du couple produit/procédé est compatible au regard des contraintes de production. La solution est valide d'un point de vue économique et/ou environnemental. La définition des moyens est en adéquation avec leur aptitude.	
--	--	---	--

C12 : Intégrer l'éco-conception dans la conception d'un produit.

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
La réglementation en vigueur et la normalisation. Les éléments technico économiques, environnementaux, maintenabilité, etc. retenus par le client. Le coût objectif, les contraintes de qualité et de délais. Outils d'aide au choix.	<i>Pas de compétence détaillée</i>	Les contraintes environnementales, utilisées pour la caractérisation des fonctions de service, existent. La comparaison des solutions retenues, selon une analyse multicritères explicite, existe et est rationnelle. Elle permet d'optimiser les trois piliers du développement durable. Un choix de composant standard et/ou sous traité optimisant les impacts environnementaux du cycle de vie du produit existe. La définition des pièces et du système en formes et dimensions optimisant les impacts environnementaux du cycle de vie du produit est pertinente.	S1 S4

C13 : Intégrer le prototypage dans la conception et la réalisation d'un produit

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
Cahier des charges fonctionnel Maquette numérique de conception. Nomenclature. Choix des comportements à valider ou des géométries à valider.	C13.1 Participer à une boucle itérative de validation d'une géométrie ou d'une architecture à partir de la réalisation d'un prototype.	Les fonctions, géométries ou comportement à valider sont identifiés et pertinents. Les itérations de prototypage convergent vers l'amélioration de la réponse aux besoins identifiés. L'évolution de la géométrie du système en fonction des résultats du prototypage est pertinente. Des prototypes physiques permettant de valider ces besoins existent.	S7.2
Cahier des charges fonctionnel finalisé du produit. Maquette numérique de conception. Nomenclature. Choix des comportements	C13.2 Valider le comportement du système conçu au regard du cahier des charges fonctionnel.	La démarche de validation (expérimentation) au regard des comportements à valider est pertinente. La démarche de validation est réalisée. L'interprétation des résultats de la démarche est argumentée et pertinente.	

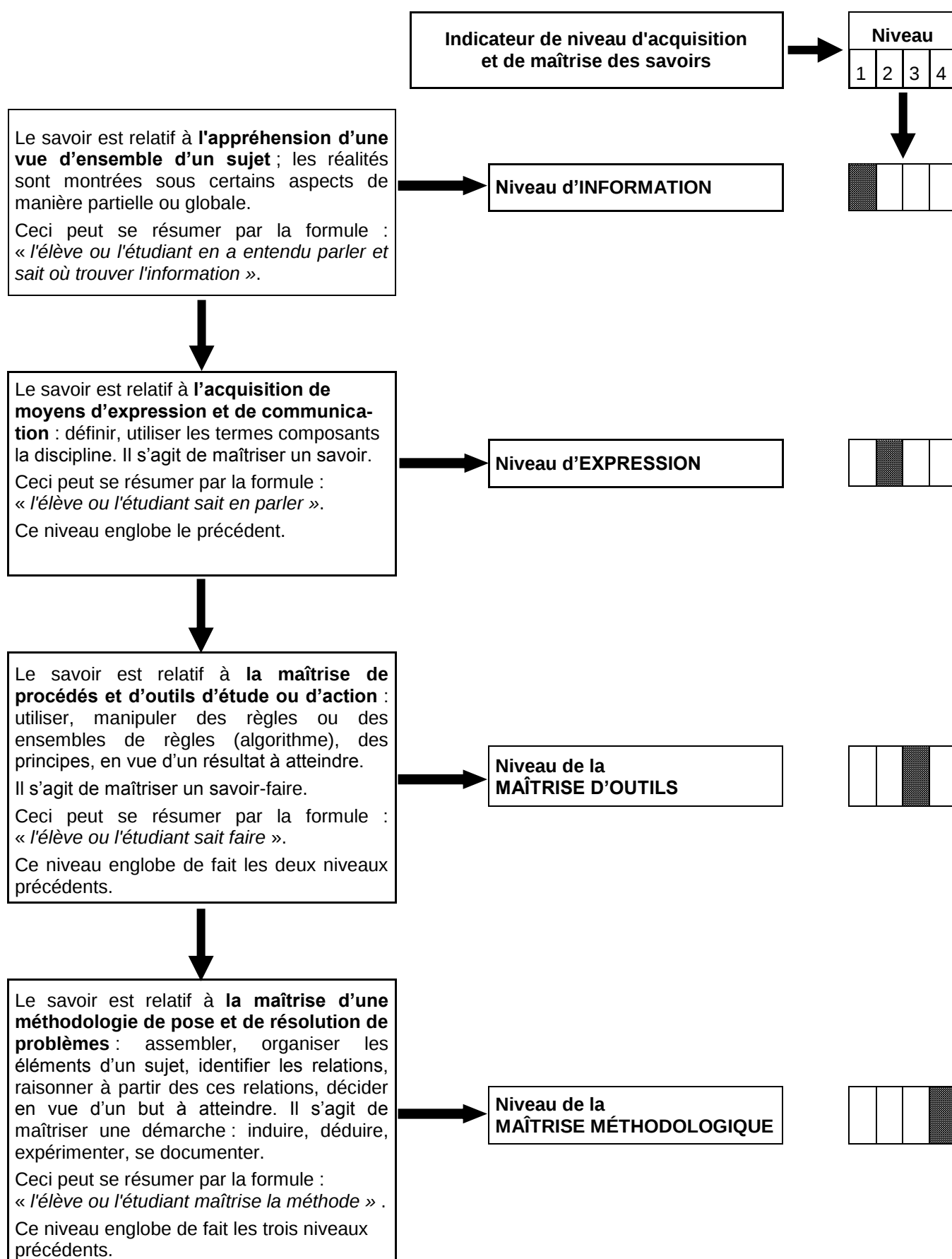
à valider ou des géométries à valider. Les prototypes.		Les comportements du prototype sont validés ou invalidés.	
---	--	---	--

C14 : Elaborer le dossier de définition d'un produit mécanique (pièces cotées et tolérancées)

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
Le dossier technique numérique résultant de la conception détaillée incluant les spécifications de fonctionnement. La maquette numérique de conception détaillée du système ou produit. Les normes en vigueur Le choix du couple procédé matériau.	C14.1 Réaliser des mises en plan normées (ensembles, sous ensembles, nomenclatures).	Le respect de la normalisation et de la lisibilité de la mise en plan d'un ensemble sont assurés. Le respect de la normalisation et de la lisibilité de la mise en plan de définition d'une pièce sont assurés. Le renseignement de la nomenclature associée au dessin d'ensemble est exhaustif. Les spécifications de fonctionnement sont correctement reportées (jeux, ajustements, ...).	S2.3 S2.4
	C14.2 Réaliser un dessin de définition de pièce, coté, tolérancé.	Une démarche explicite de spécification est mobilisée et permet de garantir la traçabilité. Les spécifications de fonctionnement (chaînes de cotes, conditions géométriques, états de surface) sont correctement traduites. L'identification des surfaces ou groupes de surfaces fonctionnelles est exhaustive et chaque surface (ou GSF) est associée à une fonction technique... La spécification des fonctions techniques est exacte et justifiée. Le cartouche est renseigné (tolérances générales, matériaux, indices de révisions, repérage, ...)	

Savoirs associés

Spécification des niveaux d'acquisition et de maîtrise des savoirs



S1.1 – Ingénierie système et analyse fonctionnelle

Si l'analyse fonctionnelle reste un outil utilisé par les techniciens de bureau d'étude de produits mécaniques, elle doit être complétée par une approche plus globale utile à la conception des systèmes pluri techniques complexes, comme l'Ingénierie Systèmes, 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 de diagrammes SysML (Systems Modeling Language) qui servent à décrire les systèmes complexes associés aux études mécaniques attendues.

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux taxo- nomiques				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
S1.1.1 – Approche globale - Définition de l'ingénierie système et de l'analyse fonctionnelle. - Langage de description SysML, types de diagrammes et leur utilisation. - Outils de l'analyse fonctionnelle : - Méthode APTE, NF X50-151, etc...					Les diagrammes SysML sont une donnée d'entrée de l'étude fonctionnelle. Ils permettent de situer la frontière de l'étude dans un contexte pluri technologique. On se limitera à la lecture et la compréhension des diagrammes SysML. - diagramme des exigences ; - diagramme des cas d'utilisation ; - diagramme de définition de bloc ; - diagramme de bloc interne ; - diagramme d'état transition ; - diagramme de séquences.
S1.1.2 – Approche métier : description externe - Besoin à satisfaire par l'utilisateur. - Cycle de vie du produit : éco conception. - Expression fonctionnelle du besoin. - Frontière d'une étude. - Fonctions de service (usage, estime), contraintes (design, ergonomie...) : outils de recherche et de description associés. - Cahier des charges fonctionnel : caractéristiques des fonctions de service (critères, niveaux et flexibilité).					Pour le cycle de vie, il s'agit pour chaque étape de la vie du produit de dégager les contraintes à prendre en compte afin de réduire les impacts environnementaux (à partir par exemple de la roue d'éco conception de Brezet). Pour caractériser les fonctions de service, à défaut d'indications imposées par le cahier des charges initial, on s'appuiera sur les exigences des normes en vigueur et les compétences d'un spécialiste (contribution d'un designer, règles d'ergonomie, environnement particulier...).
S1.1.3 – Approche métier : description interne - Déclinaison des fonctions de service en fonctions techniques : outil FAST. - Nature et flux des éléments transformés par le produit : matière, énergie, information.					La description interne du système doit être menée en intégrant, si ces éléments existent, les données de l'ingénierie système par l'utilisation des diagrammes SysML. Il s'agit de décoder ou modifier ces différents diagrammes SysML ou les représentations issues de l'analyse fonctionnelle. Il peut s'agir : - de diagrammes qui décrivent la structure interne du produit étudié ; - de diagrammes qui situent le produit étudié à l'intérieur d'un système pluri technologique plus vaste.

S1.2 – Organisation de l'entreprise industrielle

L'acquisition de ces connaissances peut avantageusement se faire à l'occasion des périodes d'activité en entreprise ou de stage industriel pour permettre à l'étudiant de situer son action au sein de l'entreprise et de visualiser l'organisation collaborative des différents services dans le déroulement des projets.

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux taxo- nomiques				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
- Organisation administrative et commerciale. - Organisation des études, recherche et développement. - Structure d'un système de production : - méthodes et préparations, - achats, - sous-traitance et co-traitance, - gestion de production, - gestion des stocks, - maintenance des moyens de production, - service qualité, - service après vente. - Réglementation du travail : - cadre de vie, - comité d'hygiène, sécurité et conditions de travail, - comité d'entreprise, - représentativité des personnels, formation des personnels.					<i>Il s'agit ici de créer la culture minimale de la connaissance des organisations et des fonctions principales rencontrées dans une entreprise industrielle de conception et de réalisation de produits industriels.</i> <i>Cette approche permet aussi de justifier les travaux collaboratifs entre spécialistes de conception et de réalisation destinés à optimiser un produit.</i>

S1.3 – Compétitivité des produits industriels

L'acquisition des connaissances et compétences associées à la compétitivité des produits industriels s'inscrit dans la continuité de ces enseignements tels qu'ils sont proposés en STI2D. Ils se font essentiellement lors d'études de cas concrètes, de mini projets et des projets.

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux taxo- nomiques				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
S1.3.1 – Méthodes et outils de compétitivité - Le marché, la concurrence. - Propriété industrielle : recherche d'antériorité, les brevets. - Qualité du produit : certification ISO, standardisation, Normalisation. - Planification du projet, diagramme de GANTT, diagramme de PERT - Capitalisation des acquis, traçabilité des études					La notion de propriété industrielle doit être illustrée d'exemples et notamment donner lieu à des activités de recherches de brevets dans des bases de données distantes (site de l'Institut National de la Propriété Industrielle par exemple). L'ensemble des données sera intégré dans un PDM (Product Data Management) voire un PLM (Product LifeCycle management) si disponible
S1.3.2 – Créativité et outils de recherche de solutions - Méthodes de créativité (TRIZ, ASIT, ...) : - notion de contradiction, - reformulation d'un problème contraint, - recherche d'un principe de solution à un problème contraint, résolution d'une contradiction, - décodage d'un principe de solution, recherche de solutions techniques. - Autres outils de recherches : - brainstormings, - analogies, - inversions, ...					Ces méthodes sont privilégiées pour la recherche de principes de solutions. Avec l'aide de son professeur et d'une guidance détaillée, l'étudiant est mis en situation d'application d'une méthode. La maîtrise de ces méthodes ne peut pas être exigée.
S1.3.3 – Analyse de la valeur - Définition de la valeur d'un produit : rapport entre satisfaction d'une fonction d'un produit, coût associé et notions de CCO (conception pour un coût objectif) - Outils de l'analyse de la valeur : - outils de classification et de hiérarchisation : tableau de pondération, diagramme de hiérarchisation, diagramme de PARETO ; - outils issus de la méthode APTE qui permettent d'analyser et d'évaluer une solution en vue de son optimisation – bloc diagramme - bloc diagramme idéal - tableau d'analyse fonctionnelle - outils d'analyse des défaillances : Diagramme d'ISHIKAWA, AMDEC produit, arbre de défaillance.					La maîtrise de ces outils ne peut pas être exigée. Avec l'aide de son professeur et d'une guidance détaillée, ou de toute autre aide méthodologique, ces outils seront mis en place dans le cadre d'études de cas industrielles (adaptées voire simplifiées) de reconception ou d'optimisation de produits existants.

S1.4 – Développement durable et éco conception

L'acquisition des connaissances et compétences associées au développement durable et à l'éco conception est un approfondissement des enseignements proposés en STI2D. Elle développe simultanément la prise en compte de toutes les formes de contraintes du développement durable. L'éco conception n'est pas une démarche nouvelle à enseigner, mais la déclinaison des démarches de conception classiques prenant systématiquement en compte les données et les contraintes du développement durable. Elle doit donc devenir le mode de conception habituel des techniciens de bureau d'étude.

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux taxo- nomiques				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
S1.4.1 – Contexte du développement durable					

- Piliers du développement durable : dimension mondiale environnementale, sociétale, et économique ; enjeux pour l'entreprise et la transition énergétique. - Contraintes environnementales. - Cycle de vie d'un produit, notion d'unité fonctionnelle. - Caractérisation des impacts environnementaux : - épuisements des ressources, - effets nocifs sur le climat, l'atmosphère, - pollution (air, eau), toxicité, - production de déchets.					Savoir replacer l'éco conception dans le contexte mondial de développement durable. Connaître les différents impacts environnementaux dans le cycle de vie d'un produit.
S1.4.2 – Normalisation et réglementation - Approches environnementales et normalisation : - approche site : « Management environnemental » (ISO 14001), - approche produit : « Intégration des aspects environnementaux dans la conception et le développement des produits » (normes ISO). - Eco certification des produits - Organismes ressources dans l'éco conception (ADEME, CETIM, ...)					Connaissances des organismes ressources au service de l'éco-conception des produits.
S1.4.3 – Méthodes et outils d'éco conception - Intégration des contraintes environnementales dans le cahier des charges. - Approches méthodologiques : - multi-étapes du cycle de vie du produit, - multicritères environnementaux, - multi-acteurs (travail collaboratif des différents services de l'entreprise). - Outils : - évaluation du cycle de vie du produit (roue d'éco conception, déclinaison simplifiée de la norme ISO 14040,...), - listes et procédures de contrôle (check-list, ...), - base de données et outils de mesure des impacts, - matrices de choix, d'évaluation, - outils logiciels d'éco conception.					Prise en compte des contraintes environnementales dans l'établissement du cahier des charges fonctionnel du produit. Conduite d'outils d'éco conception en distinguant les approches qualitatives et quantitatives vis à vis des critères environnementaux, sélectives ou complètes vis à vis des étapes du cycle de vie considérées. L'utilisation de logiciels d'éco conception est à privilégier avec : - une approche globale qualitative, - une approche comparative de solutions techniques envisageables semi-quantitative.

S2 – CHAÎNE NUMÉRIQUE

S2.1 – Concept de « chaîne numérique »

La chaîne numérique est au cœur de la formation des techniciens de bureau d'étude et devient l'outil qui permet de concrétiser toutes les étapes de la conception de la réalisation et même de la mise en œuvre, de la maintenance et de la fin de vie d'un produit. L'utilisation de cette chaîne numérique s'intègre naturellement dans un contexte numérique global permettant de créer, d'échanger, de stocker et de protéger toutes les informations numériques relatives à un projet, tel que les systèmes PDM (Product Data Management) ou PLM (Product Lifecycle Management).

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux taxonomiques				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
- Définition des maillons de « la chaîne numérique » : - maquette numérique, - prototypage, - simulations, - outillage, - production, - qualification, - boucle d'optimisation.					Intégration de l'outil informatique de gestion des fichiers dans une démarche de projet collaboratif et concourant.

- Gestion de la vie de la chaîne numérique via un PDM : - livrables (fichiers exigés au regard du CDC), - plannings : Gantt, - suivi et archivage des documents (révisions, historique), processus de validation, - import/export de fichiers (formats, précisions, continuité de la chaîne), - droits des intervenants, liens entre données...				
--	--	--	--	--

S2.2 – Simulation

Les simulations numériques sont intimement liées au processus de création et d'optimisation d'un produit industriel. Elles permettent d'optimiser le comportement et de vérifier les performances d'un système mécanique comme d'associer très tôt dans le cycle de conception les contraintes de la réalisation, comme cela est demandé dans le travail collaboratif d'optimisation de produit.

Chaque simulation respecte un processus de modélisation, de traitement, d'interprétation et de comparaison au réel lorsque cela est possible qu'il convient d'identifier afin que si les étudiants découvrent la puissance des outils, ils puissent en mesurer aussi leurs limites.

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux taxo- nomiques				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
- Types de logiciels de simulation : - simulation mécanique : comportements statique, cinématique, dynamique, - calcul de structures des modèles poutre et volumique, - simulation de procédés, - simulation d'ergonomie, réalité virtuelle. - Données et paramètres associés aux simulations. - Résultats exploitables : - textes, - courbes, - cartographies, ...					En dehors de cas simples et/ou guidés, l'assistance d'un spécialiste est proposée pour la modélisation et l'exploitation de systèmes plus élaborés. Les simulations de modèles surfaciques ne sont pas exigées. Sont concernés par exemple les modules métiers de « préconception » accessibles traitant du moulage, thermoformage, ... afin de visualiser les défauts éventuels des pièces et agir en conséquence. Dans les domaines qui ne font pas partie du cœur de métier, on se limitera à l'identification des principaux types de données influentes et des paramètres de simulation.

S2.3 – Outils de conception et représentation numériques

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.

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux taxo- nomiques				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
S2.3.1 – Modeleurs volumiques paramétriques - Structuration des modèles : arbres de construction de pièce et arbre d'assemblage. - Mode de modélisation : surfacique, volumique. - Fonctions logicielles de conception. - Propriétés de nomenclature associées aux pièces (désignation, matériaux, ...). - Paramétrage et robustesse du modèle.					Le mode de modélisation sera approprié à la typologie des pièces. La maîtrise des exigences de modélisation des surfaces complexes est exclue sans l'aide d'un spécialiste (exemple : domaine de la carrosserie, ...). Le paramétrage s'applique principalement à la géométrie du modèle. La robustesse sera favorisée par l'organisation rationnelle des fonctions de conception. Elle sera évaluée principalement par la capacité du modèle à accepter aisément la modification d'un paramètre fonctionnel qui peut, par exemple, être amené à évoluer suite à la réalisation de prototypes.

S2.3.2 – Méthodes de conception - Méthodes de conception : - dans l'assemblage, - par pièce, - par surfaces fonctionnelles, - squelette géométrique de pièce, d'assemblage, esquisse pilotante, - conception hors ou en contexte d'assemblage (liens de référence ou paramétrage entre pièces). - Fonctionnalité logiciel/tableur : - associations modelleur/tableur, - conception orientée famille de pièces/d'assemblages. - Outils spécifiques pour le technicien : - bibliothèques d'éléments standard et de données techniques (locales ou à distance), - modules métiers : conception de structure mécano-soudées, de moule, de tôlerie, récupération de design... - notions de retro conception, autres types de modelleurs, ... - Application à la conception des produits : - conception préliminaire, de la mise en place de l'environnement à la conception fonctionnelle générale du produit ; - conception détaillée, intégration des formes en adéquation avec les choix de matériaux et procédés.				La méthode de conception doit être adaptée au résultat souhaité : simulation dynamique, résistance des matériaux, conception détaillée, ... Gestion du paramétrage d'un modèle de pièce par tableau de valeurs. Si la situation s'y prête le pilotage de la CAO via des macros peut être employé mais dans ce cas le développement par l'étudiant ne pourra être exigé. L'utilisation ponctuelle de modelleurs implicites (sans historique...) est possible lorsque la stratégie de conception s'y prête (par exemple en l'absence de robustesse d'un modèle fourni), tout comme la retro conception par numérisation sans contact 3D. L'accent est mis sur l'obtention progressive et méthodique des modèles de produits dans le cadre de la chaîne numérique et en réponse à un cahier des charges fonctionnel. Application à tout type de produits : biens de consommation, machines spéciales, prototypes, outillages, ...
S2.3.3 – Relation au système de production - Réalisation : - fonctionnalités des machines et dispositifs de prototypage des solutions techniques associés à la chaîne numérique. - Contrôle : - fonctionnalités des moyens de mesure tridimensionnelle associés à la chaîne numérique.				Utilisation du prototypage dans un but de validation de solutions techniques (boucle d'optimisation).

S2.4 – Représentations graphiques dérivées des maquettes numériques

Les savoir-faire associés à ces représentations ne font pas l'objet d'enseignements spécifiques mais sont toujours contextualisés et mobilisés à l'occasion des rapports, compte-rendu et production de dossiers techniques.

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux taxonomiques				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
- Fonctionnalités logicielles relatives à la production de documents techniques : - configurations graphiques visuelles (propriétés de couleurs, transparence) et de positions, coupe et écorchés 3D, - édition de nomenclatures et éclatés, - rendus réalistes, animations.					

- Fonctionnalités logicielles relatives à la mise en plan selon les normes de représentations du dessin technique : - vues en projection, sections et coupes, - mises en plan conformes aux normes de représentation du dessin technique : dessin d'ensemble, dessin de définition. - Mise en plan comportant les spécifications fonctionnelles selon la norme. - Décodage d'une mise en plan.					
--	--	--	--	--	--

S3 – COMPORTEMENT DES SYSTÈMES MÉCANIQUES

S3.1 – Chaîne d'énergie

Le programme s'attache à aborder le concept d'énergie comme étant une grandeur physique caractérisant l'état d'un système et comme étant transformée tout au long d'une chaîne d'énergie.

Dans son activité professionnelle, le titulaire du BTS CPI est confronté au dimensionnement des chaînes d'énergie, en particulier lors de la motorisation électrique des systèmes étudiés. Cette consommation électrique représente 75% de l'énergie consommée dans l'industrie. Sachant qu'il est possible d'économiser 30% de cette énergie par l'amélioration du rendement, un dimensionnement correct associé à des dispositifs de régulation optimisés, le titulaire du BTS CPI participe donc à l'éco-conception des systèmes en intégrant ces données dans ses propositions de conception des systèmes.

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux taxo- nomiques				Limites de connaissances																		
	1	2	3	4																			
S3.1.1 – Analogie Mécanique-Électrique-Hydraulique - Formes d'énergie, grandeurs énergétiques et unités : - énergie et travail, - puissance, - analogie de puissance mécanique, électrique et hydraulique : produit d'une grandeur d'effort (force, couple, tension, pression, ...) par une grandeur de flux (vitesse, vitesse angulaire, intensité de courant, débit, ...), - équations aux dimensions, - diagramme de description des flux d'énergie d'un système. - Gestion des flux d'énergie : - théorème de l'énergie cinétique, - principe de conservation de l'énergie, - rendement global et partiel (d'un actionneur, d'un mécanisme, d'une chaîne d'énergie), - régime nominal, point de fonctionnement, - réversibilité d'un actionneur, d'une chaîne de transmission, - efficacité énergétique, - régime nominal ...,					<table><tr><th>Domaine-Physiques</th><th>Efforts</th><th>Fluxes</th></tr><tr><td>Electrique^a</td><td>Tension (U) [V]^a</td><td>Intensité (I) [C/s = A]^a</td></tr><tr><td>Hydraulique^a</td><td>Pression (p) [Pa]^a</td><td>Débit volumique (qv) [m³/s]^a</td></tr><tr><td>Pneumatique^a</td><td>Pression (p) [Pa]^a</td><td>Débit volumique (qv) [m³/s]^a</td></tr><tr><td>Mécanique de translation^a</td><td>Force (F) [N]^a</td><td>Vitesse (v) [m/s]^a</td></tr><tr><td>Mécanique de rotation^a</td><td>Couple (C) [Nm]^a</td><td>Vitesse angulaire (ω) [rad/s]^a</td></tr></table> Les différentes formes de l'énergie rencontrées : cinétique, potentielle gravitaire et élastique, électrique (seulement les puissances actives), hydraulique,... Identification des paramètres influant sur les performances énergétiques. Travail, puissance et théorème de l'énergie cinétique dans des cas de mouvements simples (translation rectiligne et rotation autour d'un axe fixe).	Domaine-Physiques	Efforts	Fluxes	Electrique ^a	Tension (U) [V] ^a	Intensité (I) [C/s = A] ^a	Hydraulique ^a	Pression (p) [Pa] ^a	Débit volumique (qv) [m ³ /s] ^a	Pneumatique ^a	Pression (p) [Pa] ^a	Débit volumique (qv) [m ³ /s] ^a	Mécanique de translation ^a	Force (F) [N] ^a	Vitesse (v) [m/s] ^a	Mécanique de rotation ^a	Couple (C) [Nm] ^a	Vitesse angulaire (ω) [rad/s] ^a
Domaine-Physiques	Efforts	Fluxes																					
Electrique ^a	Tension (U) [V] ^a	Intensité (I) [C/s = A] ^a																					
Hydraulique ^a	Pression (p) [Pa] ^a	Débit volumique (qv) [m ³ /s] ^a																					
Pneumatique ^a	Pression (p) [Pa] ^a	Débit volumique (qv) [m ³ /s] ^a																					
Mécanique de translation ^a	Force (F) [N] ^a	Vitesse (v) [m/s] ^a																					
Mécanique de rotation ^a	Couple (C) [Nm] ^a	Vitesse angulaire (ω) [rad/s] ^a																					
S3.1.2 – Composants de conversion d'énergie et de commande - Grandeurs caractéristiques d'entrée et de sortie. - Espace de fonctionnement et point de fonctionnement pour un régime donné. - Chaîne d'alimentation et de distribution associée. - Conditions d'implantation et de mise en œuvre. - Convertisseurs électriques : - moteur à courant continu,					Il s'agit ici d'aborder et de maîtriser : • le principe de fonctionnement, • la constitution, • la réversibilité, • le rendement. Il est attendu un bilan de puissances, l'identification et la caractérisation mécanique par l'association à la charge d'une courbe de couple résistant en fonction de la vitesse :																		

- moteur « brushless », - moteur synchrone, - moteur asynchrone, - moteur « pas à pas ». - Convertisseurs hydrauliques : - vérins, - moteurs. - pompes				- couple résistant constant, - couple résistant quadratique, - couple résistant hyperbolique, - couple résistant linéaire. Les technologies de variation de vitesse seront traitées par l'étude de solutions constructives proposées par les principaux fabricants de matériels.
S3.1.3 - Méthodes de dimensionnement d'une motorisation - Choix d'un profil de commande (accélération continue ou discontinue) : - avantages/inconvénients, - graphes associés. - Lois de vitesses et d'accélération. - Critères de choix du rapport de réduction : - cinématique, - dynamique. - Rendement.				La simplification de la chaîne d'énergie sera recherchée et on s'attachera à démontrer la pertinence de l'emploi d'un réducteur de vitesse au regard du choix de solutions intégrées proposées par les constructeurs. La recherche du rendement maximum d'une chaîne d'énergie, associée à des choix technologiques prenant en compte la diminution de la consommation au quotidien, sera illustrée par des études de cas conduisant à différencier les applications à vitesse constante des applications à vitesse variable. Une attention particulière sera portée à l'impact de l'évolution normative relative à l'élévation des niveaux de rendement des moteurs électriques IE1 à IE4.

S3.2 – Etude des comportements mécaniques des pièces et des systèmes

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 les autres cas, il est capable de dialoguer avec un spécialiste à qui 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.

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux taxonomiques				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
S3.2.1 – Modélisation des mécanismes - Cinématique des liaisons mécaniques : - nature du contact (ponctuel, linéique, surfacique), - repère local, degré de liberté, - modèle des liaisons mécaniques élémentaires, - modélisation des liaisons technologiques en liaisons cinématiques (avec prise en compte des jeux, mobilités de faible amplitude, rigidité, frottement). - Chaînes de liaisons : - classe d'équivalence cinématique, - graphe des liaisons, - schéma cinématique (minimal ou architectural). - Associations de pièces et de liaisons : - liaison équivalente à une association de deux à trois liaisons en parallèle ou en série, - comportement des mécanismes (degré de mobilité, degré d'hyperstaticité, isostaticité). - adaptation et évolution du modèle numérique prenant en compte les problèmes techniques à résoudre.					Les notions seront abordées sans l'utilisation de la résolution torsorielle. Par contre, la description torsorielle des actions mécaniques transmissibles dans les liaisons est utilisée. La recherche du degré d'hyperstaticité devra permettre d'identifier les contacts surabondants afin de pouvoir en tirer des conséquences quant à leur positionnement géométrique relatif et leur cotation pour les cas suivants : - liaison glissière équivalente, - liaison pivot équivalente, - liaison ponctuelle équivalente.
S3.2.2 – Mouvements relatifs entre solides dans le cas d'une translation ou d'une rotation autour d'un axe fixe - Notion de référentiel et de repère. - Nature et définition des mouvements : rotation, translation. - Trajectoires des points du solide.					Cinématique d'un solide en mouvement de rotation ou de translation par rapport à un repère fixe donné : position, trajectoire, vitesse, accélération, champ des vecteurs-vitesse (translation ou rotation autour d'un axe fixe). Représentation graphique et analytique des

- Vecteurs position, vitesse et accélération. - Champ des vecteurs vitesse.				positions, vitesses et accélération dans les cas de mouvements uniformes ou uniformément variés.
S3.2.3 – Mouvements plans - Équiprojectivité du champ des vecteurs vitesse. - CIR et distribution du champ des vecteurs vitesse. - Composition des vitesses : - loi de composition, - traduction graphique pour des systèmes plans, - applications au glissement et au roulement. - Chaines cinématiques : - tracé des trajectoires et positions d'un mécanisme, - notion d'enveloppe de pièce au cours d'un mouvement, - lois d'entrée sortie.				Représentation graphique dans les cas simples (dont la vérification des interférences entre pièces au sein d'un mécanisme). Sauf pour les cas plans simples, la détermination de lois d'entrée sortie s'effectuera à l'aide d'un logiciel de simulation.
S3.2.4 – Modélisation des actions mécaniques - Action mécanique de contact et à distance : - modèles de représentation d'une action mécanique (force et résultante de forces, moment et moment résultant, cas particuliers des couples et glisseurs), - représentation graphique et analytique des vecteurs force et moment, moment scalaire, - notion de torseur, - principe des actions mutuelles. - Contact entre pièces : - nature géométrique du contact, - frottement et adhérence : lois de Coulomb, - pression de contact et matage : - o cas ponctuels et linéiques simples : modèle de Hertz, - o cas surfaciques simples.				Représentation des actions mécaniques sous forme torsorielle en vue de renseigner une simulation numérique.
S3.2.5 – Comportement mécanique des pièces et des systèmes - Isolement d'une pièce ou d'un système de solides : - graphe des actions mécaniques, - ordonnancement des isolements, - frontière, actions intérieures et extérieures. - Equilibre statique des solides, principe fondamental de la statique : énoncé du principe en vue d'une résolution : - analytique, - graphique. - Caractéristiques géométriques et cinétiques d'un solide influant son comportement dynamique : centre de gravité, masse, matrice d'inertie. - Principe fondamental de la dynamique : - énoncé du principe, - équilibrage statique et dynamique d'un solide en				Résolution graphique dans les cas de solides soumis à 2, ou 3 actions modélisées par des glisseurs de supports non parallèles. Résolution analytique dans les cas simples plans Les autres cas seront étudiés avec une assistance informatique. L'appropriation des composantes de la matrice d'inertie sera effectuée sur des cas simples : symétrie, diagonalisation, etc. Les démonstrations seront réalisées par la mise en œuvre de modeleurs volumiques. Analytiquement, calcul du centre de gravité pour deux ou trois volumes simples par le barycentre. Calcul du moment d'inertie d'un volume simple par le théorème de Huygens. A l'aide des logiciels de CAO pour des volumes simples et complexes ou des recherches d'inertie autour d'axes quelconques. Principe fondamental de la dynamique, limité aux mouvements de translation rectiligne ou de rota-

rotation : approche expérimentale et logicielle, vibrations : approche expérimentale et logicielle, notion de fréquences propres (systèmes discrets et continus).			tion autour d'un axe fixe (exploitation logicielle pour les autres cas).
S3.2.6 – Résistance des matériaux - Hypothèses de la résistance des matériaux : - modèle poutre, - hypothèses sur les matériaux, - hypothèses de Navier-Bernoulli et Barré de St Venant. - Efforts de cohésion dans une section droite. Diagrammes d'effort normal, tranchant, moments de torsion et de flexion. - Relation contrainte-déformation, loi de Hooke - Sollicitations simples (traction/compression, torsion des sections circulaires, flexion, cisaillement) : - contraintes normales, tangentielles, - identification des paramètres géométriques d'un solide influant son comportement : influence de l'orientation des sections, aires, moments quadratiques. - déformation, - condition de résistance (coefficient de sécurité, limite élastique, limite de fatigue...). - notion de flambement. - Sollicitations composées: - principe de superposition - flexion-traction/compression et flexion-torsion d'arbres de section circulaire - contrainte équivalente : Tresca et Von-Mises, - critères de choix des contraintes équivalentes en lien avec le matériau. - Notions d'élasticité : - Maillage (forme et taille) - Conditions aux limites - Critère de Von Mises - Déplacements et déformations			Application à la détermination analytique des efforts de cohésion dans les cas plans sans utilisation du torseur autre que l'écriture synthétique finale des efforts de cohésion dans une section droite (pour l'alimentation ou l'interprétation d'un résultat logiciel). Exploitation logicielle pour les cas spatiaux. La détermination des moments quadratiques ne s'effectuera que pour les formes simples en utilisant des formulaires. Les démonstrations seront réalisées par la mise en œuvre de modèles volumiques. Etude de flambement limitée à l'exploitation d'abaques ou de formules constructeurs. Les cas traités doivent rester simples. La discrétisation en termes de taille et de type de maillage du problème est donnée. L'étude et la validation des cas simples (par utilisation d'un modèle poutre) s'appuient sur l'exploitation de formulaires ou des logiciels de simulation. L'étude et la validation des cas ne relevant pas d'un modèle poutre simple se feront par l'exploitation de résultats de simulation et/ou par la mise en œuvre d'un logiciel volumique intégrant un module d'élément finis pour les pièces ne relevant pas du modèle poutre.
S3.2.7 – Mécanique des fluides - Statique des fluides : - loi de l'hydrostatique, - théorème de Pascal, - théorème d'Archimède (étude de la stabilité par recherche du métacentre de poussée). - Dynamique des fluides : - conservation de la masse : équation de continuité, - théorème de Bernoulli, - nombre de Reynolds : régimes laminaires ou turbulents, - pertes de charges régulières et singulières, - étude du point de fonctionnement d'un circuit hydraulique.			Dynamique des fluides : seulement pour les fluides Newtoniens. Pertes de charges régulières par application de la loi de Poiseuille ou l'utilisation de l'abaque de Moody. Pertes de charges singulières par utilisation d'abaques ou de simulations numériques. L'étude du point de fonctionnement d'un circuit hydraulique est à rapprocher des savoirs associés au chapitre 3.1.1 et l'utilisation de logiciels de simulation pour les cas complexes est recommandée.

S4 – MATERIAUX ET TRAITEMENTS

S4.1 – Structure et caractéristiques des matériaux:

Il ne s'agit pas de proposer un apprentissage systématique des désignations et des caractéristiques de tous les matériaux mais d'amener les étudiants à identifier les éléments importants et les caractéristiques principales des familles de matériaux les plus employées (les aciers et fontes, les alliages d'aluminium et de cuivre, certains plastiques) et de rechercher le matériau adapté dans une base de données. L'accent sera mis sur les ordres de grandeur, les unités ainsi que les comparaisons entre matériaux.

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux taxo- nomiques				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
- Désignations normalisées et commerciales des matériaux. - Procédés de première transformation et matières premières. - Caractéristiques mécaniques : - modules d'élasticité de Young et de Coulomb, - coefficient de Poisson, - résilience, - dureté, - limite élastique, - limite de fatigue. - Caractéristiques physico-chimiques : masse volumique, conductibilité, résistance à la corrosion, formabilité, coulabilité, soudabilité. - Eléments d'addition et leur influence sur les propriétés. - Essais mécaniques : - essai de traction uni axial, - essai de flexion, - essai de dureté, - essai de résilience, - essai de fatigue.					L'approche de la structure micrographique de la matière (métallographique, structure atomique et moléculaire) n'est pas abordée mais est traitée dans le cours de Physique et Chimie. On se limitera aux grandes familles de matériaux suivantes : - matériaux et alliages métalliques, - polymères, - composites, - céramiques.

S4.2 – Domaines d'utilisation et traitements des matériaux :

Les transformations physiques et chimiques des divers traitements de transformation et d'amélioration des caractéristiques des matériaux ne sont pas traitées dans ce chapitre mais sont abordées dans le cours de Physique et Chimie.

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux taxo- nomiques				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
- Domaines d'utilisation et tendances d'évolution (technologie des poudres, ajout de matière...). - Principes, effets et exigences des principaux traitements thermiques des aciers : - trempe, - revenu, - recuit. - Principes, limites et performances des traitements de surface : - par revêtements et dépôts, - par conversion, - par diffusion. - Principes, limites et performances des traitements mécaniques : - grenaillage, - galetage, - brunissage, - sablage, ... - Pour tous ces traitements, incidence sur les procédés de transformation et d'assemblage ultérieurs. - Notions sur les coûts.					On se limitera aux résultats obtenus : améliorations des performances, défauts induits, limites d'utilisations, conséquences économiques. On se limitera à des études de cas permettant de comparer des coûts

S4.3 – Interaction fonction matériau-géométrie-procédé-coût

Il ne s'agit pas ici d'exiger un haut niveau d'optimisation mais de sensibiliser les étudiants au choix de matériau en prenant en compte l'ensemble des contraintes fonctionnelles d'une pièce. Pour l'apprentissage de ces méthodes, on s'appuiera sur des exemples simples faisant intervenir un nombre réduit de critères dont on aura justifié le choix avec les étudiants.

*Ces savoirs sont directement liés à ceux du chapitre S712 : **Optimisation du choix des procédés de réalisation***

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux taxo- nomiques				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
- Liens entre fonction technique, spécifications, procédé et matériau. - Optimisation du choix « matériau, géométrie, coût » à l'aide d'un logiciel adapté connecté à une base de données : - choix des critères d'optimisation, - méthodes d'optimisation par lecture de graphes des critères de choix.					On se limitera à l'utilisation de critères simples, pertinents par rapport à l'optimisation recherchée.

S5 – TECHNOLOGIE DES MECANISMES

Les savoirs et connaissances relatifs à ces solutions constructives seront traités en liaison avec l'étude des chaînes d'énergie (voir S3.1 – Chaîne d'énergie), l'objectif étant d'apporter une culture des constituants de transmission de puissance.

Lorsque la complexité le permet, on pourra s'intéresser aux :

- Conditions d'installation et de bon fonctionnement.
- Pré dimensionnement et/ou validation du choix à l'aide de bases de données de constructeurs ou de logiciels spécialisés.
- Données technico-économiques comparatives (prix du composant, coûts d'installation, de maintenance, etc...).

S5.1 – Solutions constructives associées aux liaisons

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux taxo- nomiques				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
- Nature des liaisons obtenues. - Solutions classiques avec éléments standard éventuels. - Conditions et surfaces fonctionnelles (mise en position, maintien en position), influence sur la précision, la tenue aux efforts, la rigidité, ... - Lubrification éventuelle. - Étanchéité éventuelle. - Pré dimensionnement et/ou validation du choix à l'aide de bases de données de constructeurs et de logiciels spécialisés. - Données technico-économiques comparatives (prix du composant, coûts d'installation, de maintenance, etc...)					Pour les solutions constructives suivantes : - assemblage démontable, - assemblage permanent, - guidage en rotation par glissement, - guidage en rotation par éléments roulants, - guidage en translation par glissement, - guidage en translation par éléments roulants, - liaison rotule, - liaison hélicoïdale

S5.2 – Éléments de transmission de puissance

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux taxo- nomiques				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
• Comportement cinématique de la transmission : loi d'entrée-sortie, réversibilité. • Puissance d'entrée et de sortie, rendement.					Pour les solutions constructives suivantes : <i>Transmissions sans transformation de mouvement :</i> - sans modification de la vitesse angulaire : - accouplements d'arbres, - embrayages et coupleurs, - limiteurs de couple, - freins. - avec modification de la vitesse angulaire : - poulies courroie,

					- chaînes, - engrenages (trains simples et épicycloïdaux), - applications aux réducteurs et boîtes de vitesse. <i>Transmissions avec transformation de mouvement :</i> - systèmes vis écrou (à glissement et à roulement), - systèmes à cames simples, - systèmes articulés plans.
--	--	--	--	--	---

S5.3 – Éléments de conversion d'énergie

L'objectif est de donner une culture relative aux différentes technologies d'actionneurs et de leurs principales caractéristiques (vitesse nominale, couple de démarrage, puissance nominale).

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux taxonomiques				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
- Grandeurs caractéristiques d'entrée et de sortie. - Espace de fonctionnement et point de fonctionnement pour un régime donné. - Chaîne d'alimentation et de distribution associée.					Pour les solutions constructives suivantes : <i>convertisseurs électriques :</i> - moteur à courant continu, - moteur « brushless », - moteur synchrone, - moteur asynchrone, - moteur « pas à pas ». <i>Convertisseurs hydrauliques et pneumatiques :</i> - vérins, - moteurs, - pompes, compresseurs - transmissions hydrostatiques. L'approche des chaînes d'alimentation et de distribution reste fonctionnelle et descriptive à partir de systèmes commercialisés.

S5.4 – Capteurs

L'étude des capteurs a pour objectif de faciliter le dialogue avec un spécialiste de l'automatique lorsque cela est nécessaire et aide le technicien de bureau d'études à participer à leur choix et à prévoir leur implantation dans un système.

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux taxonomiques				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
- Rôle et nature d'un capteur. - Typologie. - Nature et grandeurs caractéristiques d'entrée et de sortie.					La connaissance des différents types de capteurs ainsi que de leurs caractéristiques seront complétées par leur utilisation en vue de relevés lors d'expérimentations sur des systèmes mécaniques réels.

S5.5 – Recherche documentaire

La recherche documentaire est une compétence importante du technicien de bureau d'étude, qui doit être capable de rechercher une information selon des modalités variées comme de participer au système de classement, d'archivage

et de vieille technologique existant.

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux taxo- nomiques				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
- Classification, mots-clés, indexage. - Bases de données numériques, normes d'indexage et de recherche. - Recherche et comparaison par critère (mono critère ou multi-critères). - Synthèse des résultats (liste hiérarchisée, tableaux comparatifs, graphes d'aide au choix).					Le recherche documentaire doit se faire sur tous les moyens disponibles, documents papier, bases de données numériques en ligne, applications informatiques d'aide au choix, etc.

S6 – SPECIFICATIONS ET PROCESSUS DE CONTROLE

S6.1 – Spécification des produits.

L'approche de la spécification dimensionnelle et géométrique des produits s'appuie sur l'analyse du fonctionnement attendu d'un produit pour aboutir, par l'utilisation d'une méthodologie de cotation structurée, à l'identification de conditions fonctionnelles et à une cotation de définition des différentes pièces d'un mécanisme respectant la norme ISO en vigueur.

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux taxo- nomiques				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
S6.1.1 – Défauts des surfaces réelles - Caractéristiques des surfaces réelles et identification des défauts dimensionnels, géométriques et micro-géométriques.					L'analyse de données métrologiques de pièces existantes est recommandée. L'utilisation de dispositifs didactiques amplifiant les défauts est recommandée.
S6.1.2 – Types de tolérances et de spécifications: - Tolérancement dimensionnel. - Tolérancement par zones. - Tolérancement par gabarits. - Tolérances générales. - Spécifications géométriques : - forme, - orientation, - position, - battement. - Eléments spécifiés. - Eléments de référence et références spécifiées. - Tolérances projetées. - Interdépendance dimensions/géométrie : - exigence d'enveloppe, - exigence du maximum de matière, - exigence du minimum de matière. - Conditions d'état libre. - Spécifications d'état de surface.					La détermination quantitative des intervalles de tolérances, dimensionnels ou géométrique, n'est attendue que sur des cas simples de type plan. Dans les autres cas, on se contentera d'une approche qualitative de la spécification.
6.1.3 – Démarche de détermination des spécifications d'un produit : - Inventaire des fonctions mécaniques auxquelles participe la pièce. - Identification des surfaces fonctionnelles (ou groupes de surfaces fonctionnelles) associées. - Analyse et quantification éventuelle des conditions de fonctionnement et de montage (jeux, ajustements, chaîne géométrique des contacts, ...). - Traduction en spécifications :					Voir commentaire précédent

- dimensionnelles, - géométriques, - d'états de surface.					
6.1.4 – Relation entre métrologie et tolérancement normalisé - Matrice GPS. - Référentiels de mesure. - Notion d'extraction et critères d'association. - Relation « zone de tolérance » et grandeur mesurée.					

S6.2 – Processus de contrôle					
Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux taxonomiques				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
S6.2.1 – Instruments, outillages et protocoles de contrôle - Dispersions et erreurs de mesurage. - Identification, estimation et causes des erreurs de : - justesse, - répétabilité, - reproductibilité. - Caractéristiques et technologie des instruments de contrôle.					Ces concepts seront abordés sur des cas simples, en lien avec les contraintes de réalisation et de métrologie.

S7 – TECHNOLOGIE DES PROCÉDES

S7.1 – Interaction conception industrialisation, optimisation de la relation produit-matériau-procédé					
<i>L'approche des procédés s'appuie sur l'identification des principes de transformation utilisés et sur les caractéristiques des familles de matériaux transformés. Elle permet d'associer aux procédés les principales caractéristiques des pièces obtenues (qualités et défauts, dimensions, précision, impacts environnementaux, coûts).</i>					
Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux taxonomiques				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
S7.1.1 : Procédés d'obtention : - 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...) : - mise en forme par fonderie (au sable, sous vide, par injection), - mise en forme par moulage (injection, compression, soufflage, extrusion), - mise en forme par déformation (roulage, forgeage, estampage, découpe), - méthodes des poudres (compression, coulée, injection), - mise en œuvre des composites, - procédés additifs, - usinages non conventionnels (électroérosion, découpe au jet d'eau, découpe laser). - Procédés secondaires permettant l'obtention de pièces finies à partir d'éléments bruts issus d'une transformation par un procédé primaire : - usinage (tournage, perçage, fraisage...), - procédés primaires utilisés en tant que procédé					Approche qualitative, identifiant des ordres de grandeur significatifs des principales caractéristiques permettant des analyses multi critères.

secondaire (surmoulage, découpe, électro-enfonçage). - Procédés tertiaires de finition, d'assemblage et/ou d'amélioration des caractéristiques physiques permettant l'obtention de pièces finies : - traitements thermiques, - soudage et brasage, - collage, - fixation mécanique, - soudage mécanique (par friction, par ultrasons), - peintures et marquages, - polissage et texturation (gravure laser, attaque chimique), - anodisation et chromage, - métallisation, galvanisation.				
S7.1.2 – Optimisation du choix des procédés de réalisation selon les critères suivants : - Forme et état de la matière d'œuvre entrante utilisable (profilés, plats, lingots, poudres, liquide). - Caractéristiques physiques : - tolérance, rugosité, - modification des propriétés mécaniques des matériaux, - géométries réalisables et règles de conception associées. - Caractéristiques environnementales et économiques : - impact environnemental (déchets, consommables, effluents, bilan carbone, etc.) associés à la réalisation, - coût de la matière d'œuvre, - coût de l'équipement (machine), - coût de l'outillage, - coût de la main d'œuvre (durée de préparation de la mise en œuvre, quantités d'opérateurs nécessaires...). - Productivité : - production unitaire, petite série, grande série, - disponibilités et délais de réalisation.				Optimiser la conception d'un produit en intégrant les exigences ou les propositions d'un spécialiste du procédé.
S7.1.3 – Relations caractéristiques de l'optimisation de la relation produit - matériau – procédé - Relations fonctions - pièce - matériau - procédé : approche multi critères, caractéristiques influentes, ordres de grandeur associés. - Relations entre formes caractéristiques d'une pièce et procédés. - Relations entre caractéristiques de mise en forme d'un matériau et procédés associés. - Relations entre formes, dimensions, précision d'une surface et outillages associés à un procédé. - Relation matériau-procédé-précision obtenue. - Relation entre aspect (visuel, toucher, estime) d'une forme – matériau – procédé. - Relation coût de fabrication d'une pièce et type de transformation (primaire, secondaire, tertiaire). - Relation densité matériau – volume pièce - coût matière. - Relations - complexité des formes d'une pièce - procédé – coût.				L'analyse multi critères sera pratiquée sur des études de cas en mettant en évidence une ou plusieurs des relations proposées.
S7.1.4 – Méthodes de choix et procédures associées à la relation produit - matériau - procédé.				En lien avec le savoir S43

- Procédure de choix d'un matériau relatif à un procédé et à un produit. - Procédure de choix d'un procédé relatif à un matériau et à un produit.					
S7.1.5 – Optimisation d'un produit réalisé selon un procédé et un processus donné. - Adaptation des formes et dimensions d'une pièce aux produits semi-finis standard. - Adaptation de la nuance d'un matériau d'une pièce aux matières d'œuvre standard. - Adaptation du matériau et du procédé de réalisation associé aux normes environnementales en vigueur. - Adaptation des formes, dimensions et précisions d'une pièce aux standard de réalisation disponibles (types de machines, géométrie, capacité machine, ...).					

S7.2 – Création de prototypes de pièces et de mécanismes

Le terme générique « prototype » désigne la réalisation d'une maquette physique, à une échelle donnée, d'un mécanisme ou d'une pièce unique, permettant de valider des caractéristiques attendues.

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux taxonomiques				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
S7.2.1 – Finalités et méthodologie du prototypage - Protocoles expérimentaux : - buts, objectifs, hypothèses ; - protocole expérimental : étapes, etc ; - modes opératoires de chaque étape ; - analyse des résultats. - Protocoles de mesures : - mesure de position, de vitesse, d'accélération ; - mesure de force, de résistance mécanique, de rigidité, de dureté, de déformation ; - mesures de caractéristiques physiques.					Pour le prototypage de systèmes cinématiques, les éventuelles mesures de positions, vitesses et accélérations peuvent être envisagées à l'aide de dispositifs vidéos mais dans ce cas les procédures d'interpolation ne seront pas demandées aux élèves. Globalement, en ce qui concerne les acquisitions de données, on considérera que le filtrage des informations ne sera pas demandé aux élèves mais qu'il peut faire l'objet d'une collaboration avec un spécialiste.
S7.2.2 – Domaines d'utilisation des prototypes - Vérification de l'ergonomie et de l'esthétique. - Vérification de contraintes fonctionnelles. - Vérification de caractéristiques attendues. - Vérification de caractéristiques attendues et du procédé retenu (bonne matière).					
S7.2.3 – Préparations CAO liées au prototypage - Analyse de formes et fonctionnalités logicielles associées. - Utilisation des modules logiciels spécifiques de mise en forme. - Paramétrage des fichiers de prototypage. - Numérisation et reconstruction d'un modèle réel (scanner 3D).					

BTS CPI : Relations principales entre les compétences et les savoirs															
COMPÉTENCES BTS CPI		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
S1- DÉMARCHE DE CONCEPTION ET GESTION DE PROJET															
S1.1	Ingénierie système et analyse fonctionnelle			X		X			X				X		
S1.2	Organisation de l'entreprise industrielle	X		X		X							X		
S1.3	Compétitivité des produits industriels	X		X	X	X			X				X		
S1.4	Développement durable et éco conception	X	X	X	X	X			X				X		
S2- CHAÎNE NUMÉRIQUE															
S2.1	Concept de « chaîne numérique »							X							
S2.2	Simulation							X		X					
S2.3	Outils de conception et de représentation numériques							X							X
S2.4	Représentations graphiques dérivées des maquettes numériques							X							X
S3- COMPORTEMENT DES SYSTÈMES MÉCANIQUES															
S3.1	Chaîne d'énergie									X					
S3.2	Etude des comportements mécaniques des pièces et des systèmes									X					
S3.21	Modélisation des mécanismes									X					
S3.22	Mouvements relatifs entre solides, translation et rotation									X					
S3.23	Mouvements plans									X					
S3.24	Modélisation des actions mécaniques									X					
S3.25	Comportement mécanique des pièces et des systèmes									X					
S3.26	Résistance des matériaux									X					
S3.27	Mécanique des fluides									X					
S4- MATÉRIAUX ET TRAITEMENTS															
S4.1	Structure et caractéristiques des matériaux									X			X		
S4.2	Domaine d'utilisation des matériaux et leurs traitements												X		
S4.3	Interaction fonction / matériau – géométrie – procédé – coût		X		X								X		
S5- TECHNOLOGIE DES MÉCANISMES															
S5.1	Solutions constructives associées aux mécanismes		X						X	X					
S5.2	Eléments de transmission de puissance		X						X	X					
S5.3	Eléments de conversion d'énergie		X						X	X					
S5.4	Capteurs		X						X	X					
S5.5	Recherche documentaire		X						X	X					
S6- SPÉCIFICATION ET PROCESSUS DE CONTRÔLE															
S6.1	Spécification des produits						X					X			
S6.2	Processus de contrôle						X					X			
S7- TECHNOLOGIE DES PROCÉDÉS															
S7.1	Interaction fonction / matériau – géométrie – procédé – coût			X	X	X	X				X	X			
S7.11	Procédés d'obtention			X							X	X			
S7.12	Optimisation du choix du procédé			X							X	X			
S7.13	Relations caractéristiques de optimisation produit-matériau-procédé			X							X	X			
S7.14	Méthodes de choix et procédures associées à la relation PMP			X							X	X			
S7.15	Optimisation d'un produit réalisé selon un procédé et un processus donné			X							X	X			
S7.2	Création de prototypes de pièces et de mécanismes			X							X	X		X	

S8 – CULTURE GENERALE ET EXPRESSION

L'enseignement du français dans les sections de techniciens supérieurs se réfère aux dispositions de l'arrêté du 16 novembre 2006 (BOEN n° 47 du 21 décembre 2006) fixant les objectifs, les contenus de l'enseignement et le référentiel de capacités du domaine de la culture générale et expression pour le brevet de technicien supérieur.

S9 – LANGUE VIVANTE ETRANGERE 1

L'enseignement des langues vivantes dans les sections de techniciens supérieurs se réfère aux dispositions de l'arrêté du 22 juillet 2008 (BOESR n° 32 du 28 août 2008) fixant les objectifs, les contenus de l'enseignement et le référentiel de capacités du domaine des langues vivantes pour le brevet de technicien supérieur.

1. Le niveau exigible en fin de formation

Le niveau visé est celui fixé dans les programmes pour le cycle terminal (BO hors série n°7 du 28 août 2003) en référence au *Cadre européen commun de référence pour les langues* (CECRL) : le niveau B2 pour l'anglais ; le niveau B1 pour la langue vivante étrangère facultative.

Dans le CECRL, le niveau B2 est défini de la façon suivante :

« Peut comprendre le contenu essentiel de sujets concrets ou abstraits dans un texte complexe, y compris une discussion technique dans sa spécialité ; peut communiquer avec un degré de spontanéité et d'aisance tel qu'une conversation avec un locuteur natif ne comporte de tension ni pour l'un ni pour l'autre ; peut s'exprimer de façon claire et détaillée sur une grande gamme de sujets, émettre un avis sur un sujet d'actualité et exposer les avantages et les inconvénients de différentes possibilités ».

2. Les contenus

Pour une présentation détaillée des objectifs, des contenus et des activités langagières aux niveaux B1 et B2 (« *Programme et définition d'épreuve de langue vivante étrangère dans les brevets de technicien supérieur relevant du secteur industriel* »), voir l'arrêté du 22 juillet 2008 et ses annexes.

2.1. Grammaire

Au niveau B2, un étudiant a un assez bon contrôle grammatical et ne fait pas de fautes conduisant à des malentendus.

La maîtrise opératoire des éléments morphologiques, syntaxiques et phonologiques figurant au programme des classes de première et terminale constitue un objectif raisonnable. Il conviendra d'en assurer la consolidation et l'approfondissement.

2.2. Lexique

La compétence lexicale d'un étudiant au niveau B2 est caractérisée de la façon suivante.

Étendue : possède une bonne gamme de vocabulaire pour des sujets relatifs à son domaine et les sujets les plus généraux ; peut varier sa formulation pour éviter des répétitions fréquentes, mais des lacunes lexicales peuvent encore provoquer des hésitations et l'usage de périphrases.

Maîtrise : l'exactitude du vocabulaire est généralement élevée bien que des confusions et le choix de mots incorrects se produisent sans gêner la communication.

Dans cette perspective, on réactivera le vocabulaire élémentaire de la langue de communication afin de doter les étudiants des moyens indispensables pour aborder des sujets généraux.

C'est à partir de cette base consolidée que l'on pourra diversifier les connaissances en fonction notamment des besoins spécifiques de la profession, sans que ces derniers n'occultent le travail indispensable concernant l'acquisition du lexique plus général lié à la communication courante.

2.3. Éléments culturels

Outre les particularités culturelles liées au domaine professionnel (écriture des dates, unités monétaires, abréviations, heure, sigles, code vestimentaire, modes de communication privilégiés, vie des entreprises), le technicien supérieur doit montrer une connaissance des pays dont il étudie la langue. La connaissance des pratiques sociales et des contextes économiques et politiques est indispensable à une communication efficace, qu'elle soit limitée ou non au domaine professionnel.

2.4. Objectifs de l'enseignement technologique en langue vivante étrangère (ETLV)

- dans le prolongement du cours d'anglais, poursuivre le travail sur les activités langagières en les appliquant au domaine professionnel spécifique à la section et aux gestes techniques en contexte ;
- assurer une veille documentaire par la fréquentation de la presse ou de sites d'informations scientifiques ou généralistes en langue anglaise et placer ainsi le domaine professionnel de la section dans une perspective complémentaire : celle de la culture professionnelle et de la démarche scientifique (parallèle ou concurrente) des pays anglophones.

S10 – MATHÉMATIQUES

L'enseignement des mathématiques dans les sections de techniciens supérieur de Conception de produits industriels se réfère aux dispositions figurant aux annexes I et II de l'arrêté du 4 juin 2013 fixant les objectifs, les contenus de l'enseignement et le référentiel des capacités du domaine des mathématiques pour les brevets de technicien supérieur.

Les dispositions de cet arrêté sont précisées pour ce BTS de la façon suivante.

I – Lignes directrices

Objectifs spécifiques à la section

L'étude de phénomènes continus issus des sciences physiques et de la technologie constitue un des objectifs essentiels de la formation des techniciens supérieurs en productique mécanique. Ils sont décrits mathématiquement par des fonctions obtenues le plus souvent comme solutions d'équations différentielles.

Une *vision géométrique* des problèmes doit imprégner l'ensemble de l'enseignement car les méthodes de la géométrie jouent un rôle capital en analyse et dans leurs domaines d'intervention : apports du langage géométrique et des modes de représentation.

Enfin la *connaissance de quelques méthodes statistiques* pour contrôler la qualité d'une fabrication est indispensable dans cette formation.

Organisation des contenus

C'est en fonction de ces objectifs que l'enseignement des mathématiques est conçu ; il peut s'organiser autour de *cinq pôles* :

- une étude des *fonctions usuelles*, c'est-à-dire exponentielles, puissances et logarithme dont la maîtrise est nécessaire à ce niveau ;
- la résolution d'*équations différentielles* dont on a voulu marquer l'importance, en relation avec les problèmes d'évolution ;
- la résolution de *problèmes géométriques* rencontrés dans les divers enseignements, y compris en conception assistée par ordinateur ;
- une initiation au *calcul des probabilités*, suivie de notions de *statistique inférentielle* débouchant sur la construction des tests statistiques les plus simples utilisés en contrôle de qualité ;
- une valorisation des *aspects numériques et graphiques* pour l'ensemble du programme, une initiation à quelques méthodes élémentaires de *l'analyse numérique* et l'utilisation à cet effet des *moyens informatiques* appropriés : calculatrice programmable à écran graphique, ordinateur muni d'un tableur, de logiciels de calcul formel, de géométrie ou d'application (modélisation, simulation,...).

Organisation des études

En première et en deuxième année, l'horaire hebdomadaire est de 2 heures en classe entière (dont une demi-heure en co-intervention) + 1 heure de travaux dirigés.

II - Programme

Le programme de mathématiques est constitué des modules suivants :

Fonctions d'une variable réelle, à l'exception des paragraphes « *Approximation locale d'une fonction* » et « *Courbes paramétrées* ».

Calcul intégral, à l'exception du paragraphe « *Formule d'intégration par parties* ».

Équations différentielles.

Statistique descriptive.

Probabilités 1.

Probabilités 2, à l'exception du paragraphe « *Exemples de processus aléatoires* ».

Statistique inférentielle

Configurations géométriques.

Calcul vectoriel.

III - Programme complémentaire

Le programme complémentaire ne fait pas l'objet d'une évaluation et peut être enseigné durant les heures d'accompagnement personnalisé de deuxième année.

Cet apport est un approfondissement qui peut être utile aux étudiants souhaitant des compléments spécifiques de modélisation géométrique et de calcul matriciel.

Modélisation géométrique

Calcul matriciel

S11 – PHYSIQUE - CHIMIE

✓ Préambule

L'enseignement de la physique-chimie en STS **Conception de Produits Industriels**, s'appuie sur la formation scientifique acquise dans le second cycle. Il vise à renforcer la maîtrise de la démarche scientifique afin de donner à l'étudiant l'autonomie nécessaire pour réaliser les tâches professionnelles qui lui seront proposées dans son futur métier et agir en citoyen responsable. Cet enseignement vise l'acquisition ou le renforcement chez les futurs techniciens supérieurs des connaissances, des modèles physiques et des capacités à les mobiliser dans le cadre de leur exercice professionnel. Il doit leur permettre de faire face aux évolutions technologiques qu'il rencontrera dans sa carrière et s'inscrire dans le cadre d'une formation tout au long de la vie.

Les compétences propres à la démarche scientifique doivent permettre à l'étudiant de prendre des décisions éclairées et d'agir de manière autonome et adaptée. Ces compétences nécessitent la maîtrise de capacités qui dépassent largement le cadre de l'activité scientifique :

- confronter ses représentations avec la réalité ;
- observer en faisant preuve de curiosité ;
- mobiliser ses connaissances, rechercher, extraire et organiser l'information utile fournie par une situation, une expérience ou un document ;
- raisonner, démontrer, argumenter, exercer son esprit d'analyse.

Le programme de physique-chimie est organisé en deux parties :

- dans la première partie sont décrites les compétences que la pratique de la **démarche expérimentale** permet de développer. Ces compétences et les capacités associées seront exercées et mises en œuvre dans des situations variées tout au long des deux années en s'appuyant sur les domaines étudiés décrits dans la deuxième partie du programme. Leur acquisition doit donc faire l'objet d'une programmation et d'un suivi dans la durée ;
- dans la deuxième partie sont décrites les **connaissances et capacités** qui sont organisées en deux colonnes : à la première colonne « notions et contenus » correspond une ou plusieurs « capacités exigibles » de la deuxième colonne. Celle-ci met ainsi en valeur les éléments clefs constituant le socle de connaissances et de capacités dont l'assimilation par tous les étudiants est requise.

Le programme indique les objectifs de formation à atteindre pour tous les étudiants. Il ne représente en aucun cas une progression imposée. Le professeur doit organiser son enseignement en respectant quatre grands principes directeurs :

- la mise en activité des élèves : l'acquisition des connaissances et des capacités sera d'autant plus efficace que les étudiants auront effectivement mis en œuvre ces capacités. La démarche expérimentale et

l'approche documentaire permettent cette mise en activité. Le professeur peut mettre en œuvre d'autres activités allant dans le même sens ;

- la mise en contexte des connaissances et des capacités : le questionnement scientifique, prélude à la construction des notions et concepts, se déploiera à partir d'objets technologiques, de procédés simples ou complexes, relevant du domaine professionnel de la section. Pour dispenser son enseignement, le professeur s'appuie sur la pratique professionnelle ;
- une adaptation aux besoins des étudiants : un certain nombre des capacités exigibles du programme relèvent des programmes de lycées et sont donc déjà maîtrisées par les étudiants. La progression doit donc tenir compte des acquis des étudiants ;
- une nécessaire mise en cohérence des différents enseignements scientifiques et technologiques : la progression en physique-chimie doit être articulée avec celles mises en œuvre dans les enseignements de mathématiques et de sciences et techniques industrielles.

Le professeur peut être amené à présenter des notions en relation avec des projets d'étudiants ou avec leurs stages, notions qui ne figurent pas explicitement au programme. Ces situations sont l'occasion pour les étudiants de mobiliser les capacités visées par la formation dans un contexte nouveau et d'en conforter la maîtrise. Les connaissances complémentaires ainsi acquises ne sont pas exigibles.

✓ La démarche expérimentale

Les activités expérimentales mises en œuvre dans le cadre d'une démarche scientifique mobilisent les compétences qui figurent dans le tableau ci-dessous. Des capacités associées sont explicitées afin de préciser les contours de chaque compétence : elles ne constituent pas une liste exhaustive et peuvent parfois relever de plusieurs compétences.

Les compétences doivent être acquises à l'issue de la formation en STS, le niveau d'exigence étant naturellement à mettre en perspective avec celui des autres composantes du programme de la filière concernée. Elles nécessitent d'être régulièrement mobilisées par les étudiants et sont évaluées en s'appuyant, par exemple, sur l'utilisation de grilles d'évaluation. Cela nécessite donc une programmation et un suivi dans la durée.

L'ordre de présentation de celles-ci ne préjuge pas d'un ordre de mobilisation de ces compétences lors d'une séance ou d'une séquence.

Compétence	Capacités (liste non exhaustive)
S'approprier	- Comprendre la problématique du travail à réaliser. - Adopter une attitude critique vis-à-vis de l'information. - Rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec la problématique. - Connaître le vocabulaire, les symboles et les unités mises en œuvre.
Analyser	- Choisir un protocole/dispositif expérimental. - Représenter ou compléter un schéma de dispositif expérimental. - Formuler une hypothèse. - Proposer une stratégie pour répondre à la problématique. - Mobiliser des connaissances dans le domaine disciplinaire.
Réaliser	- Organiser le poste de travail. - Régler le matériel/ le dispositif choisi ou mis à sa disposition. - Mettre en œuvre un protocole expérimental. - Effectuer des relevés expérimentaux. - Manipuler avec assurance dans le respect des règles de sécurité. - Connaître le matériel, son fonctionnement et ses limites.
Valider	- Critiquer un résultat, un protocole ou une mesure. - Exploiter et interpréter des observations, des mesures. - Valider ou infirmer une information, une hypothèse, une propriété, une loi. - Utiliser les symboles et unités adéquats. - Analyser des résultats de façon critique.
Communiquer	- Rendre compte d'observations et des résultats des travaux réalisés. - Présenter, formuler une conclusion. - Expliquer, représenter, argumenter, commenter.
Être autonome, faire preuve d'initiative	- Élaborer une démarche et faire des choix. - Organiser son travail. - Traiter les éventuels incidents rencontrés.

Concernant la compétence « **Communiquer** », la rédaction d'un compte-rendu écrit constitue un objectif de la formation. Les activités expérimentales sont aussi l'occasion de travailler l'expression orale lors d'un point de situation ou d'une synthèse finale. Le but est de poursuivre la préparation des étudiants de STS à la présentation des travaux et projets qu'ils auront à conduire et à exposer au cours de leur formation et, plus généralement, dans le cadre de leur métier. L'utilisation d'un cahier de laboratoire, au sens large du terme en incluant par exemple le numérique, peut constituer un outil efficace d'apprentissage.

Concernant la compétence « **Être autonome, faire preuve d'initiative** », elle est par nature transversale et participe à la définition du niveau de maîtrise des autres compétences. Le recours à des activités s'appuyant sur les questions ouvertes est particulièrement adapté pour former les élèves à l'autonomie et l'initiative.

Erreurs et incertitudes

Pour pratiquer une démarche expérimentale autonome et raisonnée, les étudiants doivent posséder de solides connaissances et capacités dans le domaine des mesures et des incertitudes : celles-ci interviennent aussi bien en amont au moment de l'analyse du protocole, du choix des instruments de mesure, etc. qu'en aval lors de la validation et de l'analyse critique des résultats obtenus. Les notions explicitées ci-dessous sont celles abordées dans les programmes du cycle terminal des filières S, STI2D et STL du lycée.

Les capacités exigibles doivent être maîtrisées par le technicien supérieur en **Conception de Produits Industriels**

Erreurs et incertitudes	
Notions et contenus	Capacités exigibles
Erreurs et notions associées	Identifier les différentes sources d'erreurs (de limites à la précision) lors d'une mesure : variabilité du phénomène et de l'acte de mesure (facteurs liés à l'opérateur, aux instruments, etc.).
Incertitudes et notions associées	- Évaluer les incertitudes associées à chaque source d'erreurs. - Comparer le poids des différentes sources d'erreurs. - Évaluer l'incertitude de répétabilité à l'aide d'une formule d'évaluation fournie. - Évaluer l'incertitude d'une mesure unique obtenue à l'aide d'un instrument de mesure. - Évaluer, à l'aide d'une formule fournie, l'incertitude d'une mesure obtenue lors de la réalisation d'un protocole dans lequel interviennent plusieurs sources d'erreurs.
Expression et acceptabilité du résultat	- Maîtriser l'usage des chiffres significatifs et l'écriture scientifique. Associer l'incertitude à cette écriture. - Exprimer le résultat d'une opération de mesure par une valeur issue éventuellement d'une moyenne, et une incertitude de mesure associée à un niveau de confiance. - Évaluer la précision relative. - Déterminer les mesures à conserver en fonction d'un critère donné. - Commenter le résultat d'une opération de mesure en le comparant à une valeur de référence. - Faire des propositions pour améliorer la démarche.

✓ Connaissances et capacités

Les capacités exigibles privilégiant une approche expérimentale sont écrites en italique.

Partie A : Matière-matériaux

A.1 Cohésion de la matière	
Notions et contenus	Capacités exigibles
La classification périodique.	Distinguer les métaux et les non métaux et connaître leurs positions respectives dans le tableau périodique. <i>Décrire l'évolution des propriétés dans une ligne ou une colonne de la classification périodique : masse molaire, rayon atomique, électronégati-</i>

	vité, propriétés chimiques.
Édifices (molécules, ions) covalents, géométrie, polarité.	Expliquer le lien entre la représentation de Lewis et la géométrie des molécules simples. Expliquer le lien entre la structure géométrique d'une molécule et l'existence ou non d'un moment dipolaire permanent.
Interaction ionique.	Expliquer la cohésion des cristaux ioniques.
Interaction métallique.	Décrire la liaison métallique comme un empilement d'ions positifs baignant dans un "nuage électronique". Citer les ordres de grandeur des distances caractéristiques.
Interactions de Van der Waals et liaison hydrogène.	Décrire qualitativement les interactions de Van der Waals et la liaison hydrogène. Citer les ordres de grandeur des distances caractéristiques. Comparer les énergies mises en jeu avec celle d'une liaison covalente. Expliquer la relation entre les propriétés physiques de corps purs et l'existence d'interactions de Van der Waals ou de liaisons hydrogène inter ou intramoléculaires.

A.2. Métaux et alliages	
Notions et contenus	Capacités exigibles
Modèle du cristal parfait.	Distinguer état amorphe et état cristallin. Décrire le cristal parfait comme un assemblage de mailles parallélépipédiques. Définir les termes suivants : réseau, nœuds, maille conventionnelle, motif.
Existence de différentes structures cristallines.	<i>Mettre en œuvre un logiciel ou des modèles cristallins pour visualiser des mailles et des sites interstitiels, pour déterminer des paramètres géométriques et calculer la masse volumique dans le cas d'édifices variés (métallique, ionique, covalent ou moléculaire).</i>
Cristaux métalliques.	Évaluer la dimension de la maille en fonction des valeurs des rayons atomiques, la structure étant donnée (cubique centré, cubique faces centrées, hexagonal compact). Évaluer la masse volumique et la compacité d'un métal cristallisant dans une structure cristalline, la structure étant donnée (cubique centré, cubique faces centrées). Expliquer qualitativement la différence de compacité entre ces deux structures. Expliquer les propriétés physiques et chimiques des métaux : cohésion, malléabilité, conductivités électrique et thermique, oxydation. <i>Mettre en œuvre un dispositif expérimental pour comparer des propriétés physiques ou chimiques de métaux ou d'alliages.</i> Citer des exemples montrant l'importance du rôle des défauts cristallins sur certaines propriétés physiques et chimiques.
Alliages.	Énoncer la définition d'un alliage. Citer la composition de quelques alliages courants utilisés dans le domaine professionnel. Distinguer les alliages par substitution et par insertion. Citer des exemples.
Changement d'état d'un métal ou d'un alliage.	Exploiter le diagramme (P, T) d'un corps pur métallique pour déterminer l'état du métal et son évolution par variation de T ou de P . Définir les chaleurs latentes massique et molaire de changement d'état. Établir un bilan énergétique lors d'un changement d'état. <i>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mesurer une chaleur latente de changement d'état.</i> Décrire l'allure et exploiter les diagrammes d'équilibre binaires solide -

Diagrammes d'équilibre binaires solide – liquide isobares.	liquide isobares dans les cas suivants : - miscibilité totale à l'état solide et l'état liquide ; - miscibilité totale à l'état liquide et nulle à l'état solide : eutectique. Décrire qualitativement les phénomènes de surfusion, de germination homogène ou hétérogène. Citer des exemples. <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour étudier une courbe d'évolution isobare de la température d'un mélange binaire solide-liquide.</i>
---	---

A.3 Céramiques	
Notions et contenus	Capacités exigibles
Céramiques.	Identifier les grandes classes et les principales caractéristiques des céramiques et leurs usages. Exploiter des données expérimentales pour analyser le comportement mécanique, thermique et chimique de quelques matériaux céramiques.

A.4 Polymères	
Notions et contenus	Capacités exigibles
Les matériaux polymères : généralités.	Exploiter des informations sur les principaux matériaux polymères utilisés dans la vie quotidienne, leurs modes de production, leurs domaines d'applications.
Polymère, macromolécule, monomère, motif, réactions de polymérisation, degré de polymérisation.	Définir les termes polymère, macromolécule. Distinguer le monomère du motif. Écrire l'équation chimique d'une réaction de polymérisation. Identifier le motif dans une macromolécule donnée. Citer quelques ordres de grandeur du degré de polymérisation.
Classification des polymères.	Définir les polymères thermoplastiques et thermodurcissables, et les élastomères.
Propriétés mécaniques des polymères.	Décrire les différents arrangements possibles d'une macromolécule : - linéaire (ramifiée, étoile, peigne) ; - tridimensionnelle (réticulation). Distinguer le cas d'une chaîne flexible (polyéthylène par exemple) du cas d'une chaîne rigide (Kevlar par exemple). Citer quelques paramètres influençant la température de transition vitreuse.
Vieillessement d'un matériau polymère. Valorisation des déchets de polymères : recyclage, valorisation énergétique.	Citer quelques facteurs agissant sur la dégradation d'un matériau polymère. Exploiter des informations sur : - les nécessités du retraitement des polymères ; - le recyclage de certains matériaux polymères utilisés dans le domaine professionnel.

Ces savoirs sont associés aux compétences professionnelles :

- C6, C8, C9, C10, C11, C12, C13

Partie B : Optique

Notions et contenus	Capacités exigibles
Spectre électromagnétique.	Identifier sur une échelle de longueurs d'ondes les domaines de la

	lumière visible, infrarouge et ultraviolette. <i>Mettre en œuvre un protocole expérimental pour visualiser le spectre de la lumière émise par une source lumineuse.</i>
Laser, propriétés du rayonnement émis : directivité, monochromaticité, puissance et puissance par unité de surface. Laser continu et à impulsions. Utilisation d'un laser pour la gravure, la soudure, le perçage, la découpe et le traitement de surface de matériaux. Règles de sécurité.	Citer les propriétés d'un rayonnement laser. Citer des ordres des grandeurs de puissance moyenne pour des lasers courants (diodes laser, lasers Hélium-Néon, CO₂, YAG) rencontrés au laboratoire et dans le domaine industriel. Distinguer un laser continu d'un laser à impulsion. Extraire et exploiter des informations sur les principes mis en jeu dans l'utilisation d'un laser pour le traitement des matériaux. Appliquer les règles de sécurité liées à l'utilisation de lasers de puissance.
Fibres optiques : principe, ouverture numérique, atténuation.	<i>Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant une fibre optique.</i>

Ces savoirs sont associés aux compétences professionnelles :

- C6, C8

Partie C : électricité

Notions et contenus	Capacités exigibles
Intensité, tension.	Distinguer grandeurs continues et grandeurs alternatives. Distinguer, pour un signal sinusoïdal, grandeurs efficaces et grandeurs crêtes. <i>Mettre en œuvre un système d'acquisition de données pour obtenir une représentation temporelle de grandeurs électriques.</i> <i>Proposer un protocole expérimental pour mesurer, en respectant les règles de sécurité, une tension électrique, une intensité électrique dans un circuit en régime continu et dans un circuit en régime alternatif.</i>
Puissance et énergie en électricité.	Décrire et caractériser l'effet Joule. Évaluer par différents moyens (mesures et calculs) la puissance électrique et l'énergie électrique reçue par un récepteur. Établir un bilan énergétique. Citer les effets physiologiques du courant électrique.
Sécurité électrique.	Citer les dispositifs de protection contre les risques du courant électrique.

Ces savoirs sont associés aux compétences professionnelles :

- C9, C10

Partie D : Comportement dynamique des systèmes

Notions et contenus	Capacités exigibles
Réponse d'un oscillateur mécanique à une excitation.	Identifier la ou les grandeurs vibratoires. <i>Mettre en œuvre un protocole expérimental pour enregistrer des vibrations d'un système mécanique.</i> Identifier les sources de vibrations dans le domaine professionnel et les situer sur une échelle de fréquences.
Oscillations libres ou forcées, amortissement.	Exploiter un enregistrement pour déterminer les caractéristiques d'une oscillation libre ou forcée. <i>Mettre en œuvre un dispositif expérimental visant à étudier l'effet de l'amortissement sur l'amplitude d'une vibration.</i>

	Distinguer les oscillations libres des oscillations forcées. Distinguer les régimes pseudopériodique et apériodique. Caractériser une oscillation forcée par sa fréquence et son amplitude.
Résonance en mécanique.	<i>Mettre en œuvre un dispositif expérimental pour déterminer les conditions de la résonance mécanique.</i> Identifier le phénomène de résonance mécanique. Citer quelques applications du phénomène de résonance mécanique dans le cas où elle est recherchée et dans le cas où ses effets sont nuisibles au comportement d'un système.
Résonance en électricité.	<i>Mettre en œuvre un dispositif expérimental pour déterminer les conditions de la résonance électrique et mettre en évidence la similitude de comportement entre oscillations électriques et mécaniques.</i> Citer quelques applications du phénomène de résonance électrique.

Ces savoirs sont associés aux compétences professionnelles :

- C7, C8, C9, C10

Partie E : Mécanique des fluides

E1. Statique des fluides	
Notions et contenus	Capacités exigibles
Pression dans un fluide. Principe fondamental de l'hydrostatique.	Exprimer la pression comme une force surfacique. Appliquer le principe fondamental de l'hydrostatique ($\Delta P = \rho.g.h$) pour calculer une différence de pression ou une hauteur de fluide. Appliquer le principe de transmission de la pression par un fluide incompressible (théorème de Pascal).

E2. Dynamique des fluides incompressibles	
Notions et contenus	Capacités exigibles
Débit massique et débit volumique. Conservation du débit.	Évaluer un débit massique ou volumique. Exploiter la conservation des débits afin de déterminer la vitesse du fluide.
Conservation de l'énergie, théorème de Bernoulli.	Exploiter le théorème de Bernoulli à un écoulement permanent d'un fluide parfait, l'équation de Bernoulli sous forme de hauteurs étant donnée.
Viscosité. Perte de charge en régime laminaire.	Citer l'importance du phénomène de viscosité dans les écoulements. Identifier la nature de l'écoulement, l'expression du nombre de Reynolds étant donnée : existence des régimes turbulents et laminaires. Citer les différents types de pertes de charge. Exploiter des données pour déterminer la valeur des pertes de charge en fonction du débit et de la géométrie du circuit. Évaluer un débit volumique pour un écoulement laminaire en fonction de la différence de pression, la loi de Poiseuille étant fournie. <i>Mettre en œuvre un dispositif expérimental visant à évaluer des pertes de charges régulières et singulières.</i>

Ces savoirs sont associés aux compétences professionnelles :

- C7, C8, C9, C10

ANNEXE I c

Conditions d'obtention de dispenses d'unités

U1 - CULTURE GÉNÉRALE ET EXPRESSION

Les candidats à l'examen d'une spécialité de brevet de technicien supérieur, titulaires d'un brevet de technicien supérieur d'une autre spécialité, d'un diplôme universitaire de technologie ou d'un diplôme national de niveau III ou supérieur sont, à leur demande, dispensés de subir l'unité de « Culture générale et expression ».

Les bénéficiaires de l'unité de « Français », « Expression française » ou de « Culture générale et expression » au titre d'une autre spécialité de BTS sont, à leur demande, pendant la durée de validité du bénéfice, dispensés des épreuves correspondant à l'unité U1 « Culture générale et expression ».

U2 – LANGUE VIVANTE

L'unité U2. « Langue vivante étrangère 1 » du brevet de technicien supérieur Conception des Produits Industriels et l'unité de « Langue vivante étrangère 1 » des brevets de technicien supérieur relevant de l'arrêté du 22 juillet 2008 (BOESR n° 32 du 28 août 2008) sont communes.

Les bénéficiaires de l'unité « Langue vivante étrangère 1 » au titre de l'une des spécialités susmentionnées sont, à leur demande, dispensés de l'unité U2 « Langue vivante étrangère 1 ».

Les titulaires de l'une des spécialités susmentionnées qui souhaitent faire acte de candidature à une autre de ces spécialités sont, à leur demande, dispensés de subir l'unité U2 : « Langue vivante étrangère 1 ».

D'autre part, les titulaires d'un diplôme national de niveau III ou supérieur, ayant été évalués en langue vivante pour obtenir ce diplôme, sont, à leur demande, dispensés de subir l'unité U2. : « Langue vivante étrangère 1 » du brevet de technicien supérieur Conception des Produits Industriels.

U 3.1 - MATHÉMATIQUES

L'unité U31. « Mathématiques » du brevet de technicien supérieur Conception de Produits Industriels et l'unité de « Mathématiques » des brevets de technicien supérieur du groupement C sont communes.

Les bénéficiaires de l'unité de « Mathématiques » au titre de l'une des spécialités susmentionnées qui souhaitent faire acte de candidature à une autre de ces spécialités sont, à leur demande, pendant la durée de validité du bénéfice, dispensés de subir l'unité de « Mathématiques ».

D'autre part, les titulaires d'un diplôme national scientifique ou technologique de niveau III ou supérieur, ayant été évalués en mathématiques pour obtenir ce diplôme, sont, à leur demande, dispensés de subir l'unité U31. « Mathématiques » du brevet de technicien supérieur Conception des produits Industriels.

Définition des unités professionnelles constitutives du diplôme

La définition des unités constitutives du diplôme a pour but de 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 ;
- d'établir la liaison entre les unités, correspondant aux épreuves, et le référentiel d'activités professionnelles, afin de préciser le cadre de l'évaluation.

Le tableau de la page suivante présente ces relations.

Les cases colorées correspondent, pour chacune des 6 unités aux compétences à évaluer lors de la certification (examen ou validation des acquis). Seules les compétences désignées par des cases colorées 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**.

Relations entre les activités professionnelles et les compétences du BTS CPI		Compétences trans- versales				Compétences cœur de métier									
		S'intégrer dans un environnement professionnel, assurer une veille technologique et capitaliser l'expérience	Rechercher une information dans une documentation technique, dans un réseau local ou à distance	Formuler et transmettre des informations, communiquer sous forme écrite et orale y compris en anglais	S'impliquer dans un groupe projet et argumenter des choix techniques	Elaborer ou participer à l'élaboration d'un cahier des charges fonctionnel	Recenser et spécifier des technologies et des moyens de réalisation	Concevoir et définir, à l'aide d'un logiciel de CAO et des outils de simulation associés, un système, un outillage ou des pièces mécaniques satisfaisant au cahier des charges fonctionnel.	Imaginer et proposer des solutions techniques en réponse à un cahier des charges	Dimensionner tout ou partie d'une chaîne d'énergie en automatique et/ou en collaboration avec un spécialiste	Optimiser le choix d'une solution technique en tenant compte des contraintes technico économiques	Participer à un processus collaboratif de conception et de réalisation de produit	Intégrer l'éco-conception dans la conception d'un produit	Intégrer le prototypage dans la conception et la réalisation d'un produit	Elaborer le dossier de définition d'un produit mécanique (pièces cotées et tolérancées)
Activités	Tâches	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
Participer à la réponse à une affaire : analyser l'expression d'un besoin et rédiger un CdCf	A1-T1			2		2									
	A1-T2		3		1	2									
	A1-T3					3									
	A1-T4	2			1	2	2								
Conception préliminaire : concevoir et choisir une solution technique relative à un mécanisme	A2-T1		2	1			2								
	A2-T2				2		3		3						
	A2-T3	1						2							
	A2-T4								2	3					
	A2-T5									3					
	A2-T6							2	1	2					
	A2-T7							1			3				
Conception détaillée : pré-industrialiser et définir une solution technique optimisée relative à un mécanisme	A3-T1									2			2		1
	A3-T2	1	1	2	3		1				2	3	2		
	A3-T3							2			1		3		
	A3-T4											2		3	
	A3-T5							3							2
	A3-T6							2							3
	A3-T7											2		3	1
	A3-T8	2						2							3
	A3-T9							3							2
Participer à la vie d'un bureau d'études	A4-T1	3													
	A4-T2		2		2										
	A4-T3			3											

Epreuves de certification

Expression du besoin et CdCf															
Conception préliminaire															
Soutenance du rapport de stage															
Conception détaillée															
Projet de prototypage															
Projet collaboratif d'optimisation															

Lexique

Activités professionnelles :

Classe de tâches faisant partie d'un processus de travail : elle génère un résultat identifiable qui fait faire un pas de progrès dans la résolution du problème technique posé. Exemple : Conception préliminaire, constitution du dossier de définition de produit.

Analyse du cycle de vie :

L'ACV vise le développement durable en fournissant un moyen efficace et systématique pour évaluer les impacts environnementaux d'un produit, d'un service, d'une construction ou d'un procédé. Le but est de réduire l'impact de l'objet artificiel créé par l'homme, sur les ressources et l'environnement tout au long de son cycle de vie, de l'extraction des matières premières jusqu'à son traitement en fin de vie (déconstruction, recyclage...).

Arbre d'assemblage :

Dans le cadre de l'utilisation d'un modèleur volumique, l'arbre d'assemblage décrit la liste des pièces qui compose un assemblage. Il permet de visualiser, d'une part le type de contrainte d'assemblage qui lie les pièces et d'autre part les relations entre les dimensions qui paramètrent l'assemblage.

Arbre de construction:

Dans le cadre de l'utilisation d'un modèleur volumique l'arbre de construction décrit, pour une pièce, la liste des fonctions volumiques (associées aux fonctions techniques). Ces fonctions, rassemblées séquentiellement et reliées par des conditions géométriques et topologiques (explicites ou implicites), créent un modèle volumique. L'arbre de construction permet de comprendre comment est bâti le modèle et facilite les modifications.

Assemblage mécanique et liaison associée :

L'assemblage de deux pièces mécaniques réelles peut être modélisé géométriquement, cinématiquement et statiquement. Il est représenté par une liaison mécanique géométriquement parfaite (modèle numérique nominal) et par son modèle « torsoriel » associé de transmission des mouvements et des efforts. Il peut alors être considéré comme :

- un modèle parfait de liaison, ne dissipant pas d'énergie (comme par exemple sans frottement, sans déformations, sans défauts de formes et sans jeux induisant des mouvements parasites) ;
- un modèle non parfait, dissipant de l'énergie (avec frottement sec ou visqueux et glissement, jeu...).

Un assemblage peut permettre le mouvement relatif entre deux pièces (modélisé par une liaison mobile caractéristique d'un guidage, par exemple) ou l'interdire (modèle de liaison encastrement, démontable ou non).

Assemblage (mode dans l') :

Dans le cadre de l'utilisation d'un modèleur volumique, la construction d'une maquette numérique selon le mode dans l'assemblage (ou mode descendant) implique que chaque nouvelle pièce soit élaborée en partant d'une géométrie initiale (par exemple esquisse pilotante) ou/et en s'appuyant sur les pièces préalablement dessinées.

Assemblage (mode hors) :

Dans le cadre de l'utilisation d'un modèleur volumique, la construction d'une maquette numérique selon le mode hors assemblage (ou mode ascendant) implique la démarche suivante :

- chaque nouvelle pièce est élaborée comme une entité indépendante ;
- les pièces sont assemblées à l'aide de contraintes d'assemblage.

Base de données :

D'une manière générale, il s'agit d'une ressource structurée d'éléments relatifs à un domaine donné (famille de composants, matériaux, fournisseurs, etc).

Ces données sont disponibles sur support informatique résidant dans le bureau d'études, sur le réseau informatique de l'entreprise ou sur l'Internet.

En CAO, il s'agit, avant tout, d'une bibliothèque d'éléments standard 3D. La bibliothèque est structurée en familles d'éléments et il existe plusieurs manières de rechercher des éléments : mots clés, index...

On distingue deux types d'éléments standard 3D :

- les éléments modifiables, modulables appartenant à une famille paramétrable ;

- les images d'éléments 3D figés qui permettent de récupérer un encombrement, une interface...

Besoin (énoncé global du besoin), (NF X 50-150) :

Nécessité ou désir éprouvé par un utilisateur. La notion de besoin permet de préciser les véritables services à rendre et de poser le problème à son plus haut niveau utile d'étude ou de remise en cause.

Capabilité d'un procédé :

Aptitude d'un procédé de production (Machine, Outillage, Méthode ou Opérateur) ou d'un moyen à réaliser des produits conformes au besoin ou à respecter des spécifications. Cette aptitude tient compte de la plage de valeurs produites par le procédé, en regard des limites acceptables (tolérances d'acceptabilité).

Un processus sera déclaré « apte » s'il a démontré, pour les caractéristiques sélectionnées, qu'il était capable de produire pendant une période suffisamment longue, avec un taux théorique de non-conformités inférieur aux exigences internes à l'entreprise ou contractuelles.

La capabilité est le rapport entre la performance demandée et la performance réelle d'une machine ou d'un procédé.

Capacité :

Ensemble d'aptitudes que l'individu pourrait mettre en œuvre dans différentes situations. Une capacité garde un caractère très général et décrit plus un potentiel disponible qu'une compétence opérationnelle maîtrisée. Elle n'est ni observable, ni évaluable. Elle se décline en compétences.

Cahier des charges fonctionnel (NF X 50-151) :

Document par lequel le demandeur exprime son besoin (ou celui qu'il est chargé de traduire) en terme de fonctions de services et de contraintes. Pour chacune d'elles sont définis des critères d'appréciation et leurs niveaux. Chacun de ces niveaux doit être assorti d'une flexibilité.

Le cahier des charges fonctionnel (C.d.C.f.) est un document qui évolue et qui s'enrichit au fur et à mesure de la phase de création d'un produit.

Le C.d.C.F. doit donc être rédigé indépendamment des solutions envisageables et doit permettre l'expression du besoin dans des termes compréhensibles par les utilisateurs.

Chaîne numérique :

Ensemble des moyens donnant accès en lecture et écriture aux données techniques (CFAO, GPAO) dès lors que cet accès est garanti à tous les acteurs de l'étude et de la réalisation des produits.

Chaîne géométrique :

Circuit continu reliant les surfaces de contact entre pièces ; ces contacts étant déterminants pour la réalisation d'une condition fonctionnelle. La chaîne peut être linéaire lorsque les contacts entre pièces sont situés dans des plans parallèles ; elle se traduit alors par une chaîne de cotes conduisant à des spécifications dimensionnelles.

La chaîne géométrique de contacts entre pièces peut présenter un caractère spatial.

Compétence :

Ensemble de savoirs, savoir-faire et savoir être organisé en vue de contribuer de façon adaptée à l'accomplissement d'une activité. Dans une situation concrète ou contextualisée, une compétence se traduit par des actions ou comportements, généralement observables. Les comportements ou/et les résultats de l'action sont mesurables ou évaluables. Exemples : structurer une présentation orale, développer un protocole de mesure, innover, avoir le sens des ordres de grandeurs, s'approprier un support technique.

Conception collaborative :

Situation de travail de conception à plusieurs - en réseau par exemple - sur un même projet. La conception collaborative nécessite une organisation particulière : structure globale imposée, zones d'interventions individuelles identifiées, procédures d'échanges à distance et de validation définies...

L'enjeu de la conception collaborative réside dans la diminution des délais et des coûts de développement d'un projet ; elle s'appuie sur le développement d'outils et d'organisations qui intègrent les modifications et évolutions proposées par chaque intervenant pour structurer le modèle générique.

Contrainte d'assemblage

Dans le cadre de l'utilisation d'un modèleur volumique, l'assemblage de deux pièces distinctes est réalisé en imposant une (ou des) contrainte d'assemblage. Cette contrainte est une relation géométrique (position et/ou orientation), implicite ou explicite, créée entre deux entités géométriques (point, courbe, surface ou volume) appartenant à chacune des pièces et doit privilégier les mises en position isostatiques.

Donnée technique :

Une donnée technique est une information, élément d'une base de données techniques.

Elle est retenue pour sa pertinence dans des opérations techniques qui concernent toutes les étapes de la vie d'un produit (conception, industrialisation, production, SAV...).

Dossier de conception détaillée (X 50-106-1) :

Résultat de l'étude de conception qui permet de définir dans un dossier de définition l'ensemble des moyens techniques et humains capables de satisfaire les besoins de l'utilisateur et de répondre aux contraintes de l'avant projet sommaire.

L'avant-projet détaillé propose de mettre en œuvre des solutions optimisées et validées techniquement et économiquement, en utilisant les moyens propres de réalisation ou de sous-traitance (optimisation technico-économique des solutions techniques retenues, s'appuyant sur les relations produit - matériau - procédé - processus).

Il s'exprime sous la forme d'une maquette numérique intégrant les formes et contraintes optimisées de chaque pièce constitutive de l'ensemble qui devient alors le document contractuel le plus important par rapport à l'industrialisation du produit et à son évolution.

Dossier de conception préliminaire (X 50-106-1) :

Résultat de l'étude d'avant-projet permettant de dégager les possibilités techniques les mieux adaptées aux besoins. Cette étude s'appuie sur des études préalables (marché, faisabilité...) et aboutit à l'étude d'un avant projet sommaire permettant de définir une ou des solutions d'ensemble exprimées à l'aide de modèles numériques (maquettes numériques), croquis et schémas, maquettes...

Dossier de définition de produit :

C'est un dossier numérique et « papier » qui rassemble, au fur et à mesure de son élaboration, la définition précise d'une pièce fabriquée appartenant à un produit. Il comprend le ou les dessins (ou maquettes numériques) de :

- conception préliminaire de la pièce (privilégiant les surfaces et conditions fonctionnelles) ;
- conception détaillée à l'issue de la phase d'optimisation de la relation produit, matériau, procédé ;
- conception détaillée et spécifiée, formalisant la définition des formes et des spécifications dimensionnelles et géométriques de la pièce (donnant souvent lieu à l'édition d'un plan 2D respectant les normes de définition graphique et de cotation ISO en vigueur).

L'ensemble peut prendre la forme d'un dossier rassemblant, en plus de la définition géométrique de la pièce, les données techniques et économiques imposées, les contraintes de fabrication, de contrôle, de production.

Dossier technique :

Terme générique désignant un ensemble de données techniques relatives à une ou plusieurs phases de la vie d'un produit (conception, industrialisation, production, maintenance...). Ce type de dossier comporte des données, des comptes-rendus, des analyses spécifiques, des conclusions techniques.

Eco-conception :

Méthode de conception d'un produit qui intègre les consignes écologiques de respect environnemental depuis sa création jusqu'à son recyclage.

Esquisse pilotante :

Dans un logiciel de CAO volumique, une esquisse pilotante est un tracé géométrique filaire paramétré traduisant les propriétés, tant du point de vue des dispositions géométriques que des capacités de déplacements, attaché au principe de solution développé.

Fonction technique :

Au sens du FAST, une fonction de service est satisfaite par l'association d'une ou plusieurs fonctions techniques. Une fonction technique est une « relation caractérisée » entre différentes parties d'un produit (pièce ou ensemble de pièces), elle est exprimée exclusivement en terme de finalité.

La fonction technique est formulée par un verbe d'action à l'infinitif suivi d'un ou plusieurs compléments. Cette formulation doit être indépendante des solutions susceptibles de la réaliser. Une fonction technique doit être caractérisée par des critères et des valeurs

Dans le développement industriel d'un produit, ces fonctions correspondent généralement à un ensemble de tâches et d'activités relatives à la réalisation d'une phase identifiée, comme la conception, la préparation de la production, la production, la gestion de la qualité, des achats...

Dans le monde industriel, ces fonctions correspondent généralement à des services réunissant toutes les compétences techniques et humaines nécessaires à la réalisation d'une fonction donnée : bureau d'étude, service qualité, bureau de méthodes, service industrialisation...

Ingénierie simultanée ou concourante (en anglais concurrent engineering) :

L'ingénierie simultanée est une approche systématique et multidisciplinaire qui intègre en parallèle les différentes phases de développement d'un produit, et la gestion de son processus : identification des besoins du client, spécifications du produit, conception du produit et des moyens de fabrication, fabrication du produit, tout en tenant compte du cycle complet de la vie du produit, incluant le service après-vente, l'entretien, la mise au rebut ou le recyclage.

En utilisant un processus efficace de développement de produits, dans un environnement d'équipes multifonctionnelles performantes et créatives, il est possible de développer rapidement des produits de qualité à des coûts compétitifs. Ce processus de développement du produit doit être intégré, multidisciplinaire, flexible et fortement interactif.

Ce concept est appelé Ingénierie Simultanée, Ingénierie Concourante ou Développement Intégré.

Ingénierie système :

L'ingénierie des systèmes ou ingénierie système est une approche scientifique interdisciplinaire, dont le but est de formaliser et d'appréhender la conception de systèmes complexes avec succès.

L'ingénierie des systèmes a pour objectif de contrôler la conception de systèmes dont la complexité ne permet pas le pilotage simple. Par système, on entend un ensemble d'éléments humains ou matériels en interdépendance les uns les autres et qui inter-opèrent à l'intérieur de frontières ouvertes ou non sur l'environnement. Les éléments matériels sont composés de sous-ensembles de technologies variées : mécanique, électrique, électronique, matériels informatiques, logiciels, réseaux de communication, etc.

Les efforts en ingénierie des systèmes embrassent l'ensemble du cycle de vie du système et leur mise en cohérence mobilise l'ensemble des corpus théoriques (sciences de l'ingénieur, sciences humaines, sciences cognitives, génie logiciel, etc.)

Maquette numérique :

La maquette numérique est une représentation virtuelle d'un produit. Les maquettes servent à valider et à définir. Les propriétés qui lui sont attachées sont fonction des points de vue souhaités pour la validation - un principe technique, une solution constructive, un ensemble fonctionnel, un comportement...

Modeleur volumique :

Dénomination des progiciels de conception de systèmes mécaniques de dernière génération. Le modeleur volumique est le maillon central d'une chaîne numérique de conception. Ce type de logiciel permet de :

- créer des pièces par association de volumes élémentaires créés par des fonctions telles que l'extrusion ou la rotation d'une surface (esquisse) par rapport à une direction ;
- associer ces pièces selon des contraintes géométriques pour construire le modèle virtuel d'un système mécanique ;
- construire des maquettes « **robustes** ». La robustesse d'une maquette caractérise sa capacité à accepter de se reconstruire après la modification d'une caractéristique de référence. Ce concept dépend des méthodes de constructions adoptées pour :
 - définir une pièce (choix de l'arbre de construction, des esquisses et pertinence des critères d'évolution retenus) ;
 - construire un assemblage (choix des contraintes, constructions dans l'assemblage, paramétrages...).
- construire des maquettes « portables » : propriété du modèle géométrique à accepter les modifications et à être réutilisé facilement. Les interventions extérieures sur le fichier informatique ne doivent pas générer des incohérences dans la base de données géométriques.

Le modeleur peut être :

- variationnel : toute modification d'une dimension sur le modèle engendre des modifications sur l'ensemble de la pièce et de la structure ;
- paramétré : possibilité de déclarer des paramètres gérant des dimensions et des fonctions facilitant la gestion de familles de pièces ;
- évolutif : possibilité d'enregistrer des versions successives d'une maquette, facilitant des traitements particuliers (simulations de comportement mécanique, dimensionnements, fabrications), souvent associé à l'interactivité des modèles (une modification exigée par une simulation de fabrication se reporte automatiquement sur le modèle géométrique, par exemple) ;
- exact : la représentation volumique des solides est attachée à une définition mathématique exacte ;
- configurable : ce qui permet de gérer, dans un seul fichier informatique, différentes situations de la même maquette, pour enregistrer des options de conception, des positions successives, des essais de formes, etc.

Modèle d'étude :

Il s'agit d'un modèle permettant le calcul manuel ou informatique exploitant les théorèmes généraux de la mécanique ou les lois de l'élasticité en vue de déterminer les inconnues d'un problème (déformations, contraintes, efforts, puissances...)

Ce modèle est élaboré à partir des solutions constructives du système réel en faisant un certain nombre d'hypothèses le plus souvent simplificatrices.

En phase de conception préliminaire, ce modèle est élaboré à l'aide d'un modelleur volumique. Il permet d'intégrer les conditions fonctionnelles et sert de support aux validations comportementales.

Paramétrage fonctionnel :

En mécanique, les paramètres d'un système représentent l'ensemble des n variables qui définissent la géométrie d'un système mécanique. On trouve des paramètres relatifs à la géométrie des solides et des paramètres relatifs aux liaisons entre les solides. Implicitement, ils sont choisis indépendants.

Au sein d'un logiciel de mécanique, la notion de paramètres pilotes recouvre en fait les degrés de mobilité des mécanismes (paramètres linéaires ou angulaires). Explicitement, ils sont choisis indépendants.

Dans le cadre de l'utilisation d'un modelleur volumique, deux types de paramétrage sont possibles :

- soit relatif à une esquisse pilotante support de construction de la maquette numérique ;
- soit relatif aux esquisses utiles à la définition des entités géométriques d'un modèle volumique.

Dans les deux cas le paramétrage est dit fonctionnel, si, tout en garantissant la « robustesse » de la maquette numérique (pièce, assemblage ou sous assemblage), la modification d'une donnée d'entrée (dimension, fonction...) a pour effet de préserver l'intention de conception.

Product Data Management ou PDM (gestion de données produits ou Système de Gestion Données Techniques SGDT).

Plate-forme de données produits et de procédés industriels commune à toutes les solutions PLM.

Une solution PDM permet de conserver et de gérer automatiquement l'ensemble des informations liées à un produit tout en facilitant la collaboration à travers l'entreprise et tout au long cycle de vie de celui-ci.

Les systèmes PDM associent les hommes et les procédés grâce à l'automatisation et au suivi de la gestion des tâches d'une organisation et de sa chaîne d'approvisionnement, stimulant ainsi l'efficacité et la responsabilité, tout en facilitant la conformité aux normes en vigueur.

Les systèmes PDM s'appuient sur un ensemble de solutions informatiques (CAO, ERP, Intranet, ...) qui facilitent les échanges et la gestion sécurisée de documents 3D, la gestion des tâches, la gestion des changements et demandes de modification, ...

Product Lifecycle Management ou PLM (gestion du cycle de vie du produit)

Démarche qui consiste, pour une entreprise, à capitaliser et à partager l'ensemble des données et des informations concernant un produit depuis la conception à la fin de cycle de vie de celui-ci.

Cette démarche concerne la conception, la fabrication, le stockage, le transport, la vente, le service après-vente, le recyclage...

Cette démarche inclue tous les acteurs : collaborateurs de l'entreprise, partenaires, fournisseurs, équipementiers et clients...

La démarche PLM s'appuie sur le déploiement progressif de logiciels qui arrivent sur le marché (Gestion des connaissances métier, Outils d'aide à la décision, CFAO, simulation numérique, Calcul mécanique).

Prédimensionnement :

Opération qui consiste par un calcul approché à dimensionner, dans un premier temps, les structures, les organes et composants principaux. Par exemple, en résistance des matériaux, déterminer les dimensions principales des pièces de type poutres.

Préindustrialisation :

Étape de la vie d'un produit pouvant être proposée lors de la conception détaillée du produit lorsque les procédés de réalisation ne sont pas définis ou sont remis en cause. La préindustrialisation permet d'optimiser la relation produit - matériau - procédé attachée à chaque pièce fabriquée par la recherche du meilleur compromis répondant aux contraintes technico-économiques attachées au produit. Cette étape peut faire appel à la réalisation de maquettes, à des simulations de comportement, de réalisation, d'assemblages.

Principe

Peut se dire d'un élément théorique relatif à une science ou à une solution technique. Dans ce dernier cas, l'expression du principe appliqué dans la réalisation d'une solution constructive permet d'identifier le mode de fonctionnement fondamental retenu. Par exemple, le principe du vérin permet, par déformation d'une chambre expansible, d'appliquer le principe de Pascal à des corps rigides assemblés ou des corps déformables uniques pour créer une déformation, dont résulte un déplacement ou un effort.

La connaissance, l'identification et la formalisation des principes scientifiques et techniques mis en œuvre dans l'analyse et la conception des systèmes mécaniques est une activité importante de l'ingénieur et du technicien.

Prototype :

Modèle permettant l'évaluation de la conception détaillée d'un système et de sa réalisation.

Il préfigure la réalisation du matériel définitif et permet de valider les exigences des spécifications fonctionnelles auxquels il devra répondre. Le prototype ne peut pas être virtuel et doit être le plus proche possible de la version définitive du produit.

Revue de projet :

Étapes de la conception du produit pendant laquelle « l'équipe projet » valide un certain nombre de points d'avancement du dossier de projet industriel.

En BTS CPI, « l'équipe projet » est composée, des étudiants qui réalisent le projet, des professeurs responsables et du demandeur.

Il y a plusieurs types de revues de projet, comme :

- la **revue critique de spécification** qui valide le cahier des charges fonctionnel ;
- la **revue critique de conception préliminaire** qui valide la recherche de solutions et les avant-projets ;
- la **revue critique de conception générale et détaillée** qui valide la conception générale du produit ainsi que sa définition au regard du cahier des charges.

Savoir-faire :

Habileté manifestée dans une situation professionnelle définie. C'est l'ensemble des gestes, des méthodes les mieux adaptées à la tâche proposée.

Le savoir-faire est d'ordre « manipulatoire » lorsqu'il est du domaine de l'action, de la manipulation. Ex : agir, connecter, démonter ou remonter, démarrer, mesurer (prendre la mesure).

Le savoir-faire est d'ordre « opératoire » lorsqu'il est du domaine du suivi d'un protocole d'action, de la réalisation d'une opération, de la mise en œuvre de tout ou partie d'un processus. Ex : régler, mettre en œuvre, démonter ou remonter un ensemble complexe, mesurer (mettre en œuvre la mesure)

Le savoir-faire est d'ordre « méthodologique » lorsqu'il est du domaine de l'organisation de l'action, de la conception, du choix, de la justification d'une méthode en vue de réaliser un processus ou un service. Ex : organiser, proposer, concevoir, choisir, justifier, comparer, mesurer (concevoir la mesure).

Savoirs associés :

Ensemble de connaissances qu'il est nécessaire de mobiliser pour rendre possible l'exercice d'une compétence.

Solution constructive :

Proposition concrète et réaliste dont la fabrication est possible. Elle permet de répondre, en partie, à une ou plusieurs fonctions de service dans un mécanisme.

Les solutions constructives peuvent être classées en grandes familles répondant à des objectifs donnés (transformer un mouvement, réaliser un guidage en rotation, assurer une étanchéité...). Elles peuvent associer des éléments standardisés, préfabriqués et optimisés, des éléments spécifiques au problème donné, définis et réalisés pour la circonstance ou par des éléments adaptatifs, préfabriqués mais possédant des capacités d'adaptation au cahier des charges.

Spécification géométrique :

C'est une indication qui caractérise soit l'intervalle acceptable pour une dimension, soit la zone de tolérance relative à l'acceptabilité d'une forme ou au positionnement ou à l'orientation d'éléments géométriques les uns par rapport aux autres.

Tâches professionnelles :

Ensemble d'opérations élémentaires mises en œuvre pour réaliser le travail prescrit. Pour être menée à bien, une tâche mobilise des compétences. Elle est caractérisée par des données d'entrée, la mise en œuvre d'outils et de méthodes, la production de résultats attendus et identifiables.

Exemple : analyse critique de solutions, réalisation des dessins de définition de produits finis, cotés, tolérancés.

Vie du produit et cycle de vie :

Selon l'analogie biologique introduite par l'américain R. Vernon, les produits se comportent comme des êtres vivants et ont un cycle de vie en quatre phases : naissance, croissance, maturité et déclin.

Dans le domaine de la mécanique le cycle de vie d'un produit est l'ensemble de toutes les phases de l'existence d'un produit, depuis sa naissance jusqu'à sa disparition : conception, réalisation, utilisation, recyclage.

ANNEXE II – Stages en milieu professionnel

Deux stages de nature très différente peuvent ponctuer la scolarité des étudiants selon leur origine de formation.

1. Objectifs du stage de découverte

Le premier situé chronologiquement lors du premier semestre de la première année (il pourra se dérouler en partie sur des vacances scolaires), d'une durée de deux semaines, est proposé exclusivement aux étudiants possédant un baccalauréat général ou technologique afin de les immerger dans un environnement d'entreprise. L'acquisition de compétences propres au référentiel n'est pas requise, il s'agit d'un stage d'immersion et de découverte destiné à accroître rapidement la culture professionnelle de l'étudiant sur les systèmes de réalisation du domaine de la mécanique. Ce stage ne s'effectue pas uniquement en bureau d'étude et permet de découvrir les différentes phases de conception et de réalisation de systèmes mécaniques. Il permet de découvrir et d'observer la réalisation de pièces et de produits, quels que soient les procédés de réalisation mis en œuvre. Les entreprises d'accueil peuvent donc être très différentes, en taille, types de production, organisations, l'exigence principale étant de pouvoir observer et analyser la production de pièces mécaniques.

Le stage de découverte ne fait pas l'objet d'un rapport de stage évalué dans le cadre des épreuves de certification du BTS CPI.

C'est l'établissement qui, dans le volet pédagogique de son projet d'établissement, décide, ou non, d'organiser ce premier stage auquel la réglementation administrative décrite au paragraphe 3.1.1 ci-après s'applique. Le projet pédagogique devra obligatoirement comporter l'organisation pédagogique établie pour les étudiants qui ne font pas ce stage.

2. Objectifs du stage métier

Le stage en milieu professionnel permet au futur technicien supérieur de prendre la mesure des réalités techniques et économiques de l'entreprise. Au cours de ce stage en bureau d'études l'étudiant est conduit à appréhender le fonctionnement de l'entreprise au travers de la conception et la réalisation de ses produits, ses marchés, ses équipements, son organisation du travail, ses ressources humaines... C'est aussi pour lui l'occasion d'observer la vie sociale de cette entreprise (relations humaines, horaires, règles de sécurité, etc.).

Contexte professionnel

Fonctions : elles correspondent à la catégorie « technicien supérieur ».

Localisation : **dans une entreprise comportant un secteur de conception mécanique.** Le stagiaire pourra participer aux activités du bureau d'études (et de la fabrication lorsque cela est possible) pour approfondir les contraintes liées aux relations entre conception et réalisation.

Dans ce cadre, il est conduit à appréhender le fonctionnement général de l'entreprise ou du secteur qui l'accueille et plus particulièrement **le travail en bureau d'études**. Il en appréciera l'organisation, les équipements, les ressources humaines, les intervenants, la gestion des coûts et l'ensemble des techniques de réalisation mises en œuvre... Les activités menées contribuent à l'approfondissement des connaissances et à l'acquisition de compétences dont les principales sont :

- **C1** : S'intégrer dans un environnement professionnel, assurer une veille technologique et capitaliser l'expérience
- **C3** : Formuler et transmettre des informations, communiquer sous forme écrite et orale y compris en anglais
- **C4** : S'impliquer dans un groupe projet et argumenter des choix techniques

3.1 Voie scolaire

3.1.1. Réglementation relative aux stages en milieu professionnel

Le stage métier est obligatoire pour les étudiants relevant d'une préparation présentielle ou à distance.

Les stages, organisés avec le concours des milieux professionnels, sont placés sous le contrôle des autorités

académiques dont relève l'étudiant et le cas échéant, des services du conseiller culturel auprès de l'ambassade de France du pays d'accueil pour un stage à l'étranger.

Chaque période de stage en entreprise fait l'objet d'une convention entre l'établissement fréquenté par l'étudiant et la ou les entreprise(s) d'accueil. La convention est établie conformément aux dispositions et décrets en vigueur.

Toutefois, cette convention pourra être adaptée pour tenir compte des contraintes imposées par la législation du pays d'accueil.

Pendant les stages en entreprise, l'étudiant a obligatoirement la qualité d'étudiant stagiaire et non de salarié.

Chaque convention de stage doit notamment préciser :

- les modalités de couverture en matière d'accident du travail et de responsabilité civile ;
- les objectifs et les modalités de formation (durée, calendrier) ;
- les modalités de suivi du stagiaire par les professeurs de l'équipe pédagogique responsable de la formation et de l'étudiant.

3.1.2. Mise en place et suivi des stages

La recherche des entreprises d'accueil est assurée par les étudiants sous la responsabilité du chef d'établissement. Chaque stage s'effectue au sein d'une entreprise proposant des activités de conception de produits et/ou de pièces mécaniques.

Afin d'en assurer le caractère formateur, les stages sont placés sous la responsabilité pédagogique des professeurs assurant les enseignements professionnels, mais l'équipe pédagogique dans son ensemble est responsable de l'explicitation de leurs objectifs, de leur mise en place, de leur suivi et de l'exploitation qui en est faite. Elle doit veiller à informer les responsables des entreprises ou des établissements d'accueil des objectifs de chaque stage et plus particulièrement des compétences qu'ils visent à développer.

La période de stage métier, d'une durée de six à dix semaines, dont le positionnement temporel est laissé à l'initiative de chaque établissement doit permettre au stagiaire de mettre en application les compétences acquises durant sa formation. Les activités à conduire sont conjointement définies par l'enseignant et le stagiaire en accord avec les propositions du tuteur en entreprise.

A la fin du stage métier, un certificat de stage est remis au stagiaire par le responsable de l'entreprise ou son représentant, attestant la présence de l'étudiant. Un candidat qui n'aura pas présenté cette pièce ne pourra être admis à subir l'épreuve E5-Unité U52 « Soutenance du rapport de stage ». Un candidat, qui, pour une raison de force majeure dûment constatée, n'effectue qu'une partie de la durée du stage métier prévue par la convention, peut être autorisé par le recteur à se présenter à l'examen, le jury étant tenu informé de sa situation.

3.1.3. Rapport du stage métier

A l'issue du stage métier, les candidats scolaires rédigent à titre individuel, un rapport d'environ trente pages (hors annexes) dont le contenu est défini dans l'épreuve E5 unité U52. Les annexes peuvent comporter des compléments techniques.

Le rapport du stage métier, visé par l'entreprise, est transmis en version numérique uniquement selon une procédure mise en place par chaque académie et à une date fixée dans la circulaire d'organisation de l'examen.

3.1.4. Documents pour l'évaluation

Au terme du stage métier, les professeurs concernés et le tuteur de l'entreprise d'accueil déterminent conjointement l'appréciation qui sera proposée à l'aide de la fiche d'évaluation du travail réalisé. Cette fiche d'évaluation avec le rapport de stage est le seul document qui sera communiqué à la commission d'interrogation de l'épreuve U5. Cette fiche comportera une proposition de note attribuée conjointement par le tuteur en entreprise et l'équipe de formateurs ayant suivi le candidat. Elle sera relative au comportement dont le candidat a fait preuve pendant l'accomplissement des activités qui lui ont été confiées durant le stage.

3.2 Voie de l'apprentissage

Pour les apprentis, les certificats de stage sont remplacés par la photocopie du contrat de travail ou par une attestation de l'employeur confirmant le statut du candidat comme apprenti dans son entreprise.

Les objectifs pédagogiques de l'épreuve U5 sont les mêmes que ceux des candidats de la voie scolaire.

3.3 Voie de la formation continue

Les candidats qui se préparent au brevet de technicien supérieur Conception des produits industriels par la voie de la formation continue rédigent un rapport sur leurs activités professionnelles dans le même esprit que le rapport de stage métier.

3.3.1. Candidats en situation de première formation ou en situation de reconversion

La durée de stage est de 8 semaines. Elle s'ajoute à la durée de formation dispensée dans le centre de formation continue en application de l'article 11 du décret n°95-665 du 9 mai 1995 modifié portant règlement général du brevet de technicien supérieur.

L'organisme de formation peut concourir à la recherche de l'entreprise d'accueil. Le stagiaire peut avoir la qualité de salarié d'un autre secteur professionnel.

Lorsque cette préparation s'effectue dans le cadre d'un contrat de travail de type particulier, le stage obligatoire est inclus dans la période de formation dispensée en milieu professionnel si les activités effectuées sont en cohérence avec les exigences du référentiel du brevet de technicien supérieur Conception des Produits Industriels et conformes aux objectifs définis ci-dessus.

3.3.2. Candidats en situation de perfectionnement

Le certificat de stage peut être remplacé par un ou plusieurs certificats de travail attestant que l'intéressé a été occupé dans le domaine de la conception de produits industriels en qualité de salarié à temps plein pendant six mois au cours de l'année précédant l'examen ou à temps partiel pendant un an au cours des deux années précédant l'examen. Les activités effectuées doivent être en cohérence avec les exigences du référentiel du BTS CPI.

Les candidats rédigent un rapport et un dossier sur leurs activités professionnelles dans le même esprit que le rapport du stage métier.

3.4 Candidats en formation à distance

Les candidats relèvent, selon leur statut (scolaire, apprenti, formation continue), de l'un des cas précédents.

3.5 Candidats qui se présentent au titre de leur expérience professionnelle

Le certificat de stage peut être remplacé par un ou plusieurs certificats de travail justifiant la nature et la durée de l'emploi occupé.

Ces candidats rédigent un rapport sur leurs activités professionnelles dans le même esprit que le rapport du stage métier.

4. Aménagement de la durée du stage métier

La durée normale du stage est de six à dix semaines. Pour une raison de force majeure dûment constatée ou dans le cadre d'une formation aménagée ou d'une décision de positionnement, la durée de stage peut être réduite mais ne peut être inférieure à 4 semaines. Toutefois, les candidats qui produisent une dispense (notamment au titre de la validation des acquis de l'expérience) ne sont pas tenus d'effectuer ce stage.

Le recteur est seul autorisé à valider les aménagements de la durée de stage ou les dispenses.

5. Candidats scolaires ayant échoué à une session antérieure de l'examen

Les candidats ayant échoué à une session antérieure de l'examen ont le choix entre présenter le précédent rapport numérique du stage métier, modifier ce rapport ou en élaborer un autre après avoir effectué la période de stage métier correspondante.

Les candidats apprentis redoublants peuvent présenter à la session suivant celle au cours de laquelle ils n'ont pas été admis :

- soit leur contrat d'apprentissage initial prorogé d'un an ;
- soit un nouveau contrat conclu avec un autre employeur (en application des dispositions de l'article L6222-11 du code du travail).

ANNEXE III – Grille horaire

		Horaire de 1 ^{ère} année			Horaire de 2 ^{ème} année		
		Semaine	a + b + c ⁽²⁾	Année ⁽³⁾	Semaine	a + b + c ⁽²⁾	Année ⁽³⁾
1. Culture générale et expression		3	3 + 0 + 0	90	3	2 + 1 + 0	108
2. Langue vivante étrangère : anglais		2	0 + 2 + 0	60	2	0 + 2 + 0	72
3. Mathématiques		2,5	1,5 + 1 + 0	75	2,5	1,5 + 1 + 0	90
4. Physiques chimie		2	1 + 0 + 1	60	2	1 + 0 + 1	72
5. Enseignement professionnel (EP) et généraux associés		20	6 ⁽⁴⁾ + 3 + 11	600	20	6 ⁽⁴⁾ + 3 + 11	720
Détail	Enseignement professionnel STI	4,5 + 3 + 11			4,5 + 3 + 11		
	EP en langue vivante étrangère en co intervention	1 ⁽⁵⁾ + 0 + 0			1 ⁽⁵⁾ + 0 + 0		
	Mathématiques et EP en co intervention	0,5 ⁽⁶⁾ + 0 + 0			0,5 ⁽⁶⁾ + 0 + 0		
6. Accompagnement personnalisé		1,5 ⁽⁹⁾	0 + 0 + 1,5 ⁽⁷⁾	60	1,5 ⁽⁹⁾	0 + 0 + 1,5 ⁽⁸⁾	54
Total		31 h	11,5 + 6 + 14	930 ⁽¹⁾ h	31 h	10,5 + 7 + 13,5	1116 h
Exemple de répartition possible des 20 heures (6+3+11) d'enseignement professionnel STI (relevant de la responsabilité du chef d'établissement).							
5.1 Comportement des systèmes techniques		3 ⁽¹⁰⁾ + 1 + 2			3 ⁽¹⁰⁾ + 1 + 2		
5.2 Construction mécanique		2 ⁽¹¹⁾ + 2 + 6			2 ⁽¹¹⁾ + 2 + 6		
5.3. Industrialisation des produits		1 + 0 + 3			1 + 0 + 3		

- (1) : Les horaires tiennent compte de 8 semaines de stage en milieu professionnel.
- (2) : a : cours en division entière, b : travaux dirigés ou pratiques de laboratoire, c : travaux pratiques d'atelier ou projet.
- (3) : Horaire annuel étudiant donné à titre indicatif
- (4) : Dont 1,5 heures d'enseignements professionnels STI et généraux associés en co-intervention.
- (5) : Pris en charge par deux enseignants STI et anglais (1H par semaine, pouvant être annualisée).
- (6) : Pris en charge par deux enseignants de Mathématiques et STI (0,5H par semaine, pouvant être annualisée).
- (7) : En première année une part significative de l'horaire d'accompagnement personnalisé est consacrée à une maîtrise des fondamentaux en mathématiques. Les 1,5 heures hebdomadaires peuvent être annualisées.
- (8) : En deuxième année, une part significative de l'horaire d'accompagnement personnalisé est consacrée, pour les étudiants concernés, à un approfondissement des disciplines scientifiques en vue d'une poursuite d'étude. Les 1,5 heures hebdomadaires peuvent être annualisées.
- (9) : Les horaires d'accompagnement personnalisé de première et deuxième année peuvent être cumulés sur le cycle de 2 ans et répartis différemment, en fonction du projet pédagogique validé au niveau de l'établissement.
- (10) : Dont une demi-heure (annualisable) de co-intervention Mathématiques et STI
- (11) : Dont une heure de co-intervention (annualisable) STI et Anglais

ANNEXE IV – Règlement d'examen

EPREUVES			Candidats				
			Scolaires (établissements publics ou privés sous contrat), Apprentis (CFA ou sections d'apprentissage habilités), Formation professionnelle continue dans les établissements publics habilités.		Formation professionnelle continue (établissements publics habilités à pratiquer le CCF pour ce BTS).	Scolaires (établissements privés hors contrat), Apprentis (CFA ou sections d'apprentissage non habilités), Formation professionnelle continue (établissement privé) Au titre de leur expérience professionnelle Enseignement à distance	
Nature des épreuves	Unités	Coef.	Forme	Durée	Forme	Forme	Durée
E1 – Culture générale et expression	U1	3	Ponctuelle écrite	4 h	CCF 3 situations	Ponctuelle écrite	4h
E2 - Langue vivante étrangère anglais	U2 ⁽¹⁾	2	CCF 2 situations		CCF 2 situations	Ponctuelle orale	Compréhension : 30 minutes Expression : 15 minutes
E3 - Mathématiques et Physique - Chimie							
Mathématiques	U31	2	CCF 2 situations		CCF 2 situations	Ponctuelle écrite	2 h
Physique Chimie	U32	2	CCF 1 situation		CCF 1 situation	ponctuelle écrite	2 h
E4 – Etude préliminaire des produits							
Expression du besoin et cahier des charges fonctionnel	U41	2	Ponctuelle orale	20 min	Ponctuelle orale (20 min)	Ponctuelle orale	30min
Conception préliminaire	U42	6	Ponctuelle écrite	6 h	Ponctuelle écrite	Ponctuelle écrite	6 h
E5 – Projet industriel							
Conception détaillée	U51	5	Ponctuelle orale	40 min	Ponctuelle orale	Ponctuelle orale	20 min
Soutenance du rapport de stage	U52 ⁽¹⁾	1	Ponctuelle orale	20 min	Ponctuelle orale	Ponctuelle orale	20 min
E6 – Prototypage et industrialisation des produits							
Projet de prototypage	U61	2	CCF 1 situation		CCF 1 situation	Ponctuelle orale	1 h
Projet collaboratif d'optimisation	U62	3	CCF 1 situation		CCF 1 situation	Ponctuelle pratique	4 h
EF1 – Langue vivante facultative (2) (3)	UF1		Ponctuelle orale	20 min de préparation + 20 min	Ponctuelle orale	Ponctuelle orale	20 min de préparation + 20 min
EF2 – Culture design de produit (3)	UF2		CCF 1 situation		Ponctuelle orale	Ponctuelle orale	20 min

(1) La deuxième situation de CCF (expression et interaction) de l'épreuve U2 peut être co-organisée avec l'épreuve U52 de Soutenance du rapport de stage.

(2) La langue vivante choisie au titre de l'épreuve facultative est obligatoirement différente de l'anglais.

(3) Seuls les points au-dessus de la moyenne sont pris en compte.

ANNEXE V – Définition des épreuves

Épreuve E1 (Unité 1) : Culture générale et expression (Coefficient 3)
--

1. Objectif de l'épreuve

L'objectif visé est de certifier l'aptitude des candidats à communiquer avec efficacité dans la vie courante et la vie professionnelle.

L'évaluation a donc pour but de vérifier les capacités du candidat à :

- tirer parti des documents lus dans l'année et de la réflexion menée en cours ;
- rendre compte d'une culture acquise en cours de formation ;
- apprécier un message ou une situation ;
- communiquer par écrit ou oralement ;
- appréhender un message ;
- réaliser un message.

(cf. annexe III de l'arrêté du 17 janvier 2005 – BO n° 7 du 17 février 2005.)

2. Formes de l'évaluation

2.1 - Forme ponctuelle

Épreuve écrite, durée 4 h

On propose trois à quatre documents de nature différente (textes littéraires, textes non littéraires, documents iconographiques, tableaux statistiques, etc.) choisis en référence à l'un des deux thèmes inscrits au programme de la deuxième année de STS. Chacun d'eux est daté et situé dans son contexte.

Première partie : synthèse (notée sur 40)

Le candidat rédige une synthèse objective en confrontant les documents fournis.

Deuxième partie : écriture personnelle (notée sur 20)

Le candidat répond de façon argumentée à une question relative aux documents proposés. La question posée invite à confronter les documents proposés en synthèse et les études de documents menée dans l'année en cours de "Culture générale et expression".

La note globale est ramenée à une note sur 20 points.

(cf. annexe III de l'arrêté du 17 janvier 2005 – BO n° 7 du 17 février 2005.)

2.2 - Contrôle en cours de formation

L'unité de "Culture générale et expression" est constituée de trois situations d'évaluation. Les deux premières, de poids identiques, sont relatives à l'évaluation de la capacité du candidat à appréhender et à réaliser un message écrit.

Première situation d'évaluation (durée indicative : 2 heures) :

- Objectif général : Évaluation de la capacité du candidat à appréhender et réaliser un message écrit.
- Compétences à évaluer :
 - Respecter les contraintes de la langue écrite ;
 - Synthétiser des informations : fidélité à la signification des documents, exactitude et précision dans leur compréhension et leur mise en relation, pertinence des choix opérés en fonction du problème posé et de la problématique, cohérence de la production (classement et enchaînement des éléments, équilibre des parties, densité du propos, efficacité du message).
- Exemple de situation :

Réalisation d'une synthèse de documents à partir de 2 à 3 documents de nature différente (textes littéraires, textes non littéraires, documents iconographiques, tableaux statistiques, etc.) dont chacun est daté et situé dans son contexte. Ces documents font référence au deuxième thème du programme de la deuxième année de STS.

Deuxième situation d'évaluation (durée indicative : 2 heures) :

- Objectif général : Évaluation de la capacité du candidat à appréhender et réaliser un message écrit.

b) Compétences à évaluer :

- Respecter les contraintes de la langue écrite ;
- Répondre de façon argumentée à une question posée en relation avec les documents proposés en lecture.

c) Exemple de situation :

A partir d'un dossier donné à lire dans les jours qui précèdent la situation d'évaluation et composé de 2 à 3 documents de nature différente (textes littéraires, textes non littéraires, documents iconographiques, tableaux statistiques, etc.), reliés par une problématique explicite en référence à un des deux thèmes inscrits au programme de la deuxième année de STS et dont chaque document est daté et situé dans son contexte, rédaction d'une réponse argumentée à une question portant sur la problématique du dossier.

Troisième situation d'évaluation

a) Objectif général : Évaluation de la capacité du candidat à communiquer oralement.

b) Compétences à évaluer :

- S'adapter à la situation (maîtrise des contraintes de temps, de lieu, d'objectifs et d'adaptation au destinataire, choix des moyens d'expression appropriés, prise en compte de l'attitude et des questions du ou des interlocuteurs) ;
- Organiser un message oral : respect du sujet, structure interne du message (intelligibilité, précision et pertinence des idées, valeur de l'argumentation, netteté de la conclusion, pertinence des réponses...).

c) Exemple de situation

La capacité du candidat à communiquer oralement est évaluée au moment de la soutenance du rapport de stage.

Chaque situation est notée sur 20 points. La note globale est ramenée à une note sur 20.

Épreuve E2 (Unité 2) – Langue vivante étrangère anglais (Coefficient 2)
--

1. Finalités et objectifs

L'épreuve a pour but d'évaluer **au niveau B2** les activités langagières suivantes :

- compréhension de l'oral ;
- expression orale en continue et en interaction.

2. Formes de l'évaluation

2.1 - Contrôle en cours de formation, deux situations d'évaluation

Première situation d'évaluation : évaluation de la compréhension de l'oral, durée 30 minutes maximum sans préparation, au cours du deuxième ou du troisième trimestre de la deuxième année.

- **Organisation de l'épreuve**

Les enseignants organisent cette situation d'évaluation au moment où ils jugent que les étudiants sont prêts et sur des supports qu'ils sélectionnent. Cette situation d'évaluation est organisée formellement pour chaque étudiant ou pour un groupe d'étudiants selon le rythme d'acquisition, en tout état de cause avant la fin du troisième semestre. Les notes obtenues ne sont pas communiquées aux étudiants et aucun rattrapage n'est prévu.

- **Passation de l'épreuve**

Le titre de l'enregistrement est communiqué au candidat. On veillera à ce qu'il ne présente pas de difficulté particulière. Trois écoutes espacées de 2 minutes d'un document audio ou vidéo dont le candidat rendra compte par écrit ou oralement **en français**.

- **Longueur des enregistrements**

La durée de l'enregistrement n'excèdera pas trois minutes. Le recours à des documents authentiques nécessite parfois de sélectionner des extraits un peu plus longs (d'où la limite supérieure fixée à 3 minutes) afin de ne pas procéder à la coupure de certains éléments qui facilitent la compréhension plus qu'ils ne la compliquent.

- **Nature des supports**

Les documents enregistrés, audio ou vidéo, seront de nature à intéresser un étudiant en STS sans toutefois présenter une technicité excessive. On peut citer, à titre d'exemple, les documents relatifs à l'emploi (recherche et recrutement), à la sécurité et à la santé au travail, à la vie en entreprise, à la diversité et à la mixité dans le monde professionnel, à la formation professionnelle, à la prise en compte par l'industrie des questions relatives à l'environnement, au développement durable, etc. Il pourra s'agir de monologues, dialogues, discours, discussions, émissions de radio, extraits de documentaires, de films, de journaux télévisés.

Il ne s'agira en aucune façon d'écrit oralisé ni d'enregistrements issus de manuels. On évitera les articles de presse ou tout autre document conçu pour être lu.

Deuxième situation d'évaluation : évaluation de l'expression orale en continu et de l'interaction en anglais pouvant être associée à la soutenance de stage et partagée avec l'épreuve U52, au cours de la deuxième année (durée indicative 5 + 10 minutes, pendant la soutenance).

- **Expression orale en continu (durée indicative 5 minutes)**

Cette épreuve prend appui sur trois documents en langue anglaise, d'une page chacun, qui illustrent le thème du stage ou de l'activité professionnelle et qui sont annexés au rapport : un document technique et deux extraits de la presse écrite ou de sites d'information scientifique ou généraliste. Le premier est en lien direct avec le contenu technique ou scientifique du stage (ou de l'activité professionnelle), les deux autres fournissent une perspective complémentaire sur le sujet. Il peut s'agir d'articles de vulgarisation technologique ou scientifique, de commentaires ou témoignages sur le champ d'activité, ou de

tout autre texte qui induise une réflexion sur le domaine professionnel concerné, à partir d'une source ou d'un contexte anglophone. Les documents iconographiques ne représenteront au plus qu'un tiers de la page.

Le candidat fera une présentation structurée des trois documents ; il mettra en évidence le thème et les points de vue qu'ils illustrent, en soulignant les aspects importants et les détails pertinents du dossier (cf. descripteurs du niveau B2 du CECRL pour la production orale en continu).

- **Expression orale en interaction (10 minutes minimum)**

Pendant l'entretien, l'examineur prendra appui sur le dossier documentaire présenté par le candidat pour l'inviter à développer certains aspects et lui donner éventuellement l'occasion de défendre un point de vue. Il pourra lui demander de préciser certains points et en aborder d'autres qu'il aurait omis.

On laissera au candidat tout loisir d'exprimer son opinion, de réagir et de prendre l'initiative dans les échanges (cf. descripteurs du niveau B2 du CECRL pour l'interaction orale).

2.2 - Forme ponctuelle.

Les modalités de passation de l'épreuve, la définition de la longueur des enregistrements et de la nature des supports pour la compréhension de l'oral et l'expression orale en continue et en interaction ainsi que le coefficient sont identiques à ceux du contrôle en cours de formation.

1. **Compréhension de l'oral** : 30 minutes sans préparation
Modalités : Cf. Première situation d'évaluation du CCF ci-dessus.
2. **Expression orale en continu et en interaction** : 15 minutes.
Modalités : Cf. Deuxième situation d'évaluation du CCF ci-dessus.

Épreuve E3 : Mathématiques et Physique - Chimie Unité U31 : Mathématiques (Coefficient 2)
--

1. Finalités et objectifs

La sous-épreuve de mathématiques a pour objectifs d'évaluer :

- la solidité des connaissances et des compétences des étudiants et leur capacité à les mobiliser dans des situations variées ;
- leurs capacités d'investigation ou de prise d'initiative, s'appuyant notamment sur l'utilisation de la calculatrice ou de logiciels ;
- leur aptitude au raisonnement et leur capacité à analyser correctement un problème, à justifier les résultats obtenus et à apprécier leur portée ;
- leurs qualités d'expression écrite et/ou orale.

2. Contenu de l'évaluation

L'évaluation est conçue comme un sondage probant sur des contenus et des capacités du programme de mathématiques.

Les sujets portent principalement sur les domaines mathématiques les plus utiles pour résoudre un problème en liaison avec les disciplines technologiques ou la Physique Chimie. Lorsque la situation s'appuie sur d'autres disciplines, aucune connaissance relative à ces disciplines n'est exigible des candidats et toutes les indications utiles doivent être fournies.

3. Formes de l'évaluation

3.1. Contrôle en cours de formation (C.C.F.)

Le contrôle en cours de formation comporte deux situations d'évaluation. Chaque situation d'évaluation, d'une durée de cinquante-cinq minutes, fait l'objet d'une note sur 10 points coefficient 1.

Elle se déroule lorsque le candidat est considéré comme prêt à être évalué à partir des capacités du programme. Toutefois, la première situation doit être organisée avant la fin de la première année et la seconde avant la fin de la deuxième année.

Chaque situation d'évaluation comporte un ou deux exercices avec des questions de difficulté progressive. Il s'agit d'évaluer les aptitudes à mobiliser les connaissances et compétences pour résoudre des problèmes, en particulier :

- s'informer ;
- chercher ;
- modéliser ;
- raisonner, argumenter ;
- calculer, illustrer, mettre en œuvre une stratégie ;
- communiquer.

L'un au moins des exercices de chaque situation comporte une ou deux questions dont la résolution nécessite l'utilisation de logiciels (implantés sur ordinateur ou calculatrice). La présentation de la résolution de la (les) question(s) utilisant les outils numériques se fait en présence de l'examineur. Ce type de question permet d'évaluer les capacités à illustrer, calculer, expérimenter, simuler, programmer, émettre des conjectures ou contrôler leur vraisemblance. Le candidat porte ensuite par écrit sur une fiche à compléter, les résultats obtenus, des observations ou des commentaires.

À l'issue de chaque situation d'évaluation, l'équipe pédagogique de l'établissement de formation constitue, pour chaque candidat, un dossier comprenant :

- la situation d'évaluation ;
- les copies rédigées par le candidat à cette occasion ;
- la grille d'évaluation de la situation, dont le modèle est fourni en annexe ci-après, avec une proposition de note sur 10 points.

Première situation d'évaluation

Elle permet l'évaluation, par sondage, des contenus et des capacités associés aux modules du programme de mathématiques suivants :

- **Fonctions d'une variable réelle**, à l'exception des paragraphes « *Approximation locale d'une fonction* » et « *Courbes paramétrées* ».
- **Calcul intégral**, à l'exception du paragraphe « Formule d'intégration par parties ».
- **Statistique descriptive**.
- **Probabilités 1**.
- **[Probabilités 2**, à l'exception du paragraphe « *Exemples de processus aléatoires* ».]

Deuxième situation d'évaluation

Elle permet l'évaluation, par sondage, des contenus et des capacités associés aux modules du programme de mathématiques suivants :

- **Équations différentielles**.
- **Statistique inférentielle**.
- **Configurations géométriques**.
- **Calcul vectoriel**.

À l'issue de la seconde situation d'évaluation, l'équipe pédagogique adresse au jury la proposition de note sur 20 points, accompagnée des deux grilles d'évaluation. Les dossiers décrits ci-dessus, relatifs aux situations d'évaluation, sont tenus à la disposition du jury et des autorités académiques jusqu'à la session suivante. Le jury peut en exiger la communication et, à la suite d'un examen approfondi, peut formuler toutes remarques et observations qu'il juge utile pour arrêter la note.

3.2. Épreuve ponctuelle

Épreuve écrite d'une durée de deux heures.

Les sujets comportent deux exercices de mathématiques. Ces exercices portent sur des parties différentes du programme et doivent rester proches de la réalité professionnelle.

Il convient d'éviter toute difficulté théorique et toute technicité mathématique excessives.

L'utilisation des calculatrices pendant l'épreuve est autorisée et définie par la circulaire n° 99-018 du 01/02/1999 (BO n° 6 du 11/02/1999).

Épreuve E3 : Mathématiques et Physique - Chimie
Unité U32 : Physique chimie
(Coefficient 2)

1. L'évaluation par contrôle en cours de formation (CCF)

Principe

Le contrôle en cours de formation a pour objectif d'évaluer l'étudiant dans le cadre d'une démarche scientifique menée au laboratoire de physique-chimie en lien avec les enseignements et tâches professionnels. C'est une évaluation certificative qui sert à valider la maîtrise des compétences associées à la situation d'évaluation. Il s'agit de valider les compétences qui sont visées au stade final d'un domaine de formation d'un étudiant sans qu'il soit forcément nécessaire d'attendre la fin de toute la formation.

L'étudiant est évalué sur les six compétences suivantes :

- **s'approprier** : l'étudiant s'approprie la problématique du travail à effectuer et l'environnement matériel à l'aide d'une documentation ;
- **analyser** : l'étudiant justifie ou propose un protocole, propose un modèle ou justifie sa validité, choisit et justifie les modalités d'acquisition et de traitement des mesures ;
- **réaliser** : l'étudiant met en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité ;
- **valider** : l'étudiant identifie des sources d'erreur, estime l'incertitude sur les mesures à partir d'outils fournis, analyse de manière critique les résultats et propose éventuellement des améliorations de la démarche ou du modèle ;
- **communiquer** : l'étudiant explique ses choix et rend compte de ses résultats sous forme écrite et orale ;
- **être autonome et faire preuve d'initiative** : l'étudiant exerce son autonomie et prend des initiatives avec discernement et responsabilité.

Conditions de mise en œuvre des compétences évaluées

Le sujet doit offrir la possibilité d'évaluer l'étudiant sur les six compétences dans une mise en œuvre explicitée ci-dessous.

Compétence	Conditions de mise en œuvre	Exemples de capacités et d'attitudes (non exhaustives)
S'approprier	Sujet contextualisé, c'est-à-dire fondé sur un système ou sur une problématique. Des documentations diverses concernant l'objet de l'étude et le matériel scientifique doivent être fournies en volume raisonnable.	- énoncer une problématique à caractère scientifique ou technologique. - définir des objectifs qualitatifs ou quantitatifs. - rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec une situation.
Analyser	Le sujet doit permettre une diversité des approches expérimentales et le matériel à disposition doit être suffisamment varié pour offrir plusieurs possibilités à l'étudiant. Les documentations techniques sont mises à disposition.	- formuler une hypothèse. - évaluer l'ordre de grandeur des grandeurs physico-chimiques impliquées et de leurs variations. - proposer une stratégie pour répondre à la problématique. - proposer une modélisation. - choisir, concevoir ou justifier un protocole ou un dispositif expérimental.
Réaliser	Le sujet doit permettre à l'examineur d'observer la maîtrise globale de certaines opérations techniques et l'attitude appropriée de l'étudiant dans l'environnement du laboratoire.	- évoluer avec aisance dans l'environnement du laboratoire. - respecter les règles de sécurité. - organiser son poste de travail.

		- utiliser le matériel (dont l'outil informatique) de manière adaptée. - exécuter un protocole. - effectuer des mesures et évaluer les incertitudes associées.
Valider	Le sujet doit permettre de s'assurer que l'étudiant est capable d'analyser de manière critique des résultats et de répondre à la problématique.	- exploiter et interpréter de manière critique les observations, les mesures. - valider ou infirmer les hypothèses établies dans la phase d'analyse. - proposer des améliorations de la démarche ou du modèle.
Communiquer	L'étudiant explique ses choix et rend compte de ses résultats sous forme écrite ou orale, à des moments identifiés dans le sujet.	- présenter les mesures de manière adaptée (courbe, tableau, etc.). - utiliser les notions et le vocabulaire scientifique adaptés. - utiliser les symboles et unités adéquats. - présenter, formuler une proposition, une argumentation, une synthèse ou une conclusion de manière cohérente, complète et compréhensible, à l'écrit et à l'oral.
Être autonome, faire preuve d'initiative	Cette compétence est mobilisée sur l'ensemble de la sous-épreuve en participant à la définition du niveau de maîtrise des autres compétences.	- travailler en autonomie. - mener à bien une tâche sans aide de l'enseignant. - demander une aide de manière pertinente.

La sous-épreuve est une tâche complexe qu'un étudiant de niveau moyen aura à mener en mobilisant des connaissances, des capacités et des attitudes face à une situation qui nécessite, pour être traitée, l'usage de matériel de laboratoire ou d'un ordinateur.

Le sujet s'appuie sur une situation concrète ou sur une problématique représentative d'une réalité technologique en lien avec le domaine professionnel de la STS. Des documentations diverses concernant l'objet de l'étude et le matériel scientifique sont fournies en volume raisonnable.

L'énoncé du sujet commence par une courte description d'une situation concrète et propose ou invite à un questionnement. Des informations complémentaires (listes de plusieurs protocoles, résultats expérimentaux...) peuvent être fournies de manière à circonscrire le champ de l'étude ou de l'expérimentation.

L'informatique doit fournir aux étudiants les outils nécessaires au traitement des données et à l'évaluation des incertitudes sans qu'ils soient conduits à entrer dans le détail des outils mathématiques utilisés.

Tout au long de la sous-épreuve, l'étudiant doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative. Lors des appels, l'examineur peut conforter l'étudiant dans ses choix ou lui apporter une aide adaptée de manière à évaluer les compétences mobilisées par le sujet, même quand l'étudiant n'est pas parvenu à réaliser certaines tâches. Ces aides peuvent être formalisées lors de la conception de la situation d'évaluation. La nature de l'aide apportée influe sur le niveau d'évaluation de la compétence.

Quelques incontournables :

- le sujet laisse une place importante à l'initiative et à l'autonomie ; le sujet ne doit pas donner lieu à un travail expérimental principalement centré sur les techniques de laboratoire. En effet, il ne s'agit pas de valider uniquement des capacités techniques mais d'évaluer les compétences des étudiants, dans le cadre d'une sous-épreuve expérimentale où ils sont amenés à raisonner, à valider, à argumenter et à exercer leur esprit d'analyse pour faire des choix et prendre des décisions dans le domaine de la pratique du laboratoire ;
- les documents proposés ne doivent pas être trop longs à lire et à exploiter ;
- les productions attendues des étudiants doivent être clairement explicitées dans le sujet.

2. L'évaluation par épreuve ponctuelle pratique (durée 3 heures)

Les objectifs de l'épreuve et les critères d'évaluation sont les mêmes que ceux définis dans le cadre de la validation par contrôle continu en cours de formation.

L'épreuve ponctuelle correspond à une tâche complexe mobilisant des connaissances, des capacités et des attitudes associées à un ou plusieurs objectifs de la formation dispensée en BTS CPI. Les objectifs visés sont ceux qui prévalent dans les épreuves proposées aux candidats sous statut scolaire lors de la validation en cours de formation. L'usage de matériel de laboratoire ou d'un ordinateur est requis pour traiter la tâche proposée.

Le jury est constitué d'un enseignant de physique-chimie en charge de cet enseignement en BTS CPI.

L'épreuve ponctuelle est organisée par un établissement public proposant le BTS CPI.

3. Une grille d'évaluation

Une grille d'évaluation est proposée dans le souci d'une homogénéisation des intitulés des compétences mobilisées dans la démarche scientifique en physique-chimie du collège au niveau Bac+2. Elle constitue un outil d'aide à la conception de sujets de CCF en STS, en affirmant le niveau d'exigence dans ces sections et la nécessité d'éviter des évaluations uniquement centrées sur la maîtrise du geste technique.

Cette grille fait apparaître des items rattachés aux compétences. Toutes les compétences doivent être évaluées sur l'ensemble des situations de CCF.

L'évaluation permet d'apprécier, selon quatre niveaux décrits ici de manière assez générale, le degré de maîtrise par l'étudiant de chacune des compétences évaluées dans le sujet.

Niveau A : l'étudiant a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet. En cas de difficulté qu'il sait identifier et formuler par lui-même, l'étudiant sait tirer profit de l'intervention de l'examineur pour apporter une réponse par lui-même.

Niveau B : l'étudiant a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet mais avec quelques interventions de l'examineur concernant des difficultés ou erreurs non identifiées par l'étudiant lui-même mais résolues par lui une fois soulignées par l'examineur :

- après avoir réfléchi suite à un questionnement ouvert mené par l'examineur ;
- ou par l'apport d'une solution partielle.

Niveau C : l'étudiant reste bloqué dans l'avancement des tâches demandées, malgré les questions posées par l'examineur. Des éléments de solutions lui sont apportés, ce qui lui permet de poursuivre les tâches.

Niveau D : l'étudiant n'a pas été en mesure de réaliser les tâches demandées malgré les éléments de réponses apportés par l'examineur. Cette situation conduit l'examineur à fournir une solution complète de la tâche.

Il est légitime qu'un étudiant demande des précisions sur les tâches à effectuer, sans pour autant qu'il soit pénalisé. L'étudiant doit être rassuré à ce niveau, ce qui doit lui permettre de dialoguer sereinement avec l'examineur.

En tout état de cause, lorsqu'une erreur ou une difficulté de l'étudiant est constatée :

- le professeur doit tout d'abord lui poser une ou plusieurs questions ouvertes dans le but de l'amener à reprendre seul le fil de la sous-épreuve ;
- si cela n'a pas suffi, le professeur donne un ou plusieurs éléments de solution ;
- si cela est encore insuffisant, le professeur donne, sans l'expliquer, la solution qui va permettre la poursuite de la sous-épreuve.

4. Une nécessaire préparation

Les étudiants doivent être formés à cette démarche tout au long des deux années de formation et le professeur doit donc leur proposer des activités permettant la mise en œuvre des compétences dans l'esprit décrit précédemment.

Cachet ou nom du centre d'examen

Épreuve E3 – Mathématiques et Physique – Chimie

Sous-épreuve E31 – Physique – Chimie

FICHE D'ÉVALUATION CCF N°... - Coefficient : 1

Candidat : NOM, Prénom :

Sujet n° : Dénomination :

Date de l'évaluation : Durée :

Domaines d'évaluation : indiquer les compétences évaluées par le sujet					
S'approprier		A	B	C	D
☐	Comprendre la problématique du travail à réaliser				
☐	Adopter une attitude critique vis-à-vis de l'information				
☐	Dégager une problématique scientifique				
☐	Rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec la problématique				
Analyser		A	B	C	D
☐	Choisir ou concevoir un protocole/dispositif expérimental				
☐	Formuler une hypothèse				
☐	Relier qualitativement ou quantitativement différentes informations				
☐	Proposer une stratégie pour répondre à la problématique				
☐	Mobiliser des connaissances dans le domaine disciplinaire				
Réaliser		A	B	C	D
☐	Organiser le poste de travail				
☐	Régler le matériel/ le dispositif choisi ou mis à disposition				
☐	Mettre en œuvre la stratégie proposée				
☐	Effectuer des relevés expérimentaux pertinents				
☐	Manipuler dans le respect des règles de sécurité				
Valider		A	B	C	D
☐	Critiquer un résultat, un protocole ou une mesure				
☐	Exploiter et interpréter des observations, des mesures				
☐	Valider ou infirmer une information, une hypothèse, un modèle				
Communiquer		A	B	C	D
☐	Utiliser le vocabulaire scientifique, les symboles et les unités de manière appropriée				
☐	Rendre compte des observations et des résultats				
☐	Formuler une conclusion				
☐	Expliquer, représenter, argumenter, commenter				
↑ Cocher les indicateurs d'évaluation retenus en fonction du problème à traiter Commentaires et appréciation générale : (utiliser le verso de la fiche si nécessaire)		Note proposée au jury CCF n°... : /20			
Évaluateur : Nom	Prénom	Qualité	Établissement	Émargement	

Critères d'évaluation

Le sujet doit mettre le candidat en situation d'être évalué dans chacun des six premiers domaines et l'évaluation doit permettre de classer la performance de l'élève pour chacune de ces compétences sur quatre niveaux.

- Niveau A : le candidat réalise seul l'ensemble du travail demandé.
- Niveau B : le candidat réalise l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante avec une aide limitée du professeur évaluateur.
- Niveau C : le candidat parvient à réaliser une partie du travail demandé avec l'aide du professeur évaluateur.
- Niveau D: le candidat est incapable de faire quoi que ce soit malgré l'aide du professeur évaluateur.

Afin de permettre à l'évaluateur de déterminer pour chaque domaine de compétences le niveau du candidat, le sujet laissera la place à l'initiative mais comportera des compléments et des aides que l'examineur pourra proposer aux candidats selon leurs besoins.

Tableau de correspondance entre compétences et épreuves d'enseignement professionnel

Epreuves du BTS CPI	Compétences	
Unité 41 : Expression du besoin et cahier des charges fonctionnel	C2	Rechercher une information dans une documentation technique, dans un réseau local ou à distance
	C5	Elaborer ou participer à l'élaboration d'un cahier des charges fonctionnel
Unité U42 – Conception préliminaire	C6	Recenser et spécifier des technologies et des moyens de réalisation
	C8	Imaginer et proposer des solutions techniques en réponse à un cahier des charges
	C9	Dimensionner tout ou partie d'une chaîne d'énergie en autonomie et/ou en collaboration avec un spécialiste
	C10	Optimiser le choix d'une solution technique en tenant compte des contraintes technico économiques
Unité U51 – Conception détaillée	C7	Concevoir et définir, à l'aide d'un logiciel de CAO et des outils de simulation associés, tout ou partie d'un ensemble
	C12	Intégrer l'éco-conception dans la conception d'un produit
	C14	Elaborer le dossier de définition d'un produit mécanique (pièces cotées et tolérancées)
Unité 52 : Soutenance du rapport de stage industriel	C1	S'intégrer dans un environnement professionnel, assurer une veille technologique et capitaliser l'expérience.
	C3	Formuler et transmettre des informations, communiquer sous forme écrite et orale y compris en anglais
Unité U61 – Projet de prototypage	C13	Intégrer le prototypage dans la conception et la réalisation d'un produit
Unité U62 – Projet collaboratif d'optimisation d'un produit et d'un processus	C4	S'impliquer dans un groupe projet et argumenter des choix techniques
	C11	Participer à un processus collaboratif de conception et de réalisation de produit

Épreuve E4 – Etude préliminaire de produit Unité U41 – Expression du besoin et cahier des charges fonctionnel (Coefficient 2)

1. Objectif de l'épreuve

Cette épreuve doit permettre d'apprécier l'aptitude du candidat à :

- répondre à une demande d'étude de conception de produit (au sens large : innovation, reconception, évolution, optimisation, ...),
- formaliser celle-ci sous forme de cahier des charges fonctionnel.

L'évaluation porte sur tout ou partie des compétences suivantes :

- **C2** : Rechercher une information dans une documentation technique, dans un réseau local ou à distance
- **C5** : Elaborer ou participer à l'élaboration d'un cahier des charges fonctionnel

Les indicateurs d'évaluation correspondant aux compétences évaluées figurent dans la colonne « Indicateurs de performance » des tableaux décrivant les compétences.

On notera que pour effectuer les tâches demandées, certaines autres compétences peuvent être mobilisées. En aucun cas, ces dernières ne donneront lieu à évaluation. Si ces compétences ne sont pas maîtrisées au moment de la réalisation de cette épreuve, les tâches correspondantes doivent être réalisées avec assistance.

Il est rappelé que l'évaluation se fait sur toutes les dimensions (savoir, savoir-faire, attitude) d'une compétence et en aucun cas sur les seuls savoirs associés.

2. Contenu de l'épreuve

Un dossier-sujet du travail attendu est remis au groupe de candidats. Il présente globalement un avant-projet de conception de produit industriel, en lien avec une entreprise et/ou un donneur d'ordre extérieur, comportant :

- le contexte et l'environnement de l'étude, éventuellement pluri technologique et pouvant être décrits par les outils de l'ingénierie système,
- l'expression initiale du besoin d'un nouveau produit, ou tout ou partie du cahier des charges d'un produit existant nécessitant une évolution (reconception, optimisation, ...),
- le nombre d'étudiant(s) chargé(s) du suivi du projet,
- le nom et coordonnées du chef de projet et/ou des personnes référents chargées de l'affaire permettant de fournir tout avis ou renseignement complémentaire sur l'étude.

Le projet de conception proposé pour cette épreuve pourra avantageusement être le même que celui de l'épreuve de conception détaillée U51. Dans ce cas, la constitution du dossier de conception préliminaire, point de départ de la conception détaillée de l'épreuve U51, pourra être étudié dans le cadre d'activités pédagogiques formatives avant d'être corrigé, vérifié et mis en forme par l'équipe pédagogique.

Ce dossier-sujet de présentation du projet de conception d'un produit industriel est transmis avant la fin du mois de septembre de la deuxième année de formation à l'Inspecteur Pédagogique Régional chargé de la coordination du BTS CPI. L'équipe enseignante fournira les éléments permettant de justifier le nombre d'étudiants retenu pour chaque groupe (constitué de 3 étudiants au minimum et ne pouvant pas dépasser 4 à 5 étudiants). L'IPR statue, éventuellement avec l'aide d'une commission restreinte qu'il constitue, puis informe les équipes de la pertinence du projet et de son organisation ou préconise des évolutions nécessaires au regard des exigences du diplôme. Cette validation peut se tenir lors d'une réunion spécifique réunissant un membre de chaque équipe pédagogique pouvant travailler lors d'une réunion ponctuelle (ou à distance en vidéo conférence).

Pour cette épreuve, les candidats seront placés en situation de réaliser tout ou partie des tâches suivantes :

- **A1-T1** : Analyser un cahier des charges initial de produit et /ou reformuler un besoin,
- **A1-T2** : Participer à la prise en compte de l'environnement de l'étude,
- **A1-T3** : Élaborer tout ou partie d'un cahier des charges fonctionnel (éventuellement sur site) en collaboration avec un chef de projet ou un chargé d'affaires,
- **A1-T4** : Fournir les éléments techniques permettant d'établir un devis estimatif et les argumenter.
- **A2-T1** : Consulter des bases de données techniques, recenser les contraintes de production et de logistique, classer et analyser la documentation réunie.

A l'issue des travaux du groupe d'étudiants, chaque candidat s'appuie sur un dossier de présentation du cahier des charges fonctionnel réalisé durant la seconde année de formation.

Ce dossier décrit le besoin dans son contexte et son environnement, recense l'ensemble des contraintes technico économiques et présente tout ou partie du cahier des charges fonctionnel nécessaire pour mener à bien le projet de conception attendu.

Rédigé sous forme numérique, ce dossier de cahier des charges fonctionnel est limité à 15 pages hors annexes.

Quelle que soit la complexité du dossier préliminaire de projet, le travail à réaliser par un étudiant ne peut excéder une durée de 20 heures prise sur le temps scolaire.

Conformité des dossiers

Le dossier remis et réalisé par le candidat est transmis selon une procédure et à une date fixée, le tout est précisé dans la circulaire d'organisation (nationale, inter académique ou académique) de l'examen.

Le contrôle de conformité du rapport est effectué selon des modalités définies par les autorités académiques avant l'interrogation.

*La constatation de **non-conformité** du rapport entraîne l'attribution de la mention « **non valide** » à l'épreuve correspondante. **Le candidat, même présent à la date de l'épreuve, ne peut être interrogé.** En conséquence, le diplôme ne peut lui être délivré.*

En l'absence du dossier réalisé par le candidat le jour de l'interrogation, le jury interroge néanmoins le candidat. L'attribution de la note est réservée dans l'attente d'une nouvelle vérification mise en œuvre selon des modalités définies par les autorités académiques. Si, après vérification, le rapport réalisé par le candidat est déclaré non-conforme, la mention « non valide » est portée à l'épreuve.

La non-conformité du rapport réalisé par le candidat peut être prononcée dès lors qu'une des situations suivantes est constatée :

- absence de dépôt du dossier réalisé par le candidat ;
- dépôt du dossier réalisé par le candidat au-delà de la date fixée par la circulaire d'organisation de l'examen ou de l'autorité organisatrice.

3. Formes de l'évaluation

A - Pour les candidats scolaires (établissements publics ou privés sous contrat), Apprentis (CFA ou sections d'apprentissage habilités), **de la formation professionnelle continue dans les établissements publics habilités et candidats de la formation professionnelle continue** (établissements publics habilités à pratiquer le CCF pour ce BTS).

Epreuve ponctuelle orale et pratique (durée 20 min)

L'évaluation s'appuie sur 2 phases complémentaires de poids identiques.

Phase 1 de l'épreuve :

La première phase, qui représente 50% de la note permet à l'équipe pédagogique chargée des enseignements technologiques et professionnels d'évaluer la qualité du travail effectué par chaque candidat durant le travail d'expression du besoin et du cahier des charges fonctionnel. Elle se conclut par une revue de projet organisée par l'équipe pédagogique qui s'organise autour du dossier de présentation du cahier des charges fonctionnel rédigé par le groupe. L'enseignant de SII responsable du suivi du projet participe à cette revue, ce qui lui permet d'apprécier le travail de collaboration global mené sur le dossier par le groupe d'étudiants comme l'implication et la maîtrise individuelle du dossier par chaque étudiant. A titre indicatif, cette revue n'excèdera pas une heure pour un groupe de 4 étudiants et peut se dérouler en présence d'un industriel concerné par le projet traité.

À l'issue de cette revue, et en tenant compte du travail réalisé durant toute la phase d'analyse du besoin et d'expression du cahier des charges, l'enseignant de SII complète, pour chaque étudiant, la grille d'évaluation correspondant à une fiche type d'évaluation, et son fichier informatique correspondant, disponible auprès des services rectoraux des examens et concours. Aucun autre type de fiche ne doit être utilisé.

La période choisie pour la revue de projet se situe pendant le premier semestre de l'année scolaire de l'examen. Son organisation relève de la responsabilité de l'équipe pédagogique.

À l'issue de cette épreuve, l'équipe pédagogique constitue un dossier comprenant :

- l'ensemble des documents remis pour conduire le travail demandé pendant la situation d'évaluation ;
- le dossier de cahier des charges fonctionnel sous forme numérique rédigé dans le cadre de l'évaluation par le ou les candidats ;
- une fiche d'évaluation complétée pour chaque étudiant.

L'ensemble du dossier décrit ci-dessus, relatif à la situation d'évaluation, est remis au chef de centre et mis à disposition du jury de la phase 2 de l'épreuve.

Phase 2 de l'épreuve :

La deuxième phase, qui représente 50% de la note permet aux membres d'un jury suite à une épreuve ponctuelle orale de 20 minutes (10 min maximum de présentation du dossier par le candidat et 10 min d'interrogation par les membres du jury) d'évaluer le travail proposé et la qualité de la présentation des résultats.

Le jury est composé d'un professeur SII d'ingénierie mécanique, chargé des enseignements de conception de produits.

À l'issue de cette interrogation, le jury intègre la grille d'évaluation de la première phase (et proposée par l'équipe pédagogique) dans son évaluation ponctuelle et complète, pour chaque étudiant, la grille d'évaluation correspondant à cette épreuve (et son fichier informatique correspondant), disponible auprès des services rectoraux des examens et concours. Aucun autre type de fiche ne doit être utilisé.

L'évaluation s'effectue sur la base du contenu de l'épreuve défini au paragraphe 2.

B - Pour les candidats scolaires (établissements privés hors contrat), **apprentis** (relevant de CFA non habilités), **candidats de la formation professionnelle continue** (établissements privés), **les candidats se présentant au titre de leur expérience professionnelle et les candidats de l'enseignement à distance.**

Épreuve ponctuelle orale (durée : 30 min)

L'épreuve, qui conserve les mêmes objectifs, a comme support un dossier exprimant un besoin devant être traduit en cahier des charges fonctionnel, qui peut être :

- soit élaboré par le candidat et dans ce cas les conditions de réalisation sont identiques à celles énumérées pour les candidats scolaires,
- soit remis par l'autorité académique un mois avant le début de l'épreuve.

L'évaluation ne porte que sur la phase 2 du point A, le candidat présente durant 10 min maximum le dossier qu'il a réalisé et répond durant 20 min aux interrogations du jury, selon les mêmes objectifs et les mêmes critères d'évaluation que pour les candidats issus de la voie scolaire.

Pour ces candidats, l'épreuve se déroule dans un établissement public comportant une section de techniciens supérieurs en Conception des Produits Industriels.

Le dossier fourni au candidat comporte des fichiers informatiques dont le format est imposé par l'autorité académique. Si nécessaire, les candidats auront la possibilité de prendre connaissance du matériel informatique disponible dans l'établissement.

Épreuve E4 – Etude préliminaire de produit
Unité U42 – Conception préliminaire
(Coefficient 6)

1. Objectif de l'épreuve

Cette épreuve doit permettre d'apprécier l'aptitude d'un candidat à mobiliser ses connaissances de mécanique appliquée et d'énergétique pour concevoir, prédéterminer et valider des comportements et justifier des composants de tout ou partie d'un produit industriel pluri technologique, significatif des technologies actuelles.

Cette épreuve permet d'apprécier l'aptitude du candidat à :

- Valider des principes de solutions constructives en réponse à tout ou partie d'un cahier des charges.
- Pré-dimensionner certains éléments d'un mécanisme réel amenant à la résolution d'une problématique technique réelle et justifiée.
- Analyser des conditions de fonctionnement et/ou d'assemblage de tout ou partie du système, et identifier des contraintes géométriques et dimensionnelles associées.

L'évaluation porte sur tout ou partie des compétences suivantes :

- **C6** - Recenser et spécifier des technologies et des moyens de réalisation
- **C8** – Imaginer et proposer des solutions techniques en réponse à un cahier des charges
- **C9** – Dimensionner tout ou partie d'une chaîne d'énergie en autonomie et/ou en collaboration avec un spécialiste
- **C10** - Optimiser le choix d'une solution technique en tenant compte des contraintes technico économiques

Les indicateurs d'évaluation correspondant aux compétences évaluées figurent dans la colonne « Indicateurs de performance » des tableaux décrivant les compétences.

On notera que pour effectuer les tâches demandées, certaines autres compétences peuvent être mobilisées. En aucun cas, ces dernières ne donneront lieu à évaluation. Si ces compétences ne sont pas maîtrisées au moment de la réalisation de cette épreuve, les tâches correspondantes doivent être réalisées avec assistance. Il est rappelé que l'évaluation se fait sur toutes les dimensions (savoir, savoir-faire, attitude) d'une compétence et en aucun cas sur les seuls savoirs associés.

2. Contenu de l'épreuve écrite

L'épreuve écrite s'appuie sur l'analyse d'un système pluri technologique industrialisé. Le sujet décrit une situation industrielle de préconception, présente des résultats définitifs ou intermédiaires et s'appuie sur des représentations volumiques préalables, des calculs de dimensionnements et des simulations numériques.

Pour cette épreuve, les candidats seront placés en situation de réaliser tout ou partie des tâches suivantes :

- **A2-T2** : Rechercher, analyser et représenter rapidement (croquis, schémas) des solutions en relation avec les principes technologiques relatifs au besoin de conception.
- **A2-T4** : Elaborer les lois « d'entrées-sorties » pour les systèmes « simples » (bibliothèque de solutions à proposer) de transformation de mouvement et de transmission de puissance.
- **A2-T5** : Participer à la recherche des solutions de pré dimensionnement de tout ou partie des éléments structurants de la solution et/ou de la chaîne d'énergie.
- **A2-T6** : Exploiter des simulations du comportement de tout ou partie d'un mécanisme à partir d'une maquette numérique 3D et d'outils informatiques métiers pour valider ou non une solution.
- **A2-T7** : Discriminer les solutions constructives possibles, en prenant en compte le triptyque « qualité/coûts/délais » en rapport avec le CDC, et intégrer les évolutions dans la maquette numérique de conception.

Cette épreuve doit permettre d'apprécier l'aptitude d'un candidat à concevoir et à prédéterminer le comportement de tout ou partie d'un produit industriel à partir d'éléments de cahier des charges relatif à un produit industriel pluri technologique, 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 pré-dimensionnement de certains éléments d'un mécanisme réel amenant 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 problématique technique, (modélisation cinématique, statique, dynamique, énergétique, de résistance de matériaux ou d'élasticité) et à indiquer les données caractéristiques de cette modélisation (paramétrage, variations acceptables, conditions limites, etc.).
- l'analyse des conditions de fonctionnement et/ou d'assemblage d'une partie du système, et l'identification des contraintes géométriques et dimensionnelles associées.

Dans le cas de problèmes complexes, des résultats issus de traitements informatiques seront proposés au candidat sous diverses formes (tableaux, graphes, courbes, imagerie) afin qu'il les exploite, les commente et les valide au regard de tout ou partie du cahier des charges fonctionnel proposé.

3. Formes de l'évaluation

- **Forme ponctuelle écrite**

Épreuve écrite d'une durée de 6 heures.

Épreuve E5 – Projet industriel
Unité U51 – Conception détaillée
(Coefficient 5)

1. Objectif de l'épreuve

Cette épreuve permet d'apprécier l'aptitude du candidat à mobiliser ses compétences en conception détaillée de tout ou partie d'un système mécanique pour :

- Produire une solution détaillée de tout ou partie d'un mécanisme à partir d'une proposition de conception préliminaire
- Réaliser tout ou partie du dossier de définition du système mécanique permettant sa réalisation en respectant les normes de cotation en vigueur.
- Intégrer les démarches et méthodes d'optimisation des systèmes mécaniques et des pièces constitutives du système, selon des critères identifiés (éco conception, réalisation, productivité, coûts, design, etc.).
- Travailler en équipe.

L'évaluation porte sur tout ou partie des compétences suivantes :

- **C7:** Concevoir et définir, à l'aide d'un logiciel de CAO et des outils de simulation associés, tout ou partie d'un ensemble
- **C12:** Intégrer l'éco-conception dans la conception d'un produit
- **C14** Elaborer le dossier de définition d'un produit mécanique (pièces cotées et tolérancées)

Les indicateurs d'évaluation correspondant aux compétences évaluées figurent dans la colonne « Indicateurs de performance » des tableaux décrivant les compétences.

On notera que pour effectuer les tâches demandées, certaines autres compétences peuvent être mobilisées. En aucun cas, ces dernières ne donneront lieu à évaluation. Si ces compétences ne sont pas maîtrisées au moment de la réalisation de cette épreuve, les tâches correspondantes doivent être réalisées avec assistance.

Il est rappelé que l'évaluation se fait sur toutes les dimensions (savoir, savoir-faire, attitude) d'une compétence et en aucun cas sur les seuls savoirs associés.

2. Contenu de l'épreuve

Le support de l'épreuve est un dossier de présentation d'un projet de conception détaillée réalisé par plusieurs étudiants d'un groupe de travail (un groupe de travail est constitué de 3 étudiants au minimum et ne peut pas raisonnablement dépasser 4 à 5 étudiants - tout projet exigeant plus d'étudiants doit être décomposé en plusieurs projets indépendants) durant la seconde année de formation (pour les candidats de la formation initiale) et établi à partir d'un dossier de conception préliminaire remis au groupe.

Le support industriel du dossier de conception préliminaire remis au candidat est soit le même support que celui utilisé par l'épreuve U41 d'expression du besoin et du cahier des charges fonctionnel, soit un autre support industriel proposé par l'équipe pédagogique et validé par l'inspecteur pédagogique régional.

Dans le cas où le support est le même que pour l'épreuve U41, la conception préliminaire aura été menée à l'occasion d'activités de formation en cours d'année et le dossier de conception préliminaire relu, corrigé et validé par l'équipe pédagogique.

Le dossier de conception préliminaire remis au candidat comprend:

- le cahier des charges fonctionnel ;
- les analyses fonctionnelles ;
- l'ensemble des recherches de solutions, leur classement, les études de faisabilité, les développements de solutions d'avant-projet ;
- les notes de calculs et les spécifications d'avant-projet ;
- les schémas, croquis, fichiers de calcul et de simulation..., nécessaires à l'établissement de l'avant-projet ;
- tout ou partie de la maquette de conception préliminaire comprenant à minima l'esquisse pilotante (ou le squelette fonctionnel).

À partir de ce dossier de conception préliminaire, éventuellement revu et corrigé, les équipes pédagogiques définissent :

- la répartition des sous-ensembles fonctionnels et des tâches de conception - industrialisation associées entre les différents étudiants de l'équipe de projet,
- le contrat de chaque étudiant indiquant les travaux à réaliser.

Le dossier d'étude préliminaire et le contrat individuel du candidat, mis au point par l'équipe pédagogique de l'établissement, est présenté et validé lors d'une commission académique ou inter-académique présidée par l'Inspecteur Pédagogique Régional chargé de la coordination académique du BTS CPI et réunissant au moins un membre de l'équipe pédagogique en charge du projet industriel (cette commission pouvant travailler lors d'une réunion ponctuelle ou à distance en vidéo conférence). L'IPR statue, éventuellement avec l'aide d'une commission restreinte qu'il constitue, puis informe les équipes de la pertinence du projet et de son organisation ou préconise des évolutions nécessaires au regard des exigences du diplôme.

Pour cette épreuve, les candidats seront placés en situation de réaliser tout ou partie des tâches suivantes :

-
- **A2-T3** : Elaborer la maquette numérique 3D de conception.
- **A3-T1** : Dimensionner puis choisir les composants standards ou sous-traités non définis lors de l'étude préliminaire.
- **A3-T3** : Prendre en compte et optimiser la conception au regard des exigences du cycle de vie du produit
- **A3-T5** : Finaliser une maquette numérique 3D structurée, robuste et évolutive.
- **A3-T6** : Réaliser les dessins de définition en mobilisant la spécification géométrique et dimensionnelle dans un principe de cotation au juste suffisant fonctionnel.
- **A3-T8** : Elaborer le dossier technique de définition du produit.
- **A3-T9** : Elaborer, à partir du modèle numérique définitif, des représentations graphiques dérivées (notices de fonctionnement, images, vidéo de rendu réaliste, éclatés, etc)

Le dossier de conception détaillée établi par le candidat comprend:

- la maquette numérique de conception détaillée correspondant à sa partie d'étude ;
- le dossier de projet et sa nomenclature fournis sous forme de tirages et de fichiers informatiques avec les maquettes numériques attenantes ;
- Les dessins de définition de produit (dimensionnés et tolérancés) de tout ou partie des pièces constitutives, fournis sous forme de tirages et de fichiers informatiques. Une pièce mécanique au moins sera spécifiée partiellement ou totalement et un document détaillant les étapes ayant mené à cette spécification sera annexé au dossier;
- l'ensemble des éléments (résultats de simulations, graphes d'aide au choix des matériaux, compte-rendu d'échanges avec des spécialistes, ...) qui ont conduit aux choix des couples matière-forme-procédé des pièces conçues ;
- l'ensemble des éléments ayant conduit à choisir une solution, un composant standard, une pièce, etc.. intégrant des contraintes d'éco conception ;
- éventuellement d'autres dossiers en fonction de la nature du projet, tels que : dossier de design, de dépôt de brevet, de présentations publicitaires...

A l'issue du travail de conception détaillée, le dossier présenté par le candidat décrit les activités réalisées en autonomie et en liaison avec les autres membres du groupe, les solutions techniques retenues, les procédures et les décisions retenues pour assurer la conformité au cahier des charges fonctionnel de la partie du projet de produit dont il assure l'entière responsabilité.

Quelle que soit la complexité du projet, le travail d'un étudiant ne peut excéder un volume de 80 heures prises sur le temps scolaire.

Le dossier de conception détaillée est limité à 30 pages (hors plans industriels et annexes).

Conformité des dossiers

Le dossier remis et réalisé par le candidat est transmis selon une procédure et à une date fixée, le tout est précisé dans la circulaire d'organisation (nationale, inter académique ou académique) de l'examen.

Le contrôle de conformité du rapport est effectué selon des modalités définies par les autorités académiques avant l'interrogation.

*La constatation de **non-conformité** du rapport entraîne l'attribution de la mention « **non valide** » à l'épreuve correspondante. **Le candidat, même présent à la date de l'épreuve, ne peut être interrogé.** En conséquence, le diplôme ne peut lui être délivré.*

En l'absence du dossier réalisé par le candidat le jour de l'interrogation, le jury interroge néanmoins le candidat. L'attribution de la note est réservée dans l'attente d'une nouvelle vérification mise en œuvre selon des modalités définies par les autorités académiques. Si, après vérification, le rapport réalisé par le candidat est déclaré non-conforme, la mention « non valide » est portée à l'épreuve.

La non-conformité du rapport réalisé par le candidat peut être prononcée dès lors qu'une des situations suivantes est constatée :

- absence de dépôt du dossier réalisé par le candidat ;

- dépôt du dossier réalisé par le candidat au-delà de la date fixée par la circulaire d'organisation de l'examen ou de l'autorité organisatrice.

3. Formes de l'évaluation

A - Pour les candidats scolaires (établissements publics ou privés sous contrat), Apprentis (CFA ou sections d'apprentissage habilités), **de la formation professionnelle continue dans les établissements publics habilités et candidats de la formation professionnelle continue** (établissements publics habilités à pratiquer le CCF pour ce BTS).

Ponctuelle orale et pratique (durée 40 minutes)

L'épreuve s'articule autour des 3 phases suivantes :

– **Phase 1 : évaluation par l'équipe enseignante**, qui propose une note de suivi de projet (synthèse des évaluations effectuées lors des travaux menés par les étudiants ponctuées par des revues de projet) et correspond aux compétences évaluables attendues.

– **Phase 2 : présentation du projet** : épreuve orale ponctuelle et pratique d'une durée maximale de 15 min

Cette phase doit permettre au candidat de présenter le dossier du travail qu'il a réalisé dans le cadre du projet de conception détaillée.

L'ensemble du groupe projet peut décider d'effectuer préalablement une présentation collective. Le temps de l'exposé, annoncé par avance au jury, ne peut excéder 15 minutes. Le temps de chaque présentation individuelle, sera réduit d'une fraction de ces 15 minutes éventuelles, proportionnellement au nombre de candidats du groupe¹.

À l'aide d'un poste informatique le candidat présente alors à la commission d'interrogation les fichiers de la maquette de conception détaillée réalisés sous sa responsabilité.

En s'appuyant sur son dossier de projet de produit, il expose l'ensemble de la démarche suivie pour garantir la conformité au cahier des charges fonctionnel.

Il présente et justifie les démarches suivies, les solutions techniques, les procédés et les procédures retenus. Il commente plus particulièrement les procédures de validation (calculs, simulations, prototypes et essais éventuels, structure de la maquette numérique et cotation de définition d'au moins une pièce), en insistant sur les hypothèses, sur le choix des modèles de traitement et l'interprétation des résultats dans le cadre du projet ainsi que la méthode de cotation appliquée.

– **Phase 3 : Entretien avec la commission d'évaluation** : durée maximale 20 min

À l'issue de la phase précédente de l'épreuve, la commission, qui a fait un examen approfondi du dossier, et qui a pris en compte le dossier préliminaire fourni à l'étudiant (ainsi que son contrat de travail individuel), engage un dialogue avec le candidat pour :

- approfondir certains aspects du projet afin de se conforter dans le sentiment que le travail est bien le résultat d'une réelle autonomie de pensée et d'action du candidat au sein de l'équipe à laquelle il appartient ;
- apprécier la capacité du candidat à répondre avec une argumentation pertinente à des questions posées relativement au dossier et à sa présentation ;
- mettre en lumière certains aspects du projet insuffisamment valorisés dans le dossier écrit et la présentation orale.

La commission d'interrogation prend en compte :

- le dossier élaboré par le candidat ;
- la prestation du candidat ;
- une proposition de note de l'équipe de professeurs ayant suivi le candidat et relative aux compétences dont il a fait preuve pendant les activités de l'année liées au projet présenté, tout particulièrement à l'occasion des revues imposées durant le projet de conception détaillée.

Pour attribuer la note sur 100 points (ramenée au point entier sur 20 après attribution), la commission d'interrogation établit :

- une note sur 30 points pour la phase 1 ;
- une note sur 70 points pour les phases 2 et 3.

1. Par exemple, pour un groupe de 3 candidats effectuant une présentation collective de 15 min, chacun d'eux réduit de 5 min le temps de sa présentation personnelle (soit dans ce cas, une durée de présentation individuelle de 10 min).

La commission d'interrogation est composée de :

- un professeur SII d'ingénierie mécanique, chargé des enseignements de conception de produits
- un professeur SII d'ingénierie mécanique, chargé des enseignements de réalisation des produits
- un professionnel.

En cas d'absence du représentant de la profession, la commission peut valablement exercer sa tâche d'évaluation.

Le dossier de projet est mis à la disposition des membres du jury 15 jours avant le début de l'épreuve

À l'issue de cette revue, la commission complète, pour chaque étudiant, la grille d'évaluation correspondant à une fiche type d'évaluation, et son fichier informatique correspondant, disponible auprès des services rectoraux des examens et concours. Aucun autre type de fiche ne doit être utilisé.

B - Pour les candidats scolaires (établissements privés hors contrat), **apprentis** (relevant de CFA non habilités), **candidats de la formation professionnelle continue** (établissements privés), **les candidats se présentant au titre de leur expérience professionnelle et les candidats de l'enseignement à distance.**

L'épreuve, qui conserve les mêmes objectifs, a comme support un dossier de conception détaillée qui peut être :

- soit élaboré par le candidat et dans ce cas les conditions de réalisation sont identiques à celles énumérées pour les candidats scolaires,
- soit remis par l'autorité académique un mois avant le début de l'épreuve.

Le candidat présente le dossier du travail qu'il a réalisé ou expose et justifie les éléments du dossier qui lui a été fourni, dans le même esprit que pour les candidats issus de la voie scolaire.

L'évaluation ne porte alors que sur les phases 2 et 3 décrites au point A pour les candidats scolaires. La soutenance du dossier de projet de conception détaillée et l'entretien sont notés sur 100 points.

Pour ces candidats, l'épreuve se déroule dans un établissement public comportant une section de techniciens supérieurs en Conception des Produits Industriels. Le dossier fourni au candidat comporte des fichiers informatiques dont le format est imposé par l'autorité académique. Les candidats auront la possibilité de prendre connaissance du matériel informatique disponible dans l'établissement.

La commission d'interrogation est identique à celle définie pour les candidats scolaires (point A)

Épreuve E5 : Projet industriel U52 : Soutenance du rapport de stage industriel (Coefficient 1)

1. Objectif de l'épreuve

Cette épreuve permet d'apprécier l'aptitude du candidat à :

- **C1** : S'intégrer dans un environnement professionnel, assurer une veille technologique et capitaliser l'expérience.
- **C3** : Formuler et transmettre des informations, communiquer sous forme écrite et orale y compris en anglais

Les indicateurs d'évaluation correspondant aux compétences évaluées figurent dans la colonne « Indicateurs de performance » des tableaux décrivant les compétences.

Il est rappelé que l'évaluation se fait sur toutes les dimensions (savoirs, savoir-faire, attitudes) de la compétence et en aucun cas sur les seuls savoirs associés.

2. Contenu de l'épreuve

Le support de l'épreuve est un rapport numérique d'activités (observations, analyses et études) en milieu professionnel conduites par le candidat, dans une entreprise de la filière. Dans ce stage les candidats seront placés en situation de réaliser tout ou partie des tâches suivantes :

- **A4-T1** : Appliquer le processus de traçabilité (gestion des modifications, archivage) d'une étude.
- **A4-T3** : Formuler et transmettre une information technique de façon écrite et orale en français et en anglais.

Le candidat rédige, à titre individuel, un rapport numérique d'une trentaine de pages en dehors des annexes visé par l'entreprise.

Il y consigne, en particulier :

- le compte rendu succinct de ses activités en développant les aspects relatifs aux tâches définies ci-dessus ;
- l'analyse des situations observées, des problèmes abordés, des solutions et des démarches adoptées pour y répondre ;
- un bilan des acquis d'ordre technique, économique, organisationnel ;
- dans les annexes, trois documents en langue anglaise d'une page chacun (voir U22).

Ce rapport réalisé par le candidat est transmis selon une procédure définie, soit par le centre d'examen en charge de l'épreuve, soit par l'académie pilote pour les candidats relevant de l'épreuve ponctuelle. Le contrôle de conformité du rapport est effectué selon des modalités définies par les autorités académiques avant l'interrogation. La constatation de non-conformité du rapport entraîne l'attribution de la mention « non valide » à l'épreuve correspondante. Le candidat, même présent à la date de l'épreuve, ne peut être interrogé. En conséquence, le diplôme ne peut lui être délivré.

Dans le cas où, le jour de l'interrogation, le jury a un doute sur la conformité du rapport d'activités en milieu professionnel, il interroge néanmoins le candidat. L'attribution de la note est réservée dans l'attente d'une nouvelle vérification mise en œuvre selon des modalités définies par les autorités académiques. Si, après vérification, le rapport réalisé par le candidat est déclaré non-conforme, la mention « non valide » est portée à l'épreuve.

La non-conformité du rapport réalisé par le candidat peut être prononcée dès lors qu'une des situations suivantes est constatée :

- absence de dépôt du dossier réalisé par le candidat ;
- dépôt du dossier réalisé par le candidat au-delà de la date fixée par la circulaire d'organisation de l'examen ou de l'autorité organisatrice ;
- durée du stage inférieure à celle requise par la réglementation de l'examen ;
- attestation de stage non visée ou non signée par les personnes habilitées à cet effet.

Conformité des dossiers

Le dossier remis et réalisé par le candidat est transmis selon une procédure et à une date fixée, le tout est précisé dans la circulaire d'organisation (nationale, inter académique ou académique) de l'examen.

Le contrôle de conformité du rapport est effectué selon des modalités définies par les autorités académiques avant l'interrogation.

La constatation de **non-conformité** du rapport entraîne l'attribution de la mention « **non valide** » à l'épreuve correspondante. **Le candidat, même présent à la date de l'épreuve, ne peut être interrogé.** En conséquence, le diplôme ne peut lui être délivré.

En l'absence du dossier réalisé par le candidat le jour de l'interrogation, le jury interroge néanmoins le candidat. L'attribution de la note est réservée dans l'attente d'une nouvelle vérification mise en œuvre selon des modalités définies par les autorités académiques. Si, après vérification, le rapport réalisé par le candidat est déclaré non-conforme, la mention « non valide » est portée à l'épreuve.

La non-conformité du rapport réalisé par le candidat peut être prononcée dès lors qu'une des situations suivantes est constatée :

- absence de dépôt du dossier réalisé par le candidat ;*
- dépôt du dossier réalisé par le candidat au-delà de la date fixée par la circulaire d'organisation de l'examen ou de l'autorité organisatrice.*

3. Formes de l'évaluation

Epreuve ponctuelle orale, durée indicative de 20 minutes.

La commission d'interrogation est constituée de :

- un professeur (ou formateur) de la spécialité ;
- un professionnel (pouvant avantageusement être le tuteur en entreprise du candidat).

En cas d'absence du tuteur d'entreprise, l'équipe pédagogique peut valablement exercer sa tâche d'évaluation.

La période choisie pour l'évaluation se situe pendant le dernier semestre de la formation.

Le candidat effectue une présentation orale argumentée, en utilisant les moyens de communication qu'il juge les plus adaptés, des activités conduites au cours de son stage. Au cours de cette présentation, d'une durée maximale de 10 minutes, les évaluateurs n'interviennent pas.

Au terme de cette prestation, les évaluateurs, qui ont examiné le rapport numérique d'activités mis à leur disposition avant l'épreuve conduisent un entretien avec le candidat pour approfondir certains points abordés dans le rapport et dans l'exposé (durée maximale : 10 minutes).

Une fiche type d'évaluation du travail réalisé, rédigée et mise à jour par l'Inspection Générale est diffusée aux services rectoraux des examens et concours. Seule cette dernière sera systématiquement transmise au jury.

Remarque : Si l'épreuve U52 de soutenance de rapport de stage est jumelée avec l'unité U22 de l'épreuve E2 d'anglais, le jury constitué peut rassembler le professeur d'anglais et les membres du jury de l'épreuve U52.

Épreuve E6 – Prototypage et industrialisation des produits Unité U61 – Projet de prototypage (Coefficient 2)

1. Objectif de l'épreuve

Cette épreuve permet d'apprécier l'aptitude du candidat à mobiliser ses compétences pour intégrer le prototypage dans la conception et la réalisation d'un produit industriel, en :

- Participant à la définition et à la concrétisation d'une boucle de conception de tout ou partie d'un produit mécanique à l'aide de dispositifs de prototypage.
- Validant le comportement du système conçu au regard du cahier des charges fonctionnel.

L'évaluation porte sur tout ou partie de la compétence suivante :

C13 : Intégrer le prototypage dans la conception et la réalisation d'un produit

Les indicateurs d'évaluation correspondant aux compétences évaluées figurent dans la colonne « Indicateurs de performance » des tableaux décrivant les compétences.

On notera que pour effectuer les tâches demandées, certaines autres compétences peuvent être mobilisées. En aucun cas, ces dernières ne donneront lieu à évaluation. Si ces compétences ne sont pas maîtrisées au moment de la réalisation de cette épreuve, les tâches correspondantes doivent être réalisées avec assistance.

Il est rappelé que l'évaluation se fait sur toutes les dimensions (savoir, savoir-faire, attitude) d'une compétence et en aucun cas sur les seuls savoirs associés.

2. Contenu de l'épreuve

L'épreuve s'appuie sur un projet de conception préliminaire ou de définition, en cours de réalisation ou existant et amène le candidat à proposer la réalisation d'un prototype de pièce ou de mécanisme pour valider une idée ou une solution de conception.

La solution initiale à valider ainsi que le cahier des charges à respecter sont proposés au candidat par l'équipe pédagogique en charge de la formation. Ils pourront être issus de projets industriels réels, des résultats ou données d'entrée de projets de conception détaillée ou de travaux collaboratifs d'optimisation de produits ou de pièces d'années antérieures lorsque ceux-ci s'y prêtent.

Cet objectif correspond aux tâches suivantes :

- **A3-T4** : Participer à, ou suivre la réalisation d'un prototype de tout ou partie d'un mécanisme (pièce ou sous-ensemble) pour optimiser et valider une conception.
- **A3-T7** : Participer aux essais et à la validation des conditions de fonctionnement de tout ou partie d'un système réalisé

L'épreuve consiste en la présentation d'une activité de prototypage réalisée par le candidat durant la première année de formation (pour les candidats de la formation initiale). Cette présentation décrit les procédures de prototypage, itérations de conception et procédures d'essais réalisées pour valider une solution initiale donnée vis à vis d'un cahier des charges fonctionnel. Elle s'appuie sur un dossier numérique réalisé par le ou les candidats qui sert de support à la présentation des travaux réalisés et au dialogue avec les enseignants.

Le travail proposé peut concerner un candidat ou une équipe de candidats (dans le cas du prototypage d'un sous-ensemble mécanique comprenant plusieurs pièces prototypées, par exemple). Dans ce dernier cas, une répartition individuelle des tâches entre les candidats est proposée et formalisée dans chaque contrat individuel.

Quelle que soit la complexité de la solution à valider, le travail à réaliser par un étudiant ne peut excéder une durée de 20 heures prises sur le temps scolaire.

La présentation de ce projet devra contenir les éléments suivants :

- les éléments du cahier des charges à valider ;
- la solution initiale ;
- les démarches de prototypage réalisées (le candidat veillera à justifier les choix de prototypage face aux éléments à valider) ;
- l'analyse des résultats obtenus ;
- au moins une itération de conception réalisée suite aux résultats obtenus.

3. Formes de l'évaluation

3.1- Contrôle en cours de formation, 1 situation d'évaluation

L'évaluation s'effectue sur la base d'une situation d'évaluation organisée par l'équipe pédagogique chargée des enseignements technologiques et professionnels, sa forme est celle d'une revue de projet de prototypage. L'évaluation s'effectue sur la base du contenu de l'épreuve défini au paragraphe 2.

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 projet de prototypage.

Cette phase doit permettre au candidat de présenter le travail qu'il a réalisé, de présenter le(s) prototype(s) réalisé(s) sous sa responsabilité et d'exposer l'ensemble de la démarche suivie :

- fonctions issues du cahier des charges qu'il compte valider,
- démarche de prototypage,
- mesures de performances lorsque cela est possible,
- modifications opérées afin de répondre au mieux au cahier des charges.

Au terme de cette présentation, l'enseignant dialogue avec chaque étudiant afin d'approfondir certains points abordés dans l'exposé.

La revue de projet de prototypage est animée par un professeur (ou formateur) de SII faisant partie de l'équipe pédagogique.

La période choisie pour l'évaluation se situe pendant le deuxième semestre de la première année de formation et peut être différente pour chaque candidat.

L'organisation de l'évaluation est de la responsabilité de l'équipe pédagogique.

Une fiche type d'évaluation du travail réalisé, rédigée et mise à jour par l'inspection générale est diffusée aux services rectoraux des examens et concours. Seule cette dernière sera systématiquement transmise aux professeurs en charge du contrôle en cours de formation.

L'ensemble du dossier décrit ci-dessus, relatif à la situation d'évaluation, est tenu à la disposition du jury et de l'autorité rectorale jusqu'à la session suivante

3.2 - Epreuve ponctuelle orale (durée : 1 heure)

L'épreuve, qui conserve les mêmes objectifs, a comme support un dossier de prototypage qui peut être :

- soit élaboré par le candidat et dans ce cas les conditions de réalisation sont identiques à celles énumérées pour les candidats scolaires ;
- soit remis par l'autorité académique un mois avant le début de l'épreuve. La date de l'épreuve est définie par le chef de centre, en accord avec l'équipe pédagogique de BTS CPI et le candidat.

Le candidat présente le travail qu'il a réalisé ou expose et justifie les éléments du dossier qui lui a été fourni, selon les mêmes objectifs que pour les candidats issus de la voie scolaire.

Pour ces candidats, l'épreuve se déroule dans un établissement public comportant une section de techniciens supérieurs en Conception des Produits Industriels. Le dossier fourni au candidat comporte des fichiers informatiques dont le format est imposé par l'autorité académique. Les candidats auront la possibilité de prendre connaissance du matériel informatique et de prototypage disponible dans l'établissement et de venir prototyper, sous la responsabilité de l'équipe pédagogique de BTS CPI, leur projet de prototypage.

Dans ce cas les modalités d'interrogation seront identiques à celles de l'épreuve en CCF. L'interrogation sera effectuée par un enseignant de SII d'Ingénierie mécanique et intervenant dans la formation

Épreuve E6 – Prototypage et industrialisation des produits
Unité U62 – Projet collaboratif d'optimisation d'un produit et d'un processus
(Coefficient 3)

1. Objectif de l'épreuve

Cette épreuve permet d'apprécier l'aptitude du candidat à mobiliser ses compétences pour intégrer le travail collaboratif dans l'optimisation de la conception et la réalisation d'un produit mécanique.

Cette épreuve permet d'apprécier l'aptitude du candidat à :

- proposer des solutions de conception compatibles avec les procédés envisageables ;
- Intégrer des spécifications induites par l'optimisation technico-économique du processus de réalisation ;
- argumenter des modifications par une approche technico-économique et/ou environnementale ;
- collaborer à l'évolution de la maquette numérique d'un produit ;
- Identifier son rôle au sein d'un groupe projet par rapport au problème technique à résoudre ;
- argumenter les solutions techniques et économiques proposées ;
- travailler en équipe ;
- respecter les objectifs et les règles assignés au groupe projet.

L'évaluation porte sur tout ou partie des compétences suivantes :

- **C4** : S'impliquer dans un groupe projet et argumenter des choix techniques
- **C11** : Participer à un processus collaboratif d'optimisation de conception et de réalisation de produit

Les indicateurs d'évaluation correspondant aux compétences évaluées figurent dans la colonne « Indicateurs de performance » des tableaux décrivant les compétences.

On notera que pour effectuer les tâches demandées, certaines autres compétences peuvent être mobilisées. En aucun cas, ces dernières ne donneront lieu à évaluation. Si ces compétences ne sont pas maîtrisées au moment de la réalisation de cette épreuve, les tâches correspondantes doivent être réalisées avec assistance.

Il est rappelé que l'évaluation se fait sur toutes les dimensions (savoir, savoir-faire, attitude) d'une compétence et en aucun cas sur les seuls savoirs associés.

2. Contenu de l'épreuve

Le dossier-sujet proposé au groupe de candidats est un dossier technique numérique fourni par les équipes pédagogiques à partir de projets :

- industriels réels proposés par l'équipe pédagogique ;
- industriels menés par des étudiants les années précédentes ;
- proposés par une entreprise ou réalisés dans une entreprise (cas particulier de l'apprentissage notamment).

Pour cette épreuve, les candidats seront placés en situation de réaliser tout ou partie des tâches suivantes :

- **A3-T2** : Collaborer à l'étude de pré industrialisation des produits entre spécialistes de la conception et de la réalisation pour optimiser la relation « produit (fonction et géométrie) - matériau - procédé - coût ».
- **A4-T2** : Collaborer au sein d'un groupe projet et argumenter en vue de valider une étude (revue technique, revue de projet, capitalisation d'expérience...).

Le support de l'épreuve est un support numérique de présentation, réalisé par le groupe projet auquel appartient le candidat, relatif à un projet réel de conception collaborative d'un système à dominante mécanique. Le support de présentation :

- décrit et justifie les modifications techniques de tout ou partie d'un produit mécanique (sous-ensemble, pièce) optimisé suite à une recherche collaborative menée entre des spécialistes de la conception et de la réalisation. Cette optimisation porte sur un ou plusieurs critères identifiés (techniques, économiques, écologiques...) ;
- décrit les outils de travail collaboratif mis en œuvre, les itérations de conception et les procédures réalisées pour inclure l'avis d'un spécialiste de réalisation afin d'améliorer une solution initiale.

Le travail collaboratif proposé s'effectue dans un groupe réunissant soit :

- des candidats du BTS CPI et de BTS relevant de spécialités complémentaires ;
- des candidats étudiants d'un BTS CPI et un ou plusieurs professionnels lorsqu'il n'est pas possible d'organiser la collaboration entre étudiants de formations complémentaires ;
- dans des situations exceptionnelles correspondant à l'impossibilité matérielle de mettre en place une des 2 situations précédentes, des candidats étudiants d'un BTS CPI et un enseignant qui peut remplacer le professionnel.

Le travail collaboratif ne peut excéder une durée d'environ 20 heures. Il s'organise autour de réunions complétées par des phases de travail personnel et des échanges à distance entre membres du groupe. Il met en œuvre les outils numériques d'information et de communication adaptés, facilitant les échanges de données, leur stockage partagé et leur mise à jour.

Si cela facilite son organisation, le travail collaboratif peut être concentré sur une période courte (une ou deux semaines) en regroupant tout ou partie des heures d'enseignements professionnels.

La taille des groupes dépend du support industriel proposé et des collaborations envisagées.

3. Formes de l'évaluation

3.1- Contrôle en cours de formation, 1 situation d'évaluation

L'évaluation se déroule en cours de projet et lors d'une revue de projet finale.

La situation d'évaluation finale comporte une présentation orale collective et un questionnaire oral individuel de 10 minutes.

La présentation collective est d'une durée variable adaptée à l'ampleur du projet ne pouvant excéder 30 minutes. Elle est organisée par les candidats ayant participé au projet collaboratif et permet de présenter le problème à résoudre, les analyses et les choix collectifs proposés. Elle s'appuie sur leur dossier numérique de projet collaboratif pour présenter et justifier :

- la situation d'amélioration proposée et son analyse ;
- les différents critères d'optimisation possibles et retenus ;
- les différentes phases de progression du projet collaboratif ;
- les résultats du travail collaboratif d'optimisation ;
- la maquette numérique correspondant à la proposition d'optimisation.

Une forte synergie est attendue et doit se concrétiser par une implication équilibrée des étudiants dans la présentation.

Dans le cas où la collaboration n'a pas réuni deux groupes d'étudiants de BTS mais a donné lieu à une collaboration avec un ou plusieurs industriels ou enseignants, la présentation collective est faite uniquement par les candidats.

Un questionnaire individuel de 10 minutes, qui permet de valider la maîtrise de l'argumentation des choix techniques.

La période choisie pour les évaluations, située pendant la deuxième année de la formation, peut être différente pour chacun des groupes projet. L'organisation de ces évaluations relève de la responsabilité de l'équipe pédagogique.

À l'issue de cette situation d'évaluation, l'équipe pédagogique de l'établissement de formation constitue, pour chaque groupe projet, un dossier comprenant :

- l'ensemble des documents remis au groupe projet pour conduire le travail demandé ;
- la description sommaire des moyens matériels et du site mis à sa disposition ;
- les documents numériques remis par le groupe projet à l'issue de cette évaluation ;
- la fiche d'évaluation individuelle du travail réalisé ;
- pour le questionnaire oral, les points traités seront précisés sur la fiche d'évaluation.

Une fiche type d'évaluation du travail réalisé, rédigée et mise à jour par l'inspection générale est diffusée aux services rectoraux des examens et concours. Seule cette dernière sera systématiquement transmise au jury.

L'ensemble du dossier décrit ci-dessus, relatif à la situation d'évaluation, est tenu à la disposition du jury et de l'autorité rectoriale jusqu'à la session suivante.

3.2 - Forme ponctuelle : épreuve pratique d'une durée de 4 heures.

L'épreuve conserve les mêmes objectifs sous la forme d'une épreuve pratique d'une durée de 4 heures et permet à un examinateur de vérifier le niveau de maîtrise des compétences attendues.

Pour ces candidats, c'est l'échange avec l'examineur durant toute la durée de l'épreuve qui permet le travail collaboratif d'optimisation du produit proposé.

Le support de l'épreuve est un dossier numérique de projet collaboratif proposé par chaque académie et tenant compte de la spécialité du BTS. Durant les 4 heures d'épreuve pratique, le candidat doit :

- analyser la situation d'amélioration proposée ;
- identifier et justifier les différents critères d'optimisation possibles et retenus ;
- proposer différentes étapes de progression du projet collaboratif ;
- proposer les résultats du travail d'optimisation de la relation Produit/matériaux/procédés/coûts appliqué à une optimisation pour un ou plusieurs critères identifiés ;
- modifier la maquette numérique correspondant à sa proposition d'optimisation.

Pour ces candidats, l'épreuve se déroule dans un établissement public comportant une section de techniciens supérieurs CPI. Le dossier fourni au candidat comporte des fichiers informatiques dont le format est imposé par l'autorité académique. Les candidats auront la possibilité de prendre connaissance du matériel informatique disponible dans l'établissement.

La commission d'interrogation est composée de deux enseignants SII d'ingénierie mécanique, l'un chargé des enseignements de conception de produits, l'autre chargé des enseignements de conception de processus.

Épreuve EF1 – Langue vivante Unité UF1

Épreuve orale d'une durée de 20 minutes précédée de 20 minutes de préparation.

L'épreuve orale consiste en un entretien prenant appui sur des documents appropriés.

La langue vivante étrangère choisie au titre de l'épreuve facultative est obligatoirement différente de l'anglais.

Épreuve EF2 – Culture design de produit Unité UF2
--

1 - Objectif de l'épreuve

L'évaluation a pour finalité d'apprécier la culture et la sensibilité du candidat dans le domaine du design de produits et son aptitude à :

- situer un projet de design dans un contexte culturel et temporel ;
- identifier les données et les caractéristiques de ce projet propres au design de produits ;
- analyser les relations entre les choix ergonomiques, esthétiques et fonctionnels du projet et les solutions constructives envisagées ;
- communiquer graphiquement et oralement le résultat de son analyse.

2 - Définition de l'épreuve

Le candidat procède à l'analyse d'un ou plusieurs documents visuels (pouvant être numériques) ayant trait au design de produits utilisés durant le projet design mené. Il réalise un support de communication (planches graphiques ou document de présentation numérique) sur lequel il s'appuie lors de l'exposé.

3 - Mode d'évaluation

Contrôle en cours de formation – une situation d'évaluation

L'évaluation s'appuie sur l'analyse d'un dossier numérique de communication réalisé en tout ou partie par le candidat à l'occasion de l'intégration d'une démarche en design de produits dans une ou plusieurs phases de la conception d'un produit.

Elle s'appuie sur la mise en place d'un projet de conception accompagnée par un designer (intervenant professionnel ou enseignant d'arts appliqués) qui vise à sensibiliser les candidats à la culture design de produits.

Le projet est mené obligatoirement par un groupe de candidats qui élaborent le dossier support d'une revue de projet pilotée par l'équipe pédagogique associée au designer. La durée de ce projet ne peut pas excéder 20 heures de formation prises sur le temps scolaire et doit s'intégrer dans la progression pédagogique normale de la formation.

A l'issue de cette revue de projet, l'enseignant de SII intervenant en conception de produits et le spécialiste en design associé à la formation proposent une note exprimant l'implication du candidat dans le projet.

- Forme ponctuelle orale

L'évaluation orale d'une durée de 20 minutes maximum se déroule dans un centre d'examen comportant une section de techniciens supérieurs CPI proposant l'épreuve facultative de Culture design de produits. Un dossier-sujet comportant des fichiers informatiques dont le format est imposé par l'autorité académique et réalisé au niveau académique par un établissement proposant cet enseignement facultatif est fourni au candidat une semaine avant la date de l'épreuve (les candidats auront la possibilité de prendre connaissance du matériel informatique disponible dans l'établissement).

Le candidat procède à l'analyse d'un ou plusieurs documents visuels (pouvant être numériques) ayant trait au design de produits, assortis éventuellement d'un questionnement. Il réalise un support de communication (planches graphiques ou document de présentation numérique) sur lequel il s'appuie lors de l'exposé.

La commission d'interrogation est composée de la même manière que pour le contrôle en cours de formation

ANNEXE VI

Tableau de correspondances entre épreuves

Ce tableau n'a de valeur qu'en termes d'équivalence d'épreuves entre l'ancien diplôme et le nouveau pendant la phase transitoire où certains candidats peuvent garder le bénéfice de dispense de certaines épreuves. En aucun cas il ne signifie une correspondance point par point entre les contenus d'épreuve.

BTS CPI Créé par arrêté du 15 décembre 2004 Dernière session 2017		BTS CPI Créé par le présent arrêté Première session 2018	
<i>Épreuves ou sous-épreuves</i>	<i>Unités</i>	<i>Épreuves ou sous-épreuves</i>	<i>Unités</i>
E1. Français	U1	E1. Culture générale et expression	U1
E2. Langue vivante étrangère 1	U2	E2. Langue vivante étrangère : anglais	U2
E3. Mathématiques	U3	E3. Mathématiques	U31
E4. Motorisation des systèmes	U4	E3. Physique Chimie	U32
E4. Motorisation des systèmes	U4	E4. Conception préliminaire ⁽¹⁾	U42
E5. Modélisation et comportement des produits industriels	U51		
E6 Soutenance du rapport de stage industriel	U61	E5. Soutenance du rapport de stage	U5
E5. Analyse et spécification de produit	U52		
E6. Présentation du projet industriel	U62	E4. Besoin et cahier des charges ⁽²⁾	U41
		E5. Conception détaillée ⁽²⁾	U51
		E6. Projet de prototypage ⁽²⁾	U61
		E6. Projet collaboratif d'optimisation ⁽²⁾	U62
EF1 Langue vivante étrangère 2	UF1	EF1 Langue vivante 2 facultative	UF1
		EF2 Culture design de produit	UF2

(1) L'unité U42 du nouveau diplôme BTS CPI est réputée acquise si la moyenne pondérée de U4 (coef. 2) et U51 (coef.2,5) de l'ancien diplôme est supérieure à 10. Dans ce cas, la nouvelle note correspond à la moyenne pondérée de U4 et U51.

(2) Un candidat bénéficiant de l'unité U62 de l'ancien diplôme BTS CPI bénéficie de la dispense des sous-épreuves U41, U61, U62, U63 du nouveau diplôme BTS CPI. La note attribuée à chaque sous-épreuve est celle attribuée à l'épreuve U62 de l'ancien diplôme.