



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
CONCEPTION DE PRODUITS
INDUSTRIELS

2004

SOMMAIRE

Pages

ANNEXE I : RÉFÉRENTIELS DU DIPLÔME

I a. Référentiel des activités professionnelles	4
I b. Référentiel de certification :	9
Compétences	12
Savoirs associés.....	22
I c. Lexique.....	42

ANNEXE II : MODALITÉS DE CERTIFICATION

II a. Unités constitutives du diplôme	51
II b. Unités communes à plusieurs spécialités de BTS.....	57
II c. Règlement d'examen	58
II d. Définition des épreuves ponctuelles et des situation d'évaluation en cours de formation.....	59

ANNEXE III : PRESCRIPTIONS POUR LA FORMATION

III a. Horaires de formation	81
III b. Stage en milieu professionnel.....	82
III c. Organisation du projet de seconde année.....	85
III d. Enseignement complémentaire de français.....	87

ANNEXE IV : Tableau de correspondance entre épreuves de l'ancien et du nouveau BTS.....	88
--	-----------

ANNEXE I

RÉFÉRENTIELS DU DIPLÔME

ANNEXE I a
RÉFÉRENTIEL DES ACTIVITÉS PROFESSIONNELLES

LA CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS : LE MÉTIER DU TECHNICIEN SUPÉRIEUR

1. LE MÉTIER

1.1. Secteurs d'activités et entreprises :

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

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

1.2. Le contexte des activités professionnelles :

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

L'activité de conception est dépendante de l'évolution socio-économique et des exigences attenantes : évolution des marchés, de la concurrence, échanges internationaux, développement durable et éco-conception, réglementation et législations à l'attention des usagers...

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

La diversité et l'évolution des matériaux comme celles des procédés d'élaboration des ensembles mécaniques conduit le technicien de bureau d'étude à une veille permanente, à des contacts fréquents avec des spécialistes « métiers » et induit une aptitude à l'analyse concurrentielle.

Intervenir dans une action de conception, de reconception ou d'amélioration impose un travail collaboratif important et en conséquence une réelle aptitude à la communication.

A cette qualification de technicien supérieur en Conception de Produits Industriels (CPI) est également attaché le développement d'un ensemble d'attitudes parmi lesquelles on trouve :

- curiosité technique,
- imagination et créativité,
- autonomie dans l'action,
- écoute de l'autre,
- esprit d'initiative,
- rigueur,
- ...

En outre le titulaire du BTS CPI peut être amené, après une expérience professionnelle parfois courte, à exercer dans un cadre limité des missions de conseil et de tutorat auprès de stagiaires.

1.3. Les activités professionnelles:

Les activités professionnelles identifiées, au nombre de six, sont :

- 1 - Définition des limites de l'étude.
- 2 - Constitution du dossier d'étude.
- 3 - Conception préliminaire.
- 4 - Conception détaillée.
- 5 - Constitution du dossier de définition de produit.
- 6 - Gestion des activités du bureau d'études.

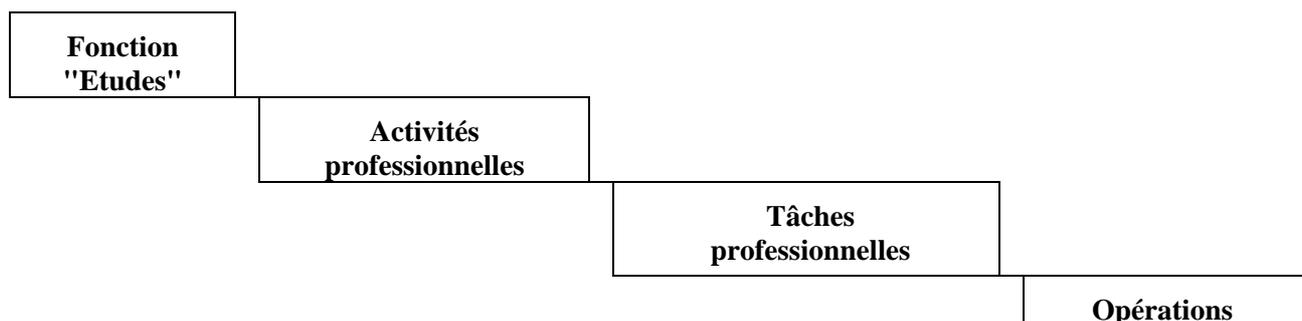
La spécificité du métier est clairement centrée sur la production d'études de produits destinés à l'industrialisation. La définition complète des produits et pièces avec leurs spécifications est une tâche spécifique du technicien supérieur.

2. ACTIVITÉS ET TÂCHES PROFESSIONNELLES

Les activités professionnelles décrites ci-après, déclinées à partir des fonctions d'entreprise, constituent le référentiel des activités professionnelles.

Les activités sont ensuite déclinées en tâches professionnelles et éventuellement en opérations ce qui n'est pas le cas dans ce BTS.

Principe de déclinaison des activités :



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

Activité professionnelle	Tâches professionnelles
1. Définition des limites de l'étude	1.1. Décodage d'un cahier des charges fonctionnel.
	1.2. Reformulation d'un besoin.
	1.3. Élaboration de tout ou partie d'un cahier des charges fonctionnel (éventuellement sur site).
	1.4. Dialogue avec un chef de projet ou un chargé d'affaires.
	1.5. Participation à la prise en compte de l'environnement de l'étude.
<p>Conditions de réalisation de l'activité :</p> <p><i>A partir d'une demande émise par le responsable du bureau d'étude fournie par un client et validée par le responsable de l'entreprise, le technicien supérieur en conception de produits industriels :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • contribue à l'explicitation du besoin, éventuellement par contact direct avec le donneur d'ordre et par déplacement sur site, • formalise, en autonomie, tout ou partie du cahier des charges. <p><i>Le cahier des charges élaboré est validé par le client et par le responsable de l'entreprise.</i></p>	

Activité professionnelle	Tâches professionnelles
2. Constitution du dossier d'étude	2.1. Recherche documentaire.
	2.2. Consultation des normes.
	2.3. Consultation des bases de données techniques et méthodologiques de l'entreprise.
	2.4. Analyse de solutions existantes.
	2.5. Intégration des contraintes de propriété industrielle.
	2.6. Recensement de la logistique de production.
<p>Conditions de réalisation de l'activité : <i>A partir d'un cahier des charges validé, le technicien supérieur en conception de produits industriels exploite, en toute autonomie, des bases de données locales (réseau) et à distance (Internet) pour constituer tout ou partie d'un dossier d'étude.</i> <i>Ce dossier intègre les résultats d'analyses concurrentielles qu'il conduit, les tests comparatifs, les brevets, les normes, les règlements, tient compte des contraintes de l'entreprise et de ses sous traitants (concept d'entreprise étendue) et des délais imposés.</i> <i>Le dossier d'étude doit être validé par le responsable de l'entreprise ou du bureau d'étude qui peut décider de recherches complémentaires.</i></p>	

Activité professionnelle	Tâches professionnelles
3. Conception préliminaire	3.1. Recherche de principes de solutions.
	3.2. Recherche de solutions constructives et élaboration de la maquette numérique de conception préliminaire.
	3.3. Validation des lois « d'entrées-sorties » pour les systèmes de transformation de mouvement et de transmission de puissance.
	3.4. Analyse critique de solutions.
	3.5. Prise en compte des coûts et délais.
	3.6. Argumentation au sein d'un groupe projet en vue d'une validation de l'étude préliminaire.
<p>Conditions de réalisation de l'activité : <i>Au sein d'une équipe projet, à partir d'un cahier des charges et du dossier d'étude et dans des délais imposés, le technicien supérieur de conception de produits industriels argumente relativement aux solutions constructives qu'il propose et intègre les préoccupations des autres membres de l'équipe. L'environnement informatique lui permet de procéder aux simulations de comportement utiles.</i> <i>Après validation par le chef de projet, il réalise en autonomie une maquette numérique de tout ou partie du système étudié répondant aux caractéristiques attendues et en cohérence avec l'ensemble des préoccupations de l'équipe projet.</i></p>	

Activité professionnelle	Tâches professionnelles
4. Conception détaillée.	4.1. Conception collaborative et prise en compte des contraintes de conception partagée.
	4.2. Réalisation du modèle numérique 3D de l'étude.
	4.3. Choix et dimensionnement de composants.
	4.4. Dimensionnement des structures.
	4.5. Étude de préindustrialisation et dialogue avec un spécialiste pour l'optimisation de la relation « produit (fonction et géométrie) - matériau - procédé - coût ».
	4.6. Prise en compte des exigences de la vie du produit (maintenabilité, réparabilité, sécurité, ergonomie, utilisation, esthétique, élimination...).
	4.7. Spécification des conditions de fonctionnement.
<p>Conditions de réalisation de l'activité :</p> <p>A partir d'un dossier de conception préliminaire, toutes les propositions ayant été validées par le responsable de l'entreprise ou du bureau d'étude, le technicien supérieur en conception de produits industriels exploite les potentialités des environnements informatiques (modeleurs 3D et logiciels de simulation associés) pour élaborer, en autonomie, le modèle numérique.</p> <p>Il procède au choix des composants et au prédimensionnement des structures dans les cas simples ; il s'adresse à un spécialiste de l'entreprise ou à un bureau de calcul pour les cas complexes ou sensibles.</p> <p>Afin de prendre en compte les contraintes de préindustrialisation, il communique de façon autonome avec des spécialistes métiers et intègre leurs recommandations.</p>	

Activité professionnelle	Tâches professionnelles
5. Constitution du dossier de définition de produit.	5.1. Elaboration du modèle numérique définitif et des représentations graphiques dérivées.
	5.2. Réalisation des dessins de définition de produits finis, cotés, tolérancés.
<p>Conditions de réalisation de l'activité :</p> <p>Après validation des fichiers numériques par le chef de projet, le TS CPI affine le modèle numérique, et réalise, en autonomie l'ensemble des fichiers de mise en plan, élabore l'intégralité de leur cotation, leur habillage et, éventuellement, édite la liasse de plans et les nomenclatures.</p>	

Activité professionnelle	Tâches professionnelles
6. Gestion des activités du bureau d'études.	6.1. Contribution à la traçabilité (gestion des modifications, archivage) d'une étude.
	6.2. Formulation et transmission d'une information technique, d'un savoir-faire.
<p>Conditions de réalisation de l'activité :</p> <p>Dans le cadre du bureau d'études où il intervient le technicien supérieur en conception de produits industriels intègre les éléments de la démarche qualité imposés par l'entreprise ; il contribue en toute autonomie à la traçabilité de l'étude.</p> <p>Il est capable, en autonomie, de construire une communication technique en français et en anglais relative au projet. Il s'exprime sur son activité lors des diverses revues de projet.</p>	

ANNEXE I b
RÉFÉRENTIEL DE CERTIFICATION

1. MISE EN RELATION DES ACTIVITÉS PROFESSIONNELLES ET DES COMPÉTENCES TERMINALES À ACQUÉRIR :

Le tableau ci-après décrit les compétences attendues.

C'est sur la base de ces compétences qu'est établi le protocole de certification.

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

4. Conception détaillée.	C15. Choisir un composant en exploitant une base de données industrielle, mécanique ou électrique.
	C16. Générer le modèle numérique de l'ensemble étudié en établissant un paramétrage fonctionnel permettant la construction de géométries robustes.
	C17. Définir les spécifications de fonctionnement.
	C18. Prédimensionner les éléments essentiels du projet en appliquant la théorie des poutres.
	C19a. Exploiter un logiciel de calcul de structures : modélisation et saisie des données.
	C19b. Exploiter un logiciel de calcul de structures : exploitation des résultats.
	C20. Choisir un matériau et un procédé d'élaboration compatible avec les fonctions et formes de la pièce.
	C21. Intégrer les exigences ou propositions d'un spécialiste du procédé.
	C22. Intégrer les exigences de la vie du produit.
	C23. Valider le comportement du système conçu au regard du cahier des charges fonctionnel.
5. Constitution du dossier de définition de produit.	C24. Élaborer le modèle numérique définitif et les représentations graphiques dérivées.
	C25. Réaliser des dessins de définition de produits finis, cotés, tolérancés.
6. Gestion des activités du bureau d'études.	C26. Intégrer une action d'étude dans une démarche « qualité ».
	C27. Contribuer à l'archivage, à la traçabilité de l'étude et à la capitalisation des expériences dans les bases de données techniques de l'entreprise.
	C28. Choisir un mode de communication approprié. Communiquer synthétiquement par courrier électronique.
	C29. Rédiger et présenter oralement, dans un français correct et avec les outils de communication adaptés, un rapport exploitant un vocabulaire technique pertinent.
	C30. Lire un document technique en anglais ; participer à un échange technique en anglais.

2. COMPÉTENCES

C01. Décoder un cahier des charges fonctionnel		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Le cahier des charges fonctionnel du produit. 	<ul style="list-style-type: none"> - Décrire le besoin. - Décrire la frontière de l'étude. - Énoncer les fonctions de service du produit. - Identifier, pour une fonction technique donnée : critères, niveaux, flexibilité. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exactitude et précision de l'énoncé du besoin. - Exhaustivité du recensement des interfaces de l'étude. - Exactitude des caractéristiques attendues pour une fonction donnée.

C02. Recenser les contraintes de l'étude		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Les moyens techniques et logiciels potentiellement disponibles. - Les partenaires potentiels de l'étude. - Les délais attendus de l'étude. - Les contraintes économiques. - Les contraintes de propriété industrielle. 	Identifier et lister les contraintes liées : <ul style="list-style-type: none"> - à l'équipe projet, - aux moyens techniques disponibles, - à l'environnement, - aux conditions économiques, - aux différents partenaires. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exhaustivité des contraintes identifiées.

C03. Reformuler et synthétiser un cahier des charges fonctionnel résultant d'une verbalisation écrite ou orale.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - L'expression du besoin formulée par le client sous diverses formes : écrit, oral, description graphique, imagerie, présentation du réel et de son environnement... - Éventuellement, une première expression du cahier des charges de l'étude proposée. - La frontière de l'étude. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recueillir et consigner, éventuellement sur le site, les données permettant l'élaboration de tout ou partie d'un cahier des charges. - Reformuler tout ou partie d'un cahier des charges fonctionnel fourni. - Présenter oralement le cahier des charges de l'étude proposée. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exhaustivité de la liste des fonctions à étudier. - Précision des critères, des niveaux, de la flexibilité. - Clarté, précision, synthèse de l'exposé. - Validation par le client et/ou par le chef de projet.

C04. Analyser, comparer des solutions techniques et argumenter.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
Des solutions techniques en réponse à une fonction technique donnée sous forme de : <ul style="list-style-type: none"> - plans, schémas, croquis, - modèles virtuels, - mécanismes réels. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dégager des paramètres, des critères de comparaison des solutions techniques en regard du cahier des charges fonctionnel. - Pondérer chacun des critères. - Classer les différentes solutions techniques. - Communiquer oralement ou par écrit à propos du système technique. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exhaustivité des paramètres à prendre en compte. - Exactitude du classement. - Pertinence des commentaires et de l'analyse.

C05. Dégager des principes qui régissent des solutions techniques.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
Une ou des solutions techniques en réponse à une fonction technique donnée sous forme de : <ul style="list-style-type: none"> - plans, schémas, croquis, - modèles virtuels, - mécanismes réels. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier l'élément, le principe qui caractérise ou qui différencie la ou les solutions. - Classer les différentes solutions techniques suivant ces principes. - Éventuellement déterminer d'autres principes utilisables pour cette fonction technique. 	<ul style="list-style-type: none"> - Qualité de synthèse. - Exactitude du principe identifié. - Exactitude du classement réalisé. - Pertinence des principes proposés et niveau de créativité.

C06. Rechercher une information dans une documentation technique, dans un réseau local ou à distance.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Les catalogues des constructeurs. - Les bases de données locales ou à distance. - Des méthodes de recherche, de tri et de classement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en œuvre une démarche de recherche d'information. - Classer, hiérarchiser des informations. - Synthétiser une information. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exactitude et rapidité de la démarche pour l'obtention de l'information. - Brièveté et exactitude de la synthèse.

C07. Identifier les moyens techniques de production disponibles.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Le cadre et les contraintes de l'étude. - Les moyens de réalisation disponibles en local ou en sous-traitance. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recenser, lister les moyens techniques et humains. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identification des moyens nécessaires et de leurs caractéristiques. - Exhaustivité des moyens recensés et disponibles.

C08. Intégrer les contraintes de la propriété industrielle.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Le cadre et les contraintes de l'étude. - Les organismes et les procédures de protection industrielle. - Les moyens d'accès aux informations nécessaires. - Les informations éventuelles sur la concurrence. 	<ul style="list-style-type: none"> - Définir la partie de l'étude à protéger. - Rechercher et identifier les éventuelles antériorités et leur niveau de protection. - Participer aux démarches de protection : enveloppe Soleau, brevet... - Dialoguer avec les responsables des agences de propriété industrielles. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exactitude de la frontière de l'étude concernée. - Exhaustivité des antériorités. - Pertinence des contributions aux démarches de protection industrielle.

C09. Rechercher un principe de solution.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Une fonction technique étant identifiée et spécifiée dans le cahier des charges. - Des principes de solutions relatifs à des fonctions techniques similaires sont éventuellement disponibles. - Des méthodes de créativité, éventuellement en appui sur des logiciels spécifiques. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rechercher le ou les principes, existants ou innovants qui satisfont la fonction étudiée 	<ul style="list-style-type: none"> - Exactitude du principe retenu.

C10. Proposer, ou expliciter sous forme de croquis ou de schéma, commenté, légendé, une solution constructive.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Les documents techniques et normatifs de la solution retenue. - Les bases de données locales et/ou à distances. 	<ul style="list-style-type: none"> - Élaborer un croquis et/ou un schéma. - Légender un croquis ou un schéma. - Commenter un croquis ou un schéma. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lisibilité et clarté des schémas et croquis. - Précision des légendes. - Pertinence des commentaires.

C11. Élaborer la maquette numérique de conception préliminaire à l'aide d'un modèle volumique, paramétrable, variationnel.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Le cahier des charges fonctionnel. - Les moyens informatiques (logiciel de CAO 3D paramétré, variationnel). - Croquis et schémas d'étude préliminaire. - Bibliothèque d'éléments standard. 	<ul style="list-style-type: none"> - Choisir un modèle de création (surfaccique, volumique). - Établir un arbre de construction selon une méthode appropriée (conception dans l'assemblage, conception avec esquisse pilotante...). - Choisir des contraintes d'assemblage. 	<ul style="list-style-type: none"> - Adéquation du modèle de création avec le type de produit. - Pertinence de l'exploitation des fonctionnalités du logiciel. - Logique, lisibilité, de l'arbre de construction proposé. - Corrélation entre contraintes d'assemblage et mobilité fonctionnelle.

C12. Argumenter, au sein d'un groupe projet, les solutions techniques et économiques proposées en exploitant les outils adaptés.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - 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 abaques. - Des catalogues de constructeurs. - Les informations relatives aux divers coûts : composants, matière, procédés. 	<ul style="list-style-type: none"> - Décrire une solution technique selon un critère du cahier des charges fonctionnel (CdCf). - Argumenter une solution au sein du groupe. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pertinence des critères techniques et économiques retenus. - Logique et objectivité de l'argumentation.

C13. Valider une géométrie ou une architecture, par simulation informatique ou calcul élémentaire des comportements mécaniques.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Les solutions techniques envisageables. - Un outil informatique de modélisation et simulation mécanique et sa documentation associée. 	<ul style="list-style-type: none"> - Créer un modèle d'étude adapté. - Mettre en œuvre l'outil informatique ou le protocole de calcul élémentaire, utilisant le modèle d'étude retenu. - Analyser et interpréter les résultats. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pertinence du modèle proposé. - Validité des entrées. - Exactitude des résultats et qualité de leur interprétation.

C14. Estimer la durée d'étude attendue en phase avec le jalonnement d'un projet et recenser les éléments du coût.

<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - La frontière, les conditions et les moyens techniques de l'étude. - Le plan prévisionnel du projet dans lequel s'inscrit l'étude. - Les bases de données techniques de l'entreprise avec, éventuellement des informations sur les temps relatifs aux études antérieures. - Les éléments de calcul des coûts prévisionnels : internes, fournisseurs, outilleurs, fabricants... 	<ul style="list-style-type: none"> - Situer l'étude dans le plan général du projet et identifier les antériorités et les simultanités. - Déterminer les délais prévisionnels de l'étude. - Recenser les éléments de coût à prendre en compte. 	<ul style="list-style-type: none"> - Respect du plan de travail. - Exhaustivité des éléments de coût prévisionnels.

C15. Choisir un composant en exploitant une base de données industrielle, mécanique ou électrique.

<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Le cahier des charges fonctionnel. - Les lois de comportement attendues. - Les logiciels, abaques, catalogues de constructeurs. - Les croquis et schémas d'étude préliminaire. 	<ul style="list-style-type: none"> - Inventorier les critères de choix. - Réaliser un choix pondéré multicritères. - Utiliser les procédures de choix de composants (sur catalogues, CD ROM ou en ligne sur des sites industriels). 	<ul style="list-style-type: none"> - Adéquation des critères de choix avec le cahier des charges fonctionnel. - Respect de la démarche de choix de composant. - Pertinence du choix.

C16. Générer le modèle numérique de l'ensemble étudié en établissant un paramétrage fonctionnel permettant la construction de géométries robustes.

<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Les moyens informatiques (logiciel de CAO 3D paramétré, variationnel). - Le modèle numérique 3D du sous ensemble issu de la conception préliminaire. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pour un produit virtuel donné (pièce, sous ensemble), établir un paramétrage géométrique incluant les contraintes de conception, fonctionnelles mais aussi liées au procédé et processus d'industrialisation, permettant la génération de géométries robustes (en intégrant des compétences de spécialistes métier). 	<ul style="list-style-type: none"> - Corrélation entre paramétrage et chaîne fonctionnelle. - Robustesse, portabilité du modèle. - Minimisation des contraintes d'assemblage.

C17. Définir les spécifications de fonctionnement.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Le cahier des charges fonctionnel. - Le modèle numérique 3D. - Les mises en plan 2D. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier et quantifier les conditions de bon fonctionnement (jeux, ajustements...). - Établir les chaînes géométriques traduisant les conditions fonctionnelles. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pertinence des conditions fonctionnelles identifiées. - Exactitude des chaînes géométriques.

C18. Prédimensionner les éléments essentiels du projet en appliquant la théorie des poutres.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - La maquette numérique de conception préliminaire. - Les actions mécaniques appliquées. - Éventuellement un aide mémoire des cas simples de la théorie des poutres. - Éventuellement, un logiciel de résistance des matériaux (RDM). - Les données sur les propriétés mécaniques des matériaux. 	<ul style="list-style-type: none"> - Définir les éléments à dimensionner. - Choisir un modèle d'étude adapté. - Justifier les hypothèses simplificatrices retenues. - Utiliser le modèle avec l'outil adapté. - Analyser et interpréter les résultats. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pertinence de l'élément à dimensionner. - Pertinence du modèle d'étude retenu. - Respect de la démarche de calcul. - Exactitude de l'interprétation des résultats.

C19a. Exploiter un logiciel de calcul de structures : modélisation et saisie des données.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - La maquette numérique de conception préliminaire. - Les actions mécaniques appliquées. - Un logiciel de calcul de structure. - Les données sur les propriétés mécaniques des matériaux. 	<ul style="list-style-type: none"> - Définir les éléments à dimensionner. - Choisir le module de calcul adapté. - Proposer les modèles de chargement. - Identifier les conditions aux limites de l'étude. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pertinence du modèle d'étude retenu. - Respect de la démarche de calcul.

C19b. Exploiter un logiciel de calcul de structures : exploitation des résultats.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Les résultats des calculs effectués par un logiciel de calcul de structures (édités ou disponibles sur un poste informatique). 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les éléments dimensionnés. - Décoder et interpréter les résultats. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exactitude de l'interprétation des résultats. - Pertinence des conclusions.

C20. Choisir un matériau et un procédé d'élaboration compatible avec les fonctions et formes de la pièce.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Les éléments économiques : lots, délais, coût prévisionnel. - Le cahier des charges fonctionnel du produit. - Les croquis, schémas et/ou modèle numérique 3D de la pièce concernée. - Les bases de données sur les procédés et les matériaux. - Éventuellement, un logiciel d'aide à la décision pour le choix du couple matériau/procédé. - Éventuellement, les modules métiers et les moyens de simulation relatifs au(x) procédé(s) envisagés. - Éventuellement, les moyens nécessaires à la mise en œuvre d'essais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier l'aptitude du matériau de la pièce à satisfaire les conditions fonctionnelles ou d'élaboration attendues : usinabilité, formabilité, moulabilité... dureté, résistance à la corrosion... - Vérifier la compatibilité entre les formes de la pièce et le (ou les) procédé(s) d'obtention (éventuellement par exploitation de modules « métiers » des logiciels). 	<ul style="list-style-type: none"> - Pertinence du choix du matériau au regard de critères technico-économiques. - Compatibilité du couple matériau/procédé au regard de la géométrie et des fonctions de la pièce.

C21. Intégrer les exigences ou propositions d'un spécialiste d'un procédé.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Les éléments économiques : lots, délais, coût prévisionnel. - Le cahier des charges fonctionnel du produit. - La maquette numérique de conception préliminaire. - L'esquisse ou le modèle numérique de la pièce concernée. - Éventuellement, les résultats de la simulation du procédé d'obtention de la pièce étudiée à l'aide d'un module métier. - Un spécialiste du procédé et/ou son rapport d'analyse sur la pièce à fabriquer. 	<ul style="list-style-type: none"> - Énoncer les contraintes économiques de la pièce à fabriquer. - Énoncer les critères privilégiés pour le choix initial du couple matériau/procédé. - Identifier les incidences du procédé sur l'homogénéité de la matière, sur les caractéristiques mécaniques du matériau. - Définir avec précision la géométrie de la pièce compatible avec le procédé. - Échanger avec un spécialiste du procédé. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exhaustivité et exactitude des contraintes et critères énoncés. - Exhaustivité des incidences du procédé à prendre en compte. - Compatibilité de la géométrie de la pièce avec le procédé et l'ensemble de ses contraintes.

C22. Intégrer les exigences de la vie du produit.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Le cahier des charges fonctionnel du produit. - Des données et/ou des spécialistes sur les processus de fabrication, d'assemblage, de conditionnement, de livraison, d'utilisation, de SAV, de destruction du produit. - Les normes en vigueur relatives à la sécurité des personnes et des biens, à la préservation de l'environnement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Inventorier les exigences des diverses étapes du cycle de vie du produit. - Traduire les incidences sur la définition du produit et, éventuellement sur les diverses notices de vente, d'installation, de mise en service, d'utilisation, d'entretien, de service après vente, de destruction. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exhaustivité des contraintes repérées. - Exactitude des modifications proposées. - Précision des spécifications indiquées sur les diverses notices.

C23. Valider le comportement du système conçu au regard du chier des charges fonctionnel.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Le cahier des charges fonctionnel du produit. - La maquette numérique de conception détaillée du produit. - Des logiciels de calcul et simulation mécanique. 	<ul style="list-style-type: none"> - Définir les éléments à valider et les critères d'étude. - Choisir un modèle adapté à la précision de la vérification attendue. - Utiliser le modèle - conclure quant au comportement attendu. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pertinence de l'étude proposée. - Validité du modèle, de l'outil de simulation choisis et de la démarche mise en œuvre.

C24. Élaborer le modèle numérique définitif et les représentations graphiques dérivées.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Le modèle numérique de l'étude avec ses spécifications fonctionnelles. - Le contrat final attendu pour l'étude concernée. - Les matériaux et les procédés retenus. - Les normes de la cotation et du tolérancement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliser les fonctionnalités du modeleur 3D pour éditer les documents techniques attendus selon divers points de vue : <ul style="list-style-type: none"> ○ conception, ○ spécification, ○ maintenance, ○ commercial, ○ utilisation, ○ ... 	<ul style="list-style-type: none"> - Exhaustivité des documents techniques attendus. - Qualité de l'organisation de l'habillage. - Précision des informations. - Respect des normes.

C25. Réaliser des dessins de définition de produits finis, cotés, tolérancés.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Le modèle numérique, ses spécifications fonctionnelles et les mises en plan nécessaires. - Les matériaux et procédés retenus. - Les normes en vigueur. - Le coût prévisionnel. - Éventuellement des logiciels de quantification et de simulation d'une cotation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rechercher, pour chaque condition fonctionnelle, la (ou les) spécification(s) relative(s) à la pièce considérée. - Quantifier les spécifications (en dimensions et spécifications de formes ou de positions relatives). - Indiquer les spécifications sur le document de définition de la pièce. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pertinence des spécifications retenues. - Cohérence des valeurs des spécifications au regard des fonctionnalités, des procédés et du coût prévisionnel.. - Respect des normes en vigueur.

C26. Intégrer une action d'étude dans une démarche « qualité ».		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - L'organigramme de l'entreprise. - Le plan qualité de l'entreprise. 	<ul style="list-style-type: none"> - Intégrer son action dans le plan qualité de l'entreprise. - Participer à l'encadrement ou à la formation de stagiaires ou de personnels dans l'entreprise. 	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des procédures « qualité » de l'entreprise. - Niveau de l'implication personnelle.

C27. Contribuer à l'archivage, à la traçabilité de l'étude et à la capitalisation des expériences dans les bases de données techniques de l'entreprise.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Le dossier complet de l'étude. - Les bases de données de l'entreprise, (archivage matériel ou logiciel). 	<ul style="list-style-type: none"> - Rechercher les mots clés de l'étude et, éventuellement, coder selon le protocole de l'entreprise. - Classer l'étude et gérer la configuration en cours. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pertinence des mots clés. - Exactitude du codage. - Validité du classement.

C28. Choisir un mode de communication approprié. Communiquer synthétiquement par courrier électronique.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Un logiciel de messagerie pour réseau local ou à distance. - Un module spécifique d'une plate forme collaborative. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rédiger un courrier électronique concis. - Diffuser ou réceptionner un, courrier électronique. - Annoter un modèle numérique. 	<ul style="list-style-type: none"> - Concision, précision et lisibilité du message.

C29. Rédiger et présenter oralement, dans un français correct et avec les outils de communication adaptés, un rapport exploitant un vocabulaire technique pertinent.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Tout ou partie d'une étude technique. - Éventuellement un glossaire de vocabulaire technique, un dictionnaire orthographique, un dictionnaire des synonymes. - Les moyens matériels et logiciels de présentation de rapports. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rédiger un rapport. - Inventorier les mots clés et rédiger un plan synthétique du rapport. - Choisir les documents techniques et les animations essentiels. - Réaliser la présentation orale de l'étude technique concernée à l'aide des moyens audiovisuels adaptés. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lisibilité du rapport écrit. - Logique de la démarche proposée. - Exactitude des mots clés et pertinence des illustrations. - Précision du vocabulaire et clarté de l'expression orale.

C30. Lire un document technique en anglais ; participer à un échange technique en anglais.		
<i>Données</i>	<i>Compétence détaillée</i>	<i>Critères et/ou indicateur de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Un document technique écrit en langue anglaise. - Un ou des interlocuteurs s'exprimant en anglais et un sujet technique identifié à priori. 	<ul style="list-style-type: none"> - Décrire en anglais les points clés de l'étude. - Dialoguer en anglais sur le sujet avec un ou des interlocuteurs. - Rédiger en français le résumé d'un échange avec un ou des interlocuteurs s'étant exprimés en anglais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exactitude de la formulation en langue anglaise. - Exactitude des idées comprises et traduites en français

3. SAVOIRS ASSOCIÉS

Le plan de la page ci-dessous présente les contenus organisés autour de neuf thèmes distincts (S1 à S9)

Le schéma de la page suivante spécifie les niveaux d'acquisition et de maîtrise des contenus

Les pages suivantes définissent, pour chaque thème :

- Les connaissances associées (partie de gauche).
- Les niveaux d'acquisition et de maîtrise de ces connaissances.

S1. Français

S2. Anglais

S3. Mathématiques

S4. Physique appliquée

- S 41 : Régimes transitoires électrique et mécanique.
- S 42 : Régimes périodiques.
- S 43 : Régimes sinusoïdaux.
- S 44 : Capteurs : principe et mode de transduction.
- S 45 : Machines électriques : principes et caractéristiques.

S5. Électrotechnique – Motorisation des systèmes

- S51 Conception de produits utilisant l'énergie électrique
- S52 Sécurité des personnes et des biens
- S53 Choix des actionneurs, des motorisations
- S54 Choix des capteurs
- S55 Les outils de représentation normalisée
- S56 Les régimes de fonctionnement

S6. Comportement des systèmes techniques

- S61 Cinématique
- S62 Modélisation des actions mécaniques
- S63 Statique
- S64 Mécanique des fluides
- S65 Dynamique, Énergétique
- S66 Résistance des matériaux, Élasticité

S7. Construction des systèmes techniques :

- S71 Analyse fonctionnelle
- S72 Étude des solutions constructives associées aux liaisons
- S73 Étude des composants mécaniques de transmission
- S74 Étude des composants de conversion d'énergie
- S75 Ergonomie et sûreté des produits
- S76 Relation produit, matériau, procédé
- S77 Spécification de produits
- S78 Organisation et suivi d'un projet

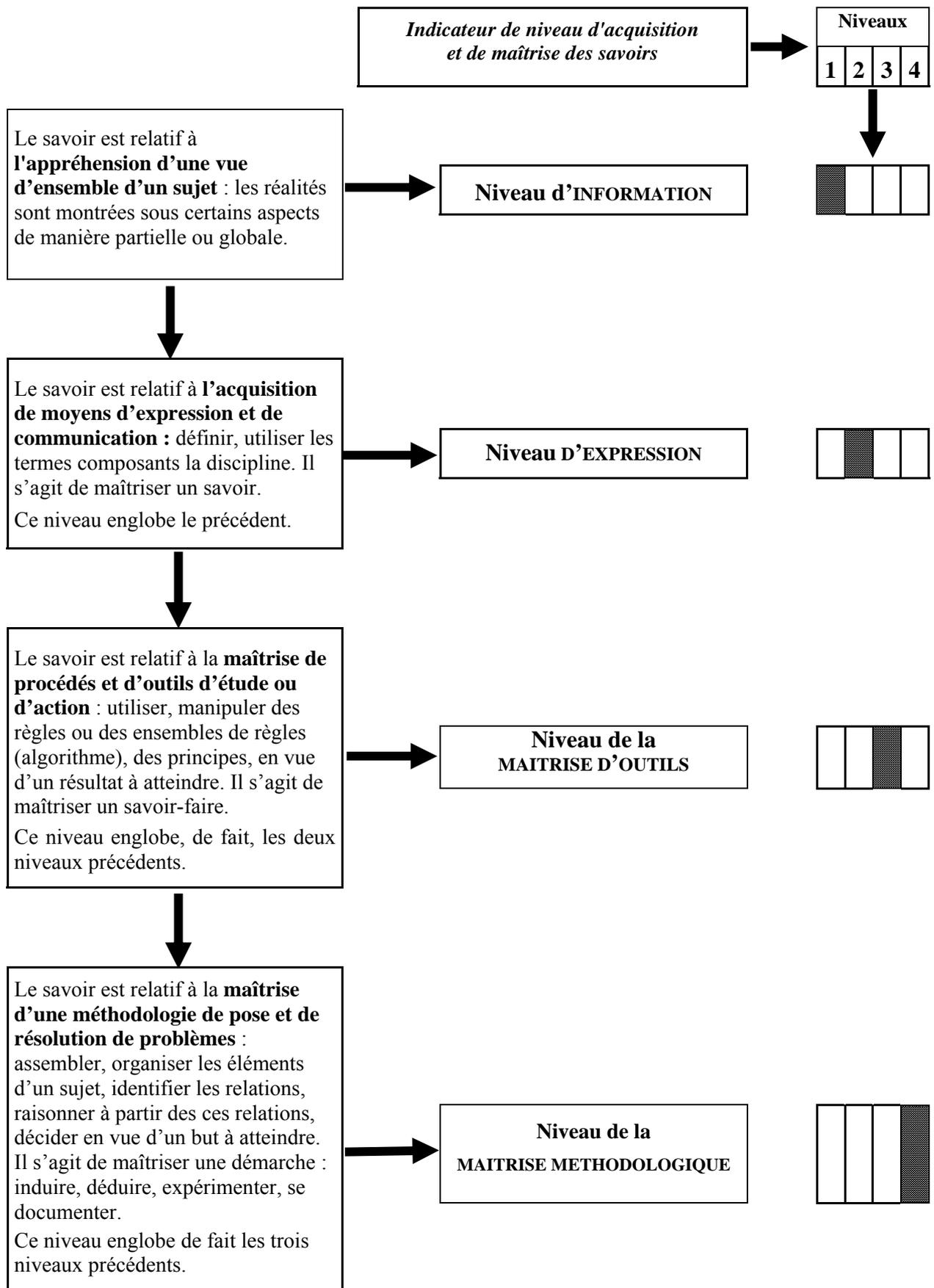
S8. Industrialisation des produits

- S81 L'entreprise industrielle
- S82 La relation conception, industrialisation, production, contrôle
- S83 Les procédés d'obtention des produits

S9. Représentation d'un produit technique

- S91 Outils à développer en phase recherche de solutions
- S92 Utilisation de modeleurs volumiques pour l'obtention de modèles 3D en phase d'étude
- S93 Fonctionnalités des modeleurs utiles en phase exploitation

Spécification des niveaux d'acquisition et de maîtrise des savoirs



S1 - Français

L'enseignement du français dans les sections de techniciens supérieurs se réfère aux dispositions de l'arrêté du 30 mars 1989 (BOEN n° 21 du 25 mai 1989) fixant les objectifs, les contenus de l'enseignement et le référentiel de capacités du domaine de l'expression française pour le brevet de technicien supérieur.

S2 - Anglais

1. OBJECTIFS

Étudier une langue vivante étrangère contribue à la formation intellectuelle et à l'enrichissement culturel de l'individu.

Pour l'étudiant de brevet de technicien supérieur, cette étude est une composante de la formation professionnelle et la maîtrise de l'anglais est une compétence indispensable à l'exercice de la profession.

Sans négliger aucun des quatre savoir-faire linguistiques fondamentaux (comprendre, parler, lire et écrire la langue vivante étrangère) l'on s'attachera à satisfaire les besoins spécifiques à l'activité professionnelle courante et à l'utilisation de la langue vivante étrangère dans l'exercice du métier.

2. COMPÉTENCES FONDAMENTALES

Elles seront développées dans les domaines suivants :

- exploitation de la documentation, en anglais, afférente aux domaines techniques et commerciaux (notices techniques, documentation professionnelle, articles de presse, courrier, fichier informatisé ou non...);
- utilisation efficace des dictionnaires et ouvrages de référence appropriés ;
- compréhension orale d'informations ou instructions à caractère professionnel et maîtrise de la langue orale de communication au niveau de l'échange de type professionnel ou non, y compris au téléphone ;
- expression écrite, prise de notes, rédaction de comptes rendus, de lettres, de messages, de brefs rapports.

Dans l'intérêt des étudiants, une liaison étroite avec les professeurs d'enseignement technologique et professionnel est recommandée au profit mutuel de la langue et de la technologie enseignées.

3. CONTENUS

3.1. Grammaire

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

3.2. Lexique

On considérera comme acquis le vocabulaire élémentaire de la langue de communication et le programme de second cycle des lycées.

C'est à partir de cette base nécessaire que l'on devra renforcer, étendre et diversifier les connaissances en fonction des besoins spécifiques de la profession.

3.3 Éléments culturels des pays utilisateurs d'une langue vivante étrangère.

La langue vivante étrangère (anglais) s'entend ici au sens de la langue utilisée par les techniciens et doit être pratiquée dans sa diversité: écriture des dates, unités monétaires, abréviations, heure... En anglais, on veillera à familiariser les étudiants aux formes britanniques, américaines, canadiennes, australiennes... représentatives de la langue anglophone.

Une attention particulière sera apportée à ces problèmes, tant à l'écrit qu'à l'oral.

S3 - Mathématiques

Programme de mathématiques

L'enseignement des mathématiques dans les sections de techniciens supérieurs Conception de produits industriels se réfère aux dispositions de l'arrêté du 8 juin 2001 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

1. Objectifs spécifiques à la section

Une vision géométrique des problèmes, en liaison avec les autres disciplines, constitue un objectif essentiel de la formation des techniciens supérieurs en conception de produits industriels qui doit imprégner l'ensemble de l'enseignement car les méthodes de la géométrie jouent un rôle capital dans leurs domaines d'intervention et en analyse: apports du langage géométrique et des modes de représentation.

La connaissance de quelques modèles géométriques fournit des bases mathématiques utiles pour un technicien supérieur en conception de produits industriels.

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

Compte tenu de l'orientation de cette formation vers la *conception* des produits, les *méthodes statistiques* pour contrôler la qualité d'une fabrication ont été retirées du programme.

2. Organisation des contenus

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

- la résolution de problèmes géométriques rencontrés dans les divers enseignements, y compris en conception assistée par ordinateur, ce qui nécessite une certaine familiarisation avec les configurations géométriques les plus usuelles dans le domaine industriel et avec la pratique du calcul vectoriel dans l'espace ;
- une initiation à la modélisation géométrique fournissant une ouverture sur les techniques les plus contemporaines ;
- une étude des fonctions usuelles, c'est-à-dire exponentielles, puissances et logarithme dont la maîtrise est nécessaire à ce niveau, et la résolution d'*équations différentielles* linéaires.
- 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...).

3. Organisation des études

L'horaire est de 2 heures + 2 heures en première année et de 2 heures + 2 heures en seconde année.

II - Programme

Le programme de mathématiques est constitué des modules suivants :

Nombres complexes 1.

Fonctions d'une variable réelle.

Calcul différentiel et intégral 2.

Équations différentielles, à l'exception du TP 3.

Fonctions de deux ou trois variables réelles, à l'exception du paragraphe b).

Modélisation géométrique 2.

Calcul matriciel.

Calcul vectoriel, à l'exception du produit mixte.

Configurations géométriques.

S4 - Physique appliquée

<i>Objectif associé aux compétences professionnelles :</i> Analyse du comportement dynamique d'un système électrique	
S41 : Régimes transitoires	
<i>Contenu</i>	<i>Exemples d'activités</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Constante de temps mécanique et électrique. ▪ Régime transitoire. ▪ Régime permanent. <p><i>Pour les applications suivantes :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - charge d'un condensateur sous tension constante, - courant dans une bobine soumise à un créneau tension, - montée en vitesse d'une machine électrique. 	<p>Mesurage de constante de temps mécanique ou électrique.</p> <p>Montages R, C.</p> <p>Montages R, L.</p> <p>Relevés de caractéristiques dynamiques sur bancs de machines.</p>

<i>Objectif associé aux compétences professionnelles :</i> Connaissance et mesurage des grandeurs électriques communément utilisées	
S42 : Régimes périodiques	
<i>Contenu</i>	<i>Exemples d'activités</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grandeurs instantanées. ▪ Grandeurs moyennes. ▪ Grandeurs efficaces. ▪ Facteur de forme. ▪ Taux d'ondulation. ▪ Harmoniques. 	<p>Calculs et mesurages sur des signaux périodiques.</p> <p>Mise en évidence des harmoniques.</p> <p>Utilisation des fonctions AC et DC des oscilloscopes et des multimètres.</p>

<i>Objectif associé aux compétences professionnelles :</i> Distribution triphasée. Amélioration du facteur de puissance	
S43 : Régimes sinusoïdaux	
<i>Contenu</i>	<i>Exemples d'activités</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Étude expérimentale des dipôles élémentaires vus sous l'angle de la conversion de l'énergie électrique en énergie thermique, magnétique, électrostatique. ▪ Groupement de dipôles. Systèmes triphasés. ▪ Puissances active, réactive, apparente. ▪ Disjoncteur différentiel application de la loi de Faraday. 	<p>Étude des circuits R, C ; R, L ; RLC.</p> <p>Mesurage de puissances active, réactive, apparente.</p> <p>Mesurage de déphasages.</p> <p>Mesurage de facteur de puissance.</p> <p>Amélioration de facteur de puissance d'un montage.</p>

Objectif associé aux compétences professionnelles :

Grandeurs physiques à mesurer et transformation en grandeurs électriques

S44 : Capteurs : principes et modes de transduction

<i>Contenu</i>	<i>Exemples d'activités</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Phénomène de transduction. ▪ Sensibilité d'un capteur. ▪ Linéarité. ▪ Critères de choix. <p><i>Pour les applications suivantes :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Capteur de position inductif. - Capteur d'humidité capacitif. - Capteur thermique : thermistance. - Capteur de vitesse. - Capteur de couple. - Capteur de tension et courant : pince ampèremétrique. - Optoélectronique : photo-diode, photo-transistor. - Isolation galvanique : transformateur. 	<p>Analyse de la sensibilité et de la linéarité. Choix de capteurs. Mises en œuvre de capteurs dans des chaînes.</p>

Objectifs associés aux compétences professionnelles :

Caractéristiques mécaniques naturelles des machines électriques

Pilotages à mettre en œuvre pour obtenir une caractéristique adaptée

Choix de matériels

S45 : Machines électriques : principes et caractéristiques

<i>Contenu</i>	<i>Exemples d'activités</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caractéristiques mécanique des machines à courant continu, asynchrone, synchrone. ▪ Grandeurs électriques de commande : tension pour les machines à courant continu ; tension et fréquence pour les machines à champs tournants. ▪ Génération des signaux de commandes à partir des sources invariantes : réseaux (f, U), batteries d'accumulateurs (U). ▪ Modules de commandes de puissance : hacheurs, redresseurs, onduleurs. 	<p>Relevé d'une caractéristique mécanique. Relevé et analyse des signaux de commande. Tracés des signaux théoriques des hacheurs, redresseurs et onduleurs. Calcul de la valeur moyenne. Mesurage de rapport cyclique. Mesurage du taux d'ondulation. Mises en œuvre de modules d'électronique de puissance.</p>

S5	Électrotechnique - Motorisation des systèmes	Niveaux			
		1	2	3	4
S51	Conception des produits utilisant l'énergie électrique				
S511	Contraintes Générales : <ul style="list-style-type: none"> • Échauffement. • Isolement. • Effets électrodynamiques. • Perturbations, CEM. • Protection des personnes et des biens. • Conformité des produits : normes. • Procédures de qualification. 				
S512	Solutions constructives répondant aux contraintes				
S52	Sécurité des personnes et des biens				
S521	Les dispositifs de protection : <ul style="list-style-type: none"> • Court-circuits. • Surintensité. • Surtension. • Échauffement. • Isolement. 				
S522	Les régimes de neutre : <ul style="list-style-type: none"> • TT • IT 				
S53	Choix des actionneurs, des motorisations				
S531	Caractéristiques : <ul style="list-style-type: none"> • $C = f(n)$ de la charge liée au procédé. • $C = Cte$, $P = Cte$, $C = k \cdot n^2$ • Quadrants. • Critères économiques. • Critères techniques. • Conditions de service. • Conditions d'environnement. • Critères de dimensionnement. • Conditions d'exploitation. 				
S532	Les solutions de motorisation ou de moto variation				
S533	Exploitation des logiciels de choix				
S54	Choix des capteurs <ul style="list-style-type: none"> • Critères techniques, performances, fonction globale. • Critères de dimensionnement. • Critères économiques. • Exploitation de logiciels de choix. 				
S55	Les outils de représentation normalisée <ul style="list-style-type: none"> • Les symboles structurels et fonctionnels. • Les repérages des schémas, des borniers. • Utilisation de logiciels. 				
S56	Les régimes de fonctionnement <ul style="list-style-type: none"> • Régime permanent. • Régime transitoire. • Lois de conduite. • Performances. 				

S6	Comportement des systèmes techniques	Niveaux			
		1	2	3	4
S61	Cinématique				
S611	Mouvement relatif de solides en liaison pivot, glissière et hélicoïdale : <ul style="list-style-type: none"> • Généralités : <ul style="list-style-type: none"> ○ définition des mouvements, ○ repères (absolu, relatif) ; coordonnés, ○ paramétrage, ○ notion de point coïncidant, ○ trajectoire d'un point d'un solide. • Caractérisation du mouvement d'un point d'un solide par rapport à un repère : <ul style="list-style-type: none"> ○ Vecteurs position, vitesse, accélération, ○ Champ des vecteurs vitesse des points d'un solide, ○ Application aux mouvements de translation, de rotation autour d'un axe fixe, hélicoïdal. ○ Représentation graphique et analytique dans le cas d'un point d'un solide dans les cas suivants : <ul style="list-style-type: none"> ▪ mouvement rectiligne uniforme, ▪ mouvement rectiligne uniformément varié, ▪ mouvement circulaire uniforme, ▪ mouvement circulaire uniformément varié. 				
S612	Mouvements plans entre solides : <ul style="list-style-type: none"> • Équiprojectivité du champ des vecteurs vitesse. • CIR et distribution du champ des vecteurs vitesse. • Notion d'enveloppes appliquées à des situations techniques. • Composition des vitesses : <ul style="list-style-type: none"> ○ loi, ○ traduction graphique pour des systèmes plans, ○ applications au glissement et au roulement. 				
S613	Étude des chaînes cinématiques : <ul style="list-style-type: none"> • Torseur cinématique associé à une liaison. • Classe d'équivalence cinématique (ensemble de pièces n'ayant aucun mouvement relatif dans la phase considérée), graphe des liaisons, schéma cinématique. • Lois d'entrée sortie : applications aux transformateurs et transmetteurs de mouvement. 				

S62	Modélisation des actions mécaniques	Niveaux			
		1	2	3	4
S621	Frontière et choix du système isolé				
S622	Les actions mécaniques : <ul style="list-style-type: none"> • Nature : action mécanique de contact et à distance. • Modélisation globale des efforts transmissibles par chaque liaison (représentation par un torseur). • Étude locale des actions de contact : <ul style="list-style-type: none"> ○ nature géométrique du contact, ○ frottement et adhérence : loi de Coulomb, ○ roulement, glissement, ○ pression de contact (modèle de Hertz). 				
S623	Associations de pièces et de liaisons : <ul style="list-style-type: none"> • 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). • Application en CAO : passage du modèle numérique au modèle d'étude. 				

S63	Statique	Niveaux			
		1	2	3	4
S631	Principe fondamental de la statique : <ul style="list-style-type: none"> • Énoncé du principe. • Traduction vectorielle : <ul style="list-style-type: none"> ○ Théorème de la résultante générale, ○ Théorème du moment résultant. Réciprocité des actions mutuelles				
S632	Résolution d'un problème de statique : <ul style="list-style-type: none"> • Analytique dans les cas simples. • Graphique, limité à l'étude de système de solides soumis à 3 ou 4 actions modélisées par des glisseurs de supports non parallèles. • Exploitation d'un logiciel de calcul adapté (entrée des données et exploitation des résultats). 				

S64	Mécanique des fluides	Niveaux			
		1	2	3	4
S641	Statique des fluides : Loi de l'hydrostatique, théorèmes de Pascal, d'Archimède.				
S642	Écoulements unidimensionnels : <ul style="list-style-type: none"> • Principe de conservation de la masse : équation de continuité. • Principe de conservation de l'énergie : théorème de Bernoulli. • Pertes de charge régulière et singulière dans une conduite. 				

S65	Dynamique, Énergétique	Niveaux			
		1	2	2	2
S651	Caractéristiques d'inertie d'un solide : <ul style="list-style-type: none"> • Centre de gravité d'un ensemble de solides : recherche barycentrique et exploitation logicielle. • Moment d'inertie d'un solide par rapport à un axe. • Théorème de Huyghens. 				
S652	Principe fondamental de la dynamique appliqué : <ul style="list-style-type: none"> • au solide en mouvement de translation rectiligne, • au solide en mouvement de rotation autour d'un axe fixe. <p>Notion d'équilibrage statique et dynamique d'un solide en rotation (cette partie se limitera à la mise en relation d'un comportement observé expérimentalement avec la représentation des éléments d'inertie fournis par les logiciels de calcul)</p> <p>Notions qualitatives sur les phénomènes vibratoires (cette partie se limitera à la mise en relation d'un comportement observé expérimentalement avec la notion de fréquence propre)</p>				
S653	Énergétique <ul style="list-style-type: none"> • Les différentes formes d'énergie (cinétique, potentielle, calorifique, électrique, lumineuse). • Travail et puissance. • Théorème de l'énergie cinétique. • Principe de conservation de l'énergie. • Rendement global et partiel (d'un actionneur, d'un mécanisme). • Régime nominal, point de fonctionnement. • Réversibilité d'un actionneur, d'une chaîne de transmission. 				

S66	Résistance des matériaux, Élasticité	Niveaux			
		1	2	3	4
S661	<p>Résistance des matériaux – Théorie des poutres :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hypothèses de la résistance des matériaux : <ul style="list-style-type: none"> ○ Modèle poutre. ○ Hypothèses sur les matériaux. ○ Hypothèses de Navier Bernoulli et de Barré de Saint Venant. • Contraintes et lois de comportement : <ul style="list-style-type: none"> ○ Torseur des efforts de cohésion dans une section droite d'une poutre. ○ Vecteur contrainte, contrainte normale et tangentielle. ○ Lois de Hooke. • Les sollicitations simples : <ul style="list-style-type: none"> ○ Traction, compression. ○ Torsion. ○ Flexion simple. <p>Pour chaque sollicitation : étude des contraintes dans une section droite, condition de résistance, déformation, concentrations de contraintes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les sollicitations composées : <ul style="list-style-type: none"> ○ Principe de superposition. ○ Flexion traction ou compression. ○ Flexion déviée limitée à la superposition de deux flexions simples pour des poutres à deux plans de symétrie. ○ Flexion torsion d'arbres à section circulaire (cas particulier des expressions des critères de limite élastique de Tresca et Von Mises). • Cas particulier du cisaillement et du matage. 				
S662	<p>Élasticité</p> <p>Un logiciel de prédimensionnement utilisant la méthode des éléments finis étant choisi :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entrées du logiciel pour formuler l'étude: <ul style="list-style-type: none"> ○ Type et dimension du maillage. ○ Conditions aux limites. ○ Liaisons (ou connexions) entre pièces. ○ Modèles de chargement. • Sorties du logiciel pour finaliser l'étude : <ul style="list-style-type: none"> ○ Représentation par courbes ou zones d'isovaleurs (de contraintes, de déplacement....) selon un critère. 				

S7 Construction des systèmes techniques

S71 Analyse fonctionnelle		Niveaux			
		1	2	3	4
S711	Analyse fonctionnelle externe : <ul style="list-style-type: none"> • Besoin à satisfaire par l'utilisateur. • Cycle de vie du produit. • Expression fonctionnelle du besoin. • Frontière d'une étude, diagramme des interacteurs. • Fonctions de service (usage, estime), contraintes. • Cahier des charges fonctionnel : caractéristiques des fonctions de service (critères, niveaux et flexibilité). 				
S712	Analyse fonctionnelle interne : <ul style="list-style-type: none"> • Déclinaison des fonctions de service en fonctions techniques : outil FAST. • Nature et flux des éléments transformés par le produit : matière, énergie, information. • Autres outils de représentation fonctionnelle des systèmes et produits : diagramme d'activité, synoptique, schéma bloc. • Architecture fonctionnelle des produits et systèmes : chaîne d'énergie, chaîne d'information. 				
S72	Étude des solutions constructives associées aux liaisons : <ul style="list-style-type: none"> • 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. • Adéquation pièce-matériau-procédé d'obtention. • Détermination du prédimensionnement 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 : <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>assemblage démontable,</i> ○ <i>assemblage permanent,</i> ○ <i>guidage en rotation par glissement,</i> ○ <i>guidage en rotation par éléments roulants,</i> ○ <i>guidage en translation par glissement,</i> ○ <i>guidage en translation par éléments roulants,</i> ○ <i>rotulage.</i> 				

		Niveaux			
		1	2	3	4
S73	<p>Étude des composants mécaniques de transmission :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comportement cinématique de la transmission : loi d'entrée-sortie, réversibilité. • Puissance d'entrée et de sortie, rendement. • Conditions d'installation et de bon fonctionnement. • Prédimensionnement 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...). <p><i>Pour les solutions constructives suivantes :</i></p>				
S731	<p>Transmissions sans transformation de mouvement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>sans modification de la fréquence de rotation :</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>accouplements d'arbres,</i> ○ <i>embrayages et coupleurs,</i> ○ <i>limiteurs de couple,</i> ○ <i>freins.</i> • <i>avec modification de la vitesse angulaire :</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>poulies courroie,</i> ○ <i>chaînes,</i> ○ <i>engrenages (trains simples et épicycloïdaux),</i> ○ <i>applications aux réducteurs et boîtes de vitesse.</i> 				
S732	<p>Transmissions avec transformation de mouvement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>systèmes vis écrou (à frottement et à roulement),</i> • <i>comes,</i> • <i>systèmes articulés plans.</i> 				

S74	<p>Étude des composants de conversion d'énergie et de contrôle</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. • Détermination du prédimensionnement 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...) <p><i>Pour les solutions constructives suivantes :</i></p>				
S741	<p>Actionneurs électriques :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>moteur synchrone,</i> ○ <i>moteur asynchrone,</i> ○ <i>moteur « brushless »,</i> ○ <i>moteur « pas à pas »,</i> ○ <i>moteur linéaire.</i> 				

		Niveaux			
		1	2	3	4
S742	<p>Actionneurs pneumatiques et hydrauliques :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ vérin, ○ moteur. <p>• Caractéristiques externes d'utilisation et d'intégration</p> <p>Pour les solutions constructives suivantes :</p>				
S743	<p>Capteurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Détecteur avec ou sans contact. ○ Capteur de position, de vitesse, d'accélération, de pression, d'effort. 				
S75	Ergonomie et sûreté des produits				
S751	<p>Règles générales d'ergonomie des produits et systèmes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bases de données sur les gestes, postures et efforts acceptables, sur les fréquences et durées de maintien possibles... • Éléments d'esthétique : matière, couleurs, formes. 				
S752	<p>Sûreté de fonctionnement des produits et systèmes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Démarche de conception : inventaire des énergies et des risques, solutions de prévention, de protection, d'instruction. • Outils d'analyse des risques : arbre d'événement, AMDEC, bases de données sur les normes et règlements, les protections, la signalisation. 				
S76	Relation Produit – Matériau - Procédé				
S761	<p>Les caractéristiques des matériaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Structure cristalline et moléculaire des matériaux, conséquences sur les comportements mécaniques. • Caractéristiques physico-chimiques : masse volumique, conductibilité, résistance à la corrosion... • Caractéristiques mécaniques : résistance, dureté, résilience, élasticité, résistance à la fatigue... 				
S762	<p>Les classes de matériaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Désignation. • Caractéristiques principales. • Domaines d'utilisation. • Coût estimatif. <p>Pour les classes suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ matériaux métalliques, ○ matériaux polymères, élastomères, ○ matériaux composites, ○ céramiques, verres. 				

		Niveaux			
		1	2	3	4
S763	Traitement des matériaux :				
	<ul style="list-style-type: none"> • Principes du procédé. • Matériaux concernés et fonctionnalités satisfaites. • Évolution des caractéristiques. <p><i>pour les traitements et revêtements suivants :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ trempe, revenu, recuit, ○ trempe superficielle, cémentation, nitruration, ○ revêtement métallique : galvanisation, nickelage... ○ autres revêtements : peintures, résines... 				
S764	Interaction fonction - matériau - géométrie – procédé :				
	<ul style="list-style-type: none"> • Critères de choix d'un matériau. • Diagrammes et logigrammes et logiciels d'aide au choix. 				

S77		Spécification de produits			
S771	Cotation et tolérancement normalisés :				
	<ul style="list-style-type: none"> • Défauts géométriques des pièces. • Conditions fonctionnelles des assemblages et guidages. • Spécification géométrique du produit : <ul style="list-style-type: none"> ○ normes, ○ spécifications dimensionnelles, de forme, de position relative, d'orientation, de battement, ○ éléments de référence, référence spécifiée, zone de tolérance, ○ exigence de l'enveloppe, ○ principe du maximum de matière (et de la tolérance zéro au maximum de matière), tolérance projetée, ○ principe du minimum de matière, ○ notion sur la matrice GPS. 				
S772	La démarche de détermination des spécifications d'une pièce:				
	<ul style="list-style-type: none"> • Inventaire des fonctions mécaniques auxquelles participe la pièce et repérage des surfaces fonctionnelles associées. • Analyse et quantification éventuelle des conditions de fonctionnement et de montage : cotes conditions, jeux, ajustements, chaînes géométriques des contacts. • Quantification des spécifications pour une fonction mécanique donnée : prise en compte des conditions de montage, des éléments standard, des procédés d'élaboration, méthodes de calcul ou de vérification des valeurs et tolérances satisfaisant les conditions. <p>Quantification des spécifications de liaison entre les surfaces fonctionnelles influentes issues de fonctions mécaniques différentes (liaisons entre groupes fonctionnels).</p>				

S78	Organisation et suivi d'un projet	Niveaux			
		1	2	3	4
S781	Compétitivité des produits industriels : <ul style="list-style-type: none"> • Délais, marchés, concurrence. • Valeur d'un produit. • Coûts d'un produit. • Qualité, certifications ISO. • Standardisation. • Normalisation. • Protection industrielle, innovation. • Veille technologique. • Capitalisation des acquis. • Traçabilité des études. 				
S782	Méthodes et outils de la compétitivité : <ul style="list-style-type: none"> • Activités de projet : <ul style="list-style-type: none"> ○ travail de groupe pluridisciplinaire, ○ ingénierie concourante, ○ gestion de projet : outil PERT, outil GANTT. • La démarche de conception des produits : <ul style="list-style-type: none"> ○ conception préliminaire : CdCf, analyse concurrentielle, innovation, simulations de fonctionnement, maquettes,... ○ conception détaillée : choix du couple matériau procédé, validation des formes, simulations, prototypage... • Outils pour la créativité <ul style="list-style-type: none"> ○ méthodes de créativité : TRIZ ○ outils d'analyse de la valeur : tableau de pondération, hiérarchisation, histogramme, rendement de conception, AMDEC, diagramme cause/effet,... ○ outils de recherche de solutions : remue méninge, analogie, inversion, analyse morphologique, étude d'antériorité. 				

S8	Industrialisation des produits	Niveaux			
		1	2	3	4
S81	L'entreprise industrielle :				
	<ul style="list-style-type: none"> • Organisation administrative et commerciale. • Organisation des études, recherche et développement. • Le système de production : méthodes et préparations, achats, sous- traitance, co-traitance, gestion de production, gestion des stocks, maintenance des moyens techniques de production, organisations, service qualité, service après vente. • La réglementation du travail : environnement, cadre de vie, comité d'hygiène, sécurité et des conditions de travail (CHSCT), comité d'entreprise, représentativité des personnels, formation des personnels. 				
S82	La relation conception industrialisation, production, contrôle :				
S821	Concept de « chaîne numérique » : <ul style="list-style-type: none"> • Maquette numérique, prototypage, outillage, simulation du procédé (logiciels de simulation), production, qualification, boucle d'optimisation. • Utilisation de modules métiers dits « de préconception » accessibles : moulage, thermoformage... afin de visualiser les défauts éventuels des pièces et agir en conséquence. 				
S822	Relation au système de production : <ul style="list-style-type: none"> • Conception orientée familles de pièces. • Capabilité des moyens de production en relation avec les spécifications d'une pièce. • Fonctionnalité des machines à mesurer tridimensionnelles. 				
S83	Les procédés d'obtention des produits				
	<ul style="list-style-type: none"> • Principes du procédé. • Capabilité du procédé : matériau, géométrie, précision. • Influences sur les propriétés du matériau. • Outillages associés. • Coût estimatif. <p>Pour les procédés suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ moulage : par gravité, sous pression, injection, (centrifugation, rotomoulage, hydroformage...) ○ déformation : forgeage, estampage, matriçage, extrusion, (soufflage), emboutissage, pliage ○ forme ébauche coulée (FEC) ○ découpage : (oxycoupage, laser, jet d'eau, poinçonnage,) ○ enlèvement de matière : usinage, UGV, électroérosion, usinage chimique... ○ soudage, ○ collage, ○ assemblages divers : clipsage... ○ élaboration des pièces en matériaux composites. 				

S9	Représentation d'un produit technique	Niveaux			
		1	2	3	4
S91	Outils de représentation à développer en phase recherche de solutions : <ul style="list-style-type: none"> • Croquis. • Schéma de principe. • Schéma architectural. • Schéma cinématique. • Schéma technologique. 				
S92	Utilisation de modeleurs volumiques pour l'obtention de modèles 3D en phase étude: <ul style="list-style-type: none"> • Paramétrage. • Arbre de construction. • Contraintes d'assemblage. • Méthodes de conception : <ul style="list-style-type: none"> ○ dans l'assemblage, ○ par pièce, ○ par surfaces fonctionnelles, ○ par mode plan, ○ par mode schéma,... • Bibliothèques et banques de données techniques : <ul style="list-style-type: none"> • en réseau local, • en accès à distance. 				
S93	Fonctionnalités des modeleurs utiles en phase d'exploitation, selon le point de vue, du spécificateur, du commercial, du fabricant, de l'utilisateur: <ul style="list-style-type: none"> • Fonctionnalités logicielles relatives à la mise en plan avec : <ul style="list-style-type: none"> ○ construction de coupes ○ habillage de la mise en plan : cotation normalisée, fond de plan, écriture diverses... ○ édition de nomenclatures. • Éclatés avec nomenclature associée. • Rendus réalistes. • Animations. 				

ANNEXE I c

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.

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

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...

D'une manière plus 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.

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 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 contexte, 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 modelleur 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.

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.

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 logiciels 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 modèleur 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 modèleur 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.

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.

Reuves 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 3 revues de projet :

- 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 :

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

Le savoir-faire est d'ordre « manipulateur » 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. Exemple : pour "interpréter les dérives" (compétence), il est nécessaire de savoir décoder "les cartes de contrôle" (savoirs : structure des cartes, codes, valeurs correctes des données, conséquences...).

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 relatif d'une surface par rapport à une autre.

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

MODALITÉS DE CERTIFICATION

ANNEXE II a

UNITES CONSTITUTIVES DU DIPLOME

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

<i>Les cases grisées correspondent, pour chacune des 4 unités aux compétences à évaluer lors de la certification (examen ou validation des acquis). Seules les compétences désignées par des cases grisées seront évaluées. Si les autres peuvent être mobilisées elles ne donneront pas lieu à évaluation. Dans le cas ou elles ne seraient pas maîtrisées, les tâches correspondantes seront réalisées avec assistance.</i>		U2	U4	U51	U52	U61	U62
		Anglais	Motorisation des systèmes	Modélisation et comportement des produits industriels	Analyse et spécification de produits	Présentation du rapport de stage industriel	Présentation du dossier de projet
C01	Décoder un cahier des charges fonctionnel.						
C02	Recenser les contraintes de l'étude.						
C03	Reformuler et synthétiser un cahier des charges fonctionnel résultant d'une verbalisation écrite ou orale.						
C04	Analyser, comparer des solutions techniques et argumenter.				GM		
C05	Dégager les principes qui régissent les solutions techniques.		GE				GM
C06	Rechercher une information dans une documentation technique, dans un réseau local ou à distance.						
C07	Identifier les moyens techniques de production disponibles.						
C08	Intégrer les contraintes de la propriété industrielle.						
C09	Rechercher et expliciter un principe de solution.		GE				GM
C10	Proposer, ou expliciter, sous forme de croquis ou de schéma, commenté, légendé, une solution constructive.		GE				GM
C11	Élaborer la maquette numérique de conception préliminaire à l'aide d'un modèleur volumique, paramétrable, variationnel.						
C12	Argumenter, au sein d'un groupe projet, les solutions techniques et économiques proposées en exploitant les outils adaptés.						
C13	Valider une géométrie ou une architecture, par simulation informatique ou calcul élémentaire des comportements mécaniques.						
C14	Estimer la durée d'étude attendue en phase avec le jalonnement d'un projet et recenser les éléments du coût.						

N.B. : Les compétences C04, C05, C09, C10, sont évaluées dans deux unités car elles se distribuent dans deux champs différents : génie électrique (GE) et génie mécanique (GM).

<p><i>Les cases grisées correspondent, pour chacune des 4 unités aux compétences à évaluer lors de la certification (examen ou validation des acquis). Seules les compétences désignées par des cases grisées seront évaluées. Si les autres peuvent être mobilisées elles ne donneront pas lieu à évaluation. Dans le cas où elles ne seraient pas maîtrisées, les tâches correspondantes seront réalisées avec assistance.</i></p>		U2	U4	U51	U52	U61	U62
		Anglais	Motorisation des systèmes	Modélisation et comportement des produits industriels	Analyse et spécification de produits	Présentation du rapport de stage industriel	Présentation du dossier de projet
C15	Choisir un composant en exploitant une base de données industrielle, mécanique ou électrique.						
C16	Générer le modèle numérique de l'ensemble étudié en établissant un paramétrage fonctionnel permettant la construction de géométries robustes.						
C17	Définir les spécifications de fonctionnement.						
C18	Prédimensionner les éléments essentiels du projet en appliquant la théorie des poutres.						
C19a	Exploiter un logiciel de calcul de structures : modélisation et saisie des données.						
C19b	Exploiter un logiciel de calcul de structures : exploitation des résultats.						
C20	Choisir un matériau et un procédé d'élaboration compatible avec les fonctions et formes de la pièce.						
C21	Intégrer les exigences ou propositions d'un spécialiste d'un procédé.						
C22	Intégrer les exigences de la vie du produit.						
C23	Valider le comportement du système conçu au regard du cahier des charges fonctionnel.						
C24	Élaborer le modèle numérique définitif et les représentations graphiques dérivées.						
C25	Réaliser des dessins de définition de produits finis, cotés, tolérancés.						
C26	Intégrer une action d'étude dans une démarche « qualité ».						
C27	Contribuer à l'archivage, à la traçabilité de l'étude et à la capitalisation des expériences dans les bases de données techniques de l'entreprise.						
C28	Choisir un mode de communication approprié. Communiquer synthétiquement par courrier électronique.						
C29	Rédiger et présenter oralement, dans un français correct et avec les outils de communication adaptés, un rapport exploitant un vocabulaire technique pertinent.						
C30	Lire un document technique en anglais ; participer à un échange technique en anglais.						

U4. MOTORISATION DES SYSTEMES

• Contenu :

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

C04	Analyser, comparer des solutions techniques et argumenter (domaine du génie électrique).
C05	Dégager les principes qui régissent des solutions techniques (domaine du génie électrique).
C09	Rechercher et expliciter un principe de solution (domaine du génie électrique).
C10	Proposer ou expliciter sous forme de croquis ou de schéma, commenté, légendé, une solution constructive (domaine du génie électrique).

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, les tâches correspondantes doivent être réalisées avec assistance.

• **Contexte professionnel** : Fonction études.

• Nature de l'activité :

Ces activités correspondent à la tâche 2.4., de l'activité 2 aux tâches 3.1., 3.4. de l'activité 3 et à la tâche 4.3 de l'activité 4, soit dans le domaine du génie électrique:

- Analyse de solutions existantes.
- Recherche de principes de solutions.
- Analyse critique de solutions.
- Choix et dimensionnement de composants.

Ces activités nécessitent la mobilisation simultanée et complémentaire des savoirs et savoir-faire de **physique appliquée et d'électrotechnique**

U51. MODELISATION ET COMPORTEMENT DES PRODUITS INDUSTRIELS

• Contenu :

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

C13	Valider une géométrie ou une architecture, par simulation informatique ou calcul élémentaire des comportements mécaniques.
C18	Prédimensionner les éléments essentiels du projet en appliquant la théorie des poutres.
C19a	Exploiter un logiciel de calcul de structures : modélisation et saisie des données.
C23	Valider le comportement du système conçu au regard du cahier des charges fonctionnel.

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, les tâches correspondantes doivent être réalisées avec assistance.

• **Contexte professionnel** : Fonction études.

• **Nature de l'activité** :

Ces activités correspondent à la tâche 3.3., de l'activité 3 et aux tâches 4.3., 4.4. de l'activité 4 , soit :

- Validation des lois « d'entrées sorties » pour les systèmes de transformation de mouvement et transmission de puissance.
- Choix et dimensionnement de composants.
- Dimensionnement des structures.

U52. ANALYSE ET SPECIFICATION DE PRODUITS

• **Contenu** :

Cette unité concerne tout ou partie des compétences terminales du référentiel listées ci-dessous :

C04	Analyser, comparer, des solutions techniques et argumenter (domaine du génie mécanique).
C17	Définir les spécifications de fonctionnement.
C19b	Exploiter un logiciel de calcul de structures (exploitation des résultats).
C20	Choisir un matériau et un procédé d'élaboration compatible avec les fonctions et formes de la pièce.
C25	Réaliser des dessins de définition de produits finis, cotés, tolérancés.

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, les tâches correspondantes doivent être réalisées avec assistance.

• **Contexte professionnel** : Fonction études.

• **Nature de l'activité** :

Ces activités correspondent à la tâche 2.4. de l'activité 2, à la tâche 3.4. de l'activité 3, aux tâches 4.5. et 4.7. de l'activité 4, à la tâche 5.2. de l'activité 5, soit :

- Analyse de solutions existantes.
- Analyse critique de solutions.
- Étude de préindustrialisation et dialogue avec un spécialiste pour l'optimisation de la relation « produit (fonction et géométrie) – matériau – procédé ».
- Spécification des conditions de fonctionnement.
- Réalisation des dessins de définition de produits finis, cotés, tolérancés.

U61. PRESENTATION DU RAPPORT DE STAGE INDUSTRIEL

• Contenu :

Cette unité concerne tout ou partie des compétences terminales du référentiel listées ci-dessous :

C07	Identifier les moyens techniques de production disponibles.
C08	Intégrer les contraintes de la propriété industrielle.
C26	Intégrer une action d'étude dans une démarche « qualité ».
C27	Contribuer à l'archivage, à la traçabilité de l'étude et à la capitalisation des expériences dans les bases de données techniques de l'entreprise.
C29	Rédiger et présenter oralement, dans un français correct, et avec les outils de communication adaptés, un rapport exploitant un vocabulaire technique pertinent.

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, les tâches correspondantes doivent être réalisées avec assistance.

• **Contexte professionnel** : Fonction études, fonction préparation, prototypage.

• Nature de l'activité :

Ces activités correspondent aux tâches 1.4., 1.5., aux tâches 2.1., 2.2., 2.3., 2.5. de l'activité 2, aux tâches 6.1. et 6.2. de l'activité 6, soit :

- Dialogue avec un chef de projet ou un chargé d'affaires.
- Participation à la prise en compte de l'environnement de l'étude.
- Recherche documentaire.
- Consultation des normes.
- Consultation des bases de données techniques et méthodologiques de l'entreprise.
- Intégration des contraintes de propriété industrielle.
- Contribution à la traçabilité (gestion des modifications, archivage) d'une étude.
- Formulation et transmission d'une information technique, d'un savoir-faire.

U62. PRESENTATION DU DOSSIER DE PROJET

• Contenu :

Cette unité concerne tout ou partie des compétences terminales du référentiel listées dans le tableau de la page suivante.

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, les tâches correspondantes doivent être réalisées avec assistance.

C01	Décoder un cahier des charges fonctionnel.
C02	Recenser les contraintes de l'étude.
C03	Reformuler et synthétiser un cahier des charges fonctionnel résultant d'une verbalisation écrite ou orale.
C05	Dégager les principes qui régissent les solutions techniques (domaine du génie mécanique).
C06	Rechercher une information dans une documentation technique, dans un réseau local ou à distance.
C09	Rechercher et expliciter un principe de solution techniques (domaine du génie mécanique).
C10	Proposer ou expliciter sous forme de croquis ou de schéma, commenté, légendé, une solution constructive techniques (domaine du génie mécanique).
C11	Élaborer la maquette numérique de conception préliminaire à l'aide d'un modeleur volumique, paramétrable, variationnel.
C12	Argumenter, au sein d'un groupe projet, les solutions techniques et économiques proposées en exploitant les outils adaptés.
C14	Estimer la durée d'étude attendue en phase avec le jalonnement d'un projet et recenser les éléments du coût.
C15	Choisir un composant en exploitant une base de données industrielle, mécanique ou électrique.
C16	Générer le modèle numérique de l'ensemble étudié en établissant un paramétrage fonctionnel permettant la construction de géométries robustes.
C21	Intégrer les exigences ou propositions d'un spécialiste d'un procédé.
C22	Intégrer les exigences de la vie du produit.
C24	Élaborer le modèle numérique définitif et les représentations graphiques dérivées.
C28	Choisir un mode de communication approprié. Communiquer synthétiquement par courrier électronique.

• **Contexte professionnel** : Fonction études.

• **Nature de l'activité**

Ces activités correspondent, aux tâches 1.1, 1.2., 1.3. de l'activité 1, à la tâche 2.6., de l'activité 2, aux tâches 3.1, 3.2., 3.5., 3.6 de l'activité 3 aux tâches 4.1, 4.2., 4.6. de l'activité 4, à la tâche 5.1., de l'activité 5, soit :

- Décodage d'un cahier des charges fonctionnel.
- Reformulation d'un besoin.
- Élaboration de tout ou partie d'un cahier des charges fonctionnel (éventuellement sur site).
- Recensement de la logistique de production.
- Recherche de principes de solutions.
- Recherche de solutions constructives et élaboration de la maquette numérique de conception préliminaire.
- Prise en compte des coûts et délais.
- Argumentation au sein d'un groupe projet en vue d'une validation de l'étude préliminaire.
- Conception collaborative et prise en compte des contraintes de conception partagée.
- Réalisation du modèle numérique 3D de l'étude.
- Prise en compte des exigences de la vie du produit (maintenabilité, réparabilité, sécurité, ergonomie, utilisation, esthétique, élimination...).
- Élaboration du modèle numérique définitif et des représentations graphiques dérivées.

ANNEXE II b

UNITÉS COMMUNES À PLUSIEURS SPÉCIALITÉS DE BTS

U1. FRANÇAIS

L'unité U1, "Français" du brevet de technicien supérieur "Conception de produits industriels" et l'unité de Français des brevets de techniciens supérieurs du secteur industriel (groupe I) sont communes.

Les bénéficiaires de l'unité de Français au titre de l'une des spécialités susmentionnées qui souhaitent présenter une autre de ces spécialités sont, à leur demande, pendant la durée de validité du bénéfice, dispensés des épreuves correspondant à l'unité de Français.

Les titulaires de l'une des spécialités susmentionnées qui souhaitent présenter une autre de ces spécialités sont, à leur demande, dispensés des épreuves correspondant à l'unité de Français.

U2. LANGUE VIVANTE ETRANGERE : ANGLAIS

L'unité U2 du brevet de technicien supérieur « conception de produits industriels » et l'unité « langue vivante étrangère 1 » des brevets de techniciens supérieurs du groupe 17 sont communes sous réserve que les candidats aient choisi l'anglais.

Les titulaires de l'une des spécialités susmentionnées qui souhaitent présenter une autre de ces spécialités sont, à leur demande, dispensés de l'obtention de l'unité « Langue vivante étrangère 1 » sous réserve que les candidats aient choisi l'anglais.

Les bénéficiaires de l'unité « langue vivante étrangère 1 » au titre de l'une des spécialités susmentionnées qui souhaitent présenter une autre de ces spécialités sont, à leur demande, pendant la durée de validité du bénéfice, dispensés de l'obtention de l'unité « langue vivante étrangère 1 » sous réserve que les candidats aient choisi l'anglais.

U 3. MATHÉMATIQUES

L'unité U.3, "Mathématiques", du brevet de technicien supérieur "conception de produits industriels" et l'unité de Mathématiques des brevets de techniciens supérieurs du groupement B sont communes.

Les bénéficiaires de l'unité de Mathématiques au titre de l'une des spécialités susmentionnées qui souhaitent présenter une autre de ces spécialités sont, à leur demande, pendant la durée de validité du bénéfice, dispensés des épreuves correspondant à l'unité de Mathématiques.

Les titulaires de l'une des spécialités susmentionnées qui souhaitent présenter une autre de ces spécialités sont, à leur demande, dispensés des épreuves correspondant à l'unité de Mathématiques.

ANNEXE II c

RÈGLEMENT D'EXAMEN

Brevet de technicien supérieur "CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS"			Voie scolaire, apprentissage, formation continue dans les établissements publics ou privés, enseignement à distance, et candidats justifiant de trois ans d'expérience professionnelle.		Formation professionnelle continue dans les établissements publics habilités à pratiquer le CCF pour ce BTS
Épreuves	Unités	Coef	Mode	Durée	Mode
Épreuve 1 (E1) : Français	U1	2	Écrit	4 h	CCF 2 situations
Épreuve 2 (E2) : Langue vivante étrangère : anglais	U2	2	Préparation... Oral	40 min. 20 min.	CCF 2 situations
Épreuve 3 (E3) : Mathématiques	U3	2	Écrit	3 h	CCF 2 situations
Épreuve 4 (E4) : Motorisation des systèmes	U4	2	Écrit	3 h	CCF 1 situation
Épreuve 5 (E5) : Étude de produits industriels.	U5	5			
Sous – épreuve E51 : Modélisation et comportement des produits industriels	U51	2,5	Écrit	4 h	CCF 1 situation
Sous – épreuve E52 : Analyse et spécification de produits.	U52	2,5	Écrit	4 h	CCF 1 situation
Épreuve 6 (E6) : Épreuve professionnelle de synthèse.	U6	6			
Sous – épreuve E61 : Soutenance du rapport de stage industriel	U61	1	Oral	30 min.	Ponctuelle orale
Sous – épreuve E62 : Présentation du projet industriel	U62	5	Oral + pratique	1h	Ponctuelle orale
Épreuve facultative de langue étrangère ¹	UF1		Préparation... Oral	20 min. 20 min.	Ponctuelle orale

1. Hors anglais. Pour cette épreuve facultative, seuls les points au dessus de la moyenne sont pris en compte.

ANNEXE II d

DÉFINITION DES ÉPREUVES PONCTUELLES ET DES SITUATIONS D'ÉVALUATION EN COURS DE FORMATION

Épreuve E1 (Unité 1) : Français

(Coefficient 2)

1. Finalités et objectifs de l'épreuve :

L'objectif de l'évaluation est de certifier l'aptitude des candidats à communiquer avec efficacité dans la vie professionnelle courante. On vérifiera donc les capacités du candidat à :

- communiquer par écrit ou oralement ;
- s'informer, se documenter ;
- appréhender un message ;
- réaliser un message ;
- apprécier un message ou une situation

(Arrêté du 30 mars 1989 – BO n° 21 du 25 mai 1989).

2. Modes d'évaluation :

- **Forme ponctuelle** : épreuve écrite, d'une durée de 4 heures, coefficient : 2.
- **Contrôle en cours de formation** :

L'unité de français est constituée de deux situations d'évaluation de poids identiques qui visent à évaluer la capacité du candidat à appréhender et réaliser un message écrit.

Première situation : évaluation écrite d'une durée de 2 heures, coefficient : 1

a) 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 ;
- appréhender et reformuler un message écrit (fidélité à la signification globale du texte et pertinence dans le relevé de ses éléments fondamentaux)
- réaliser un message écrit cohérent (pertinence par rapport à la question posée, intelligibilité, précision des idées, pertinence des exemples, valeur de l'argumentation, exploitation opportune des références culturelles et de l'expérience personnelle, netteté de la conclusion)

c) Exemple de situation :

- résumer par écrit un texte long (900 mots environ) portant sur un problème contemporain ;
- le commenter en fonction de la question posée et du destinataire.

Deuxième situation : évaluation écrite d'une durée de 2 heures, coefficient : 1

a) 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 ;
- 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 retenue par le candidat, cohérence de la problématique comme de la production (classement et enchaînement des éléments, équilibre des parties, densité du propos, efficacité du message) ;
- apprécier un message et présenter un point de vue brièvement argumenté.

c) Exemple de situation :

- réalisation d'une synthèse de documents à partir de plusieurs documents (4 ou 5) de nature différente (textes littéraires, textes non littéraires, messages graphiques, tableaux statistiques...) centrés sur un problème précis et dont chacun est daté et situé dans son contexte. Cette synthèse est suivie d'une brève appréciation ou proposition personnelle liée à la fois aux documents de synthèse et au destinataire.

Épreuve E2 (Unité 2) :
Langue vivante étrangère : Anglais
(Coefficient 2)

Principes

Afin de ne pas occulter la composante professionnelle qui doit rester un élément constituant de la formation du futur technicien supérieur, mais de ne pas limiter pour autant l'expression à l'utilisation de la langue de spécialité, on soumettra au candidat, dans le cadre d'une épreuve orale :

- un support relatif à sa spécialité dont on vérifiera la compréhension,
- un autre type de supports pour l'entretien en langue vivante étrangère proprement dit.

FORME D'ÉVALUATION :

- FORME PONCTUELLE : épreuve orale

Durée : 20 minutes, *préparation* : 40 minutes

Elle se déroulera selon les modalités suivantes :

1. Préparation de l'épreuve en loge : le candidat préparera un compte rendu et un commentaire en anglais à partir de supports textuels, iconographiques ou de brefs enregistrements audios ou vidéos. Il prendra des notes (de 15 à 20 lignes maximum)
2. Entretien en langue anglaise avec l'examineur à partir du ou des supports et des notes prises par le candidat au cours de la préparation en loge :
 - a. Document du support relatif à sa spécialité : pour la vérification de la compréhension, l'examineur pourra proposer au candidat des exercices spécifiques destinés à vérifier sa compréhension, y compris la traduction d'un extrait, mais on évitera un recours abusif au français.
 - b. Autre type de support : résumé et commentaire de document par le candidat (prise de parole en continu par le candidat à partir de notes qu'il aura prises pendant la préparation) suivis d'un entretien en langue anglaise avec l'examineur.

- CONTRÔLE EN COURS DE FORMATION

L'épreuve d'anglais est constituée de deux situations d'évaluation, de poids identique, correspondant aux deux capacités : compréhension orale et expression orale

1° - Première situation d'évaluation

- compréhension orale

Evaluer à partir d'un support audio-oral l'aptitude à comprendre le message auditif exprimé en anglais par le biais de :

- . questions factuelles simples
- . questions à choix multiples
- . reproductions des éléments essentiels d'information issus du document
- . résumés rédigés en anglais ou en français.

Le candidat devra faire la preuve des compétences suivantes :

- . anticipation
- . repérage, identification des éléments prévisibles
- . sélection, organisation, hiérarchisation des informations
- . inférence.

2° Deuxième situation d'évaluation

- expression orale.

Evaluer la capacité à s'exprimer oralement en langue anglaise de façon pertinente et intelligible. Le ou les supports proposés permettront d'évaluer l'aptitude à dialoguer en anglais dans une situation liée au domaine professionnel au moyen de phrases simples, composées et complexes.

Le candidat devra faire preuve de compétences suivantes :

- . mobilisation des acquis
- . aptitude à la reformulation juste et précise
- . aptitude à combiner des éléments acquis en cours de formation en énoncés pertinents et intelligibles
- . exigences lexicale et grammaticale (cf. programme de consolidation de la seconde).

<p style="text-align: center;">Épreuve E3 (Unité 3) : Mathématiques (Coefficient 2)</p>

1. Finalités et objectifs

Cette épreuve a pour objectifs :

- d'apprécier la solidité des connaissances des étudiants et leur capacité à les mobiliser dans des situations variées,
- de vérifier leur aptitude au raisonnement et leur capacité à analyser correctement un problème, à justifier les résultats obtenus et à apprécier leur portée,
- d'apprécier leurs qualités au raisonnement et leur capacité à analyser correctement un problème, à justifier les résultats obtenus et à apprécier leur portée,
- d'apprécier leurs qualités dans le domaine de l'expression écrite et de l'exécution soignée de tâches diverses (modélisation de situations réelles, calculs avec ou sans instruments, tracés graphiques).

Par suite, il s'agit d'évaluer les capacités des candidats à :

- maîtriser les connaissances figurant au programme de mathématiques,
- employer des sources d'information,
- trouver une stratégie adaptée à un problème donné,
- mettre en œuvre une stratégie :
 - Utiliser de manière appropriée des savoir-faire figurant au programme de mathématiques ;
 - Argumenter
 - Analyser la pertinence d'un résultat,
- communiquer par écrit, voire oralement.

2. Modes d'évaluation

Les modes d'évaluation, la nature, la durée, et le coefficient de l'épreuve de mathématiques sont précisés dans le règlement d'examen (voir annexe IIc)

2.1. Forme ponctuelle (écrite, durée : 3 heures)

Les sujets comportent plusieurs exercices de mathématiques. Ces exercices porteront sur des parties différentes du programme et devront rester proches de la réalité professionnelle.

L'épreuve porte à la fois sur des applications directes des connaissances du cours et sur leur mobilisation au sein de problèmes plus globaux.

Il convient d'éviter toute difficulté théorique et toute technicité mathématique excessive. La longueur et l'ampleur du sujet doivent permettre à un candidat moyen de traiter le sujet et de le rédiger posément dans le temps imparti.

L'utilisation des calculatrices pendant l'épreuve est définie par la circulaire n° 99-018 du 1/2/1999 (BO n°42 du 25 novembre 1999)

En tête des sujets doivent figurer les deux rappels suivants :

- la clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies,
- l'usage des instruments de calcul et du formulaire officiel de mathématiques est autorisé.

2.2. Contrôle en cours de formation :

Il comporte deux situations d'évaluation, la première comptant pour les deux tiers du coefficient attribué à l'unité de mathématiques.

La première situation d'évaluation située en fin de deuxième année, doit respecter les points suivants :

1. L'évaluation est écrite et sa durée est voisine de celle correspondant à l'évaluation ponctuelle de ce BTS.
2. La situation d'évaluation comporte des exercices de mathématiques recouvrant une part très large du programme. Dans chaque spécialité, les thèmes mathématiques qu'ils mettent en jeu portent principalement sur les chapitres les plus utiles pour les autres enseignants.
Le nombre de points affectés à chaque exercice est indiqué aux candidats afin qu'ils puissent gérer leur travaux.
Lorsque cette situation s'appuie sur d'autres disciplines, aucune connaissance relative aux disciplines considérées n'est exigible des candidats pour l'évaluation des mathématiques et toutes explications et indications utiles doivent être fournies dans l'énoncé.
3. La situation d'évaluation permet l'application directe des connaissances du cours mais aussi la mobilisation de celles-ci au sein de problèmes plus globaux.
4. Il convient d'éviter toute difficulté théorique et toute technicité mathématique excessive. La longueur et l'ampleur du sujet doivent permettre à un candidat moyen de le traiter et de le rédiger posément dans le temps imparti.
5. L'utilisation des calculatrices pendant la situation d'évaluation est définie par la réglementation en vigueur aux examens et concours relevant de l'éducation nationale.
6. Les deux points suivants doivent être impérativement rappelés au candidat :
 - la clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies ;
 - l'usage des calculatrices et du formulaire officiel de mathématiques est autorisé.

La deuxième situation d'évaluation est la réalisation écrite (individuelle ou en groupe restreint) et la présentation orale (individuelle) d'un dossier comportant la mise en œuvre de savoir-faire mathématique en liaison directe avec la présente spécialité du dossier.

La grille d'évaluation des capacités et compétences figurant en annexe II de l'arrêté du 8 juin 2001 est précisée pour le BTS Conception de produits industriels comme indiqué page suivante.

Grille d'évaluation – mathématiques

BTS Conception de produits industriels
(à titre indicatif)

NOM
Établissement :
20 - 20

Type d'activité - date			

Bilan

Évaluation générale des capacités et compétences

Maîtriser les connaissances figurant au programme de mathématiques						
Employer des sources d'information						
Trouver une stratégie adaptée à un problème						
Mettre en œuvre une stratégie	Utiliser de façon appropriée des savoir-faire figurant au programme de mathématiques Argumenter Analyser la pertinence d'un résultat					
Communiquer		par écrit				
		par oral				

Évaluation par module des capacités et compétences

	Modules	TP n°			
Nombres complexes	1				
	2				
Calcul différentiel et intégral	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
Équations différentielles	1				
	2				
Modélisation géométrique	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
Calcul matriciel	1				
Configurations géométriques	1				

Épreuve E4 : Motorisation des systèmes
(Unité 4.)
(Coefficient 2)

1. Contenu de l'épreuve :

Cette épreuve prend appui sur les savoirs de **physique appliquée** et d'**électrotechnique**.

L'épreuve doit permettre de valider tout ou partie des compétences suivantes :

Épreuve E4		Savoirs associés										
MOTORISATION DES SYSTÈMES												
Compétences		S41	S42	S43	S44	S45	S51	S52	S53	S54	S55	S56
C04	Analyser, comparer des solutions techniques et argumenter (domaine du génie électrique)											
C05	Dégager les principes qui régissent des solutions techniques (domaine du génie électrique)											
C09	Rechercher et expliciter un principe de solution (domaine du génie électrique)											
C10	Proposer ou expliciter sous forme de croquis ou de schéma, commenté, légendé, une solution constructive (domaine du génie électrique)											

- S41 : Régimes transitoires électrique et mécanique.
- S42 : Régimes périodiques
- S43 : Régimes sinusoïdaux
- S44 : Capteurs : principes et modes de transduction
- S45 : Machines électriques : principes et caractéristiques
- S51 : Conception des produits utilisant l'énergie électrique
- S52 : Sécurité des personnes et des biens
- S53 : Choix des actionneurs, des motorisations
- S54 : Choix des capteurs
- S55 : Les outils de représentation normalisée
- S56 : Les régimes de fonctionnement

Le support technique est un système électromécanique issu du monde industriel. Le questionnement est relatif à des problèmes techniques réels, leur résolution doit permettre la mobilisation de tout ou partie des savoirs de physique appliquée et d'électrotechnique associés aux compétences énumérées ci-dessus.

L'étude proposée sera conduite à partir d'une solution correspondant à un cahier des charges industriel. Le candidat sera donc amené :

- à donner toutes les explications et justifications quant aux choix proposés par la solution (identification des principes de solutions, lois de comportement, pertinence de la solution) ;
- à proposer à partir d'un éventuel avenant au cahier des charges, des modifications, améliorations, extensions à la solution.

2. Modes d'évaluation :

2.1 Évaluation ponctuelle :

Épreuve écrite d'une durée de 3 heures, coefficient 2.

2.2 Contrôle en cours de formation :

Il s'effectue sur la base d'une situation d'évaluation d'une durée de 3 heures, coefficient 2, construite dans le même esprit que l'épreuve ponctuelle.

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

- le texte complet du sujet posé,
- la description sommaire des moyens matériels mis à sa disposition,
- les documents éventuellement rédigés par le candidat lors de l'évaluation,
- une fiche d'évaluation du travail réalisé.

Une fiche type d'évaluation sera disponible auprès des services rectoraux des examens et concours.
Aucun autre type de fiche ne devra être utilisé.

L'ensemble du dossier décrit ci-dessus sera tenu à la disposition du jury et de l'autorité rectoriale jusqu'à la session suivante.

Épreuve E5 : Étude de produits industriels

Sous – épreuve E51 (Unité 51) : Modélisation et comportement de produits industriels
(Coefficient 2,5)

1. Contenu de l'épreuve :

Cette épreuve doit permettre d'apprécier l'aptitude du candidat à mobiliser ses connaissances de mécanique appliquée pour valider des comportements et prédimensionner des composants.

L'épreuve doit permettre de valider tout ou partie des compétences suivantes :

Épreuve E5 Sous épreuve U51		Savoirs associés					
MODELISATION ET COMPORTEMENT DE PRODUITS INDUSTRIELS							
Compétences		S61	S62	S63	S64	S65	S66
C13	Valider une géométrie ou une architecture, par simulation informatique ou calcul élémentaire des comportements mécaniques.						
C18	Prédimensionner les éléments essentiels du projet en appliquant la théorie des poutres.						
C19a	Exploiter un logiciel de calcul de structures : modélisation et saisie des données.						
C23	Valider le comportement du système conçu au regard du cahier des charges fonctionnel.						

- S61 : Cinématique
- S62 : Modélisation des actions mécaniques
- S63 : Statique
- S64 : Mécanique des fluides
- S65 : Dynamique, Énergétique
- S66 : Résistance des matériaux, élasticité

Le support technique est un système mécanique ou électromécanique industrialisé. Le questionnement est relatif à des problèmes techniques réels ; leur résolution doit permettre la mobilisation de tout ou partie des savoirs associés aux compétences énumérées ci-dessus.

À partir de l'analyse d'une situation industrielle de préconception décrite dans un dossier présentant des résultats définitifs ou intermédiaires et s'appuyant sur les résultats de représentations volumiques préalables, de calculs de dimensionnements et de simulations informatiques, le candidat sera amené à développer des compétences de modélisation, d'analyse et de calculs simples, (justification, proposition, qualification), d'exploitations de résultats et de qualification de solutions par rapport au cahier des charges.

2. Modes d'évaluation :

2.1 Évaluation ponctuelle :

Épreuve écrite d'une durée maximale de 4heures, coefficient 2,5.

2.2 Contrôle en cours de formation :

Il s'effectue sur la base d'une situation d'évaluation d'une durée de 4 heures, dans le même esprit que l'épreuve ponctuelle.

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

- le texte complet du sujet posé,
- la description sommaire des moyens matériels mis à sa disposition,
- les documents éventuellement rédigés par le candidat lors de l'évaluation,
- une fiche d'évaluation du travail réalisé.

Une fiche type d'évaluation sera disponible auprès des services rectoraux des examens et concours. Aucun autre type de fiche ne devra être utilisé.

L'ensemble du dossier décrit ci-dessus sera tenu à la disposition du jury et de l'autorité rectorale jusqu'à la session suivante.

3. Objectifs et contextualisation de l'épreuve :

Cette épreuve doit permettre d'apprécier l'aptitude d'un candidat à concevoir et de prédéterminer le comportement de tout ou partie d'un produit industriel à partir d'éléments de cahier des charges relatif à un produit industriel moderne, mécanique ou électromécanique, significatif des technologies actuelles.

Des demandes précises porteront donc sur :

- La validation de principes de solutions constructives en réponse à tout ou partie d'un cahier des charges. Le candidat pourra être amené à proposer des solutions, à analyser des solutions constructives proposées en justifiant un modèle, en le caractérisant et en exploitant des résultats de simulations du comportement du système.
- Le prédimensionnement de certains éléments d'un mécanisme réel 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 situation technique du produit, (modélisation cinématique, statique, dynamique, de résistance de matériaux ou d'élasticité) et à indiquer les données caractéristiques de cette modélisation (paramétrage, variations acceptables, conditions limites, etc.).

En cohérence avec les évolutions techniques en cours, seul les calculs de résolution simples seront demandés. Lorsque, dans le contexte industriel, la résolution du problème se traite informatiquement, (tableur, logiciel de simulation d'un comportement), ce type de calcul ne sera pas demandé par voie de résolution « manuelle ». Toutefois, des résultats de ces étapes de calcul seront proposés au candidat sous diverses formes (tableaux, graphes, courbes, imagerie) afin qu'il les exploite, les commente et valide des résultats au regard de tout ou partie du cahier des charges fonctionnel proposé.

Épreuve E5 : Étude de produits industriels
Sous – épreuve E52 (Unité 52) : Analyse et spécification de produits
 (Coefficient 2,5)

1. Contenu de l'épreuve :

Le travail demandé correspond à tout ou partie de ce qui est écrit dans la rubrique : « nature de l'activité » de la définition de l'unité U52. Les compétences correspondantes sont :

Épreuve E5 Sous épreuve U52 ANALYSE ET SPECIFICATION DE PRODUITS		Savoirs associés								
Compétences ↗		S72	S73	S74	S76	S77	S82	S83	S91	S93
C04	Analyser, comparer, argumenter des solutions techniques.									
C17	Définir les spécifications de fonctionnement.									
C19b	Exploiter un logiciel de calcul de structures (exploitation des résultats).									
C20	Choisir un matériau et un procédé d'élaboration compatible avec les fonctions et formes de la pièce.									
C25	Réaliser des dessins de définition de produits finis, cotés, tolérancés.									

- S72 : Étude des solutions constructives associées aux liaisons
- S73 : Étude des composants mécaniques de transmission
- S74 : Étude des composants de conversion d'énergie
- S76 : Relation produit, matériau, procédé
- S77 : Spécification de produits
- S82 : La relation conception, industrialisation, production, contrôle
- S83 : Les procédés d'obtention des produits
- S91 : Représentation d'un produit technique en phase recherche de solutions
- S93 : Représentation d'un produit technique en phase exploitation

Les données et les indicateurs de performance de cette épreuve sont ceux des compétences correspondantes. S'il est bien entendu que la démonstration de ces compétences nécessite la mobilisation des savoirs correspondants, il ne saurait être question de pratiquer par interrogation sur les seuls savoirs.

Le travail demandé dans cette épreuve correspond à tout ou partie des activités professionnelles suivantes :

- constitution du dossier d'étude,
- conception préliminaire,
- conception détaillée,
- constitution du dossier de définition de produit.

2. Modes d'évaluation :

2.1 Évaluation ponctuelle :

Épreuve écrite d'une durée maximale de 4heures, coefficient 2,5.

2.2 Contrôle en cours de formation :

Il s'effectue sur la base d'une situation d'évaluation d'une durée de 4 heures, dans le même esprit que l'épreuve ponctuelle.

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

- le texte complet du sujet posé,
- la description sommaire des moyens matériels mis à sa disposition,
- les documents éventuellement rédigés par le candidat lors de l'évaluation,
- une fiche d'évaluation du travail réalisé.

Une fiche type d'évaluation sera disponible auprès des services rectoraux des examens et concours. Aucun autre type de fiche ne devra être utilisé.

L'ensemble du dossier décrit ci-dessus sera tenu à la disposition du jury et de l'autorité rectoriale jusqu'à la session suivante.

3. Objectifs et contextualisation de l'épreuve :

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

- comprendre, décrire, analyser, argumenter, spécifier les solutions constructives de tout ou partie d'un produit industriel moderne, mécanique ou électromécanique, significatif des technologies actuelles,
- intégrer l'adéquation produit-matériau-procédé-coût dans les solutions constructives,
- maîtriser la démarche de spécification des pièces participant aux fonctions techniques étudiées.

Le dossier technique se limitera à tous les éléments nécessaires à la conduite des études demandées : cahier des charges fonctionnel, plans extraits des maquettes numériques, nomenclatures, résultats de calculs ou de simulations, et tous documents techniques utiles.

L'étude s'appuiera donc sur un ou plusieurs produits industrialisés dans une phase de conception détaillée. Cela n'exclut pas que l'un des produits puisse être le résultat d'une évolution en réponse à une modification du cahier des charges. Dans ce cas les informations utiles aux deux solutions seront fournies dans le dossier technique.

Les demandes précises porteront donc sur la description des solutions constructives à l'aide d'outils adaptés (graphe fonctionnel, schéma, tableau comparatif, verbalisation....) :

- analyse des fonctionnalités du produit ;
- comparaison, au regard du cahier des charges fonctionnel et selon une démarche structurée et cohérente, de plusieurs solutions constructives (aspects fonctionnels, technologiques, coût...) ;
- proposition d'évolution dans les principes d'une solution prenant en compte l'association produit-matériau-procédé ;
- cotation et spécification d'un composant ou d'une partie d'un composant, découlant des analyses préalablement effectuées.

Épreuve E6 : Épreuve professionnelle de synthèse

(Coefficient 6)

• Finalités et objectifs de l'épreuve :

L'épreuve professionnelle de synthèse a pour but de vérifier les aptitudes du candidat :

- à argumenter les choix et décisions relatifs à tout ou partie des activités de conception, préindustrialisation d'un produit industriel ;
- à garantir la conformité au cahier des charges fonctionnel de tout ou partie du projet de produit ;
- à conduire une démarche de projet, de façon collaborative, incluant l'outil informatique.

Supports de l'épreuve :

L'épreuve professionnelle de synthèse repose sur deux productions du candidat qui sont :

a) Le rapport de stage en entreprise (ou d'activités professionnelles), élaboré par le candidat à l'issue de sa période d'activité en entreprise.

Il doit être limité en volume à une trentaine de pages et doit faire intervenir des réflexions personnelles. Il sera remis à l'équipe enseignante avant la fin du premier trimestre de la seconde année.

b) Le dossier de projet de produit industriel

- Le dossier de projet de produit est établi par le candidat au cours de la seconde année de formation (pour les candidats de la formation initiale). Il décrit l'ensemble des solutions techniques, des procédures et des décisions retenues par le candidat 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 150 heures prises sur le temps scolaire.
- Ce dossier, limité à 50 pages (hors plans industriels), est remis aux membres de la commission d'interrogation 15 jours avant la soutenance, de façon à ce que ceux-ci puissent en faire un examen approfondi.
- Outre le dossier préliminaire et le contrat de travail du candidat validé par la commission d'approbation, il comporte :
 - le dossier d'étude d'avant-projet qui comprend :
 - 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 ;
 - peuvent également être joints les montages, maquettes et rapports d'essais réalisés ;
 - le dossier de projet et sa nomenclature fournis sous forme de tirages et de fichiers informatiques avec les maquettes numériques attenantes. Il comprend en outre :
 - les dessins de définition de produit (dimensionnés et tolérancés) des pièces constitutives, fournis sous forme de tirages et de fichiers informatiques,
 - les fiches associées aux différentes revues de spécifications et de conception du produit,
 - et éventuellement d'autres dossiers en fonction de la nature du projet, tels que : dossier de préindustrialisation, de design, de dépôt de brevet, de présentations publicitaires...

Nota : l'exigence de documents informatiques s'étend à tous les dossiers.

Le dossier préliminaire de projet de produit, approuvé par le demandeur, et mis au point par l'équipe pédagogique de l'établissement, est transmis dès le début de l'année scolaire de l'examen (pour les candidats de la formation initiale et ceux relevant de la formation professionnelle continue dans des établissements

publics habilités) à l'Inspecteur Pédagogique Régional chargé de la coordination académique du BTS CPI. Il statue, éventuellement avec l'aide d'une commission restreinte qu'il constitue, puis informe les équipes dès le premier trimestre de la pertinence du projet et de son organisation ou préconise des évolutions nécessaires au regard des exigences du diplôme.

Le dossier préliminaire de projet de produit comporte :

- l'expression initiale du besoin,
- le nombre d'étudiant(s) chargé(s) de la conception, industrialisation du produit,
- les éléments fonctionnels permettant d'apprécier le volume et la difficulté des problèmes techniques à résoudre,
- le planning prévisionnel des activités de conception – préindustrialisation, notamment les dates prévisionnelles des revues de projet,
- la liste des logiciels disponibles pour le projet.

À partir du dossier préliminaire de projet de produit, éventuellement revu et corrigé, et à l'issue de la revue de conception préliminaire, 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.

L'ensemble de ces documents est présenté, avant la fin janvier de l'année scolaire de l'examen, à la commission académique ou inter académique d'harmonisation et de validation des contrats de travail demandés à chaque étudiant.

Épreuve E6 : Épreuve professionnelle de synthèse
Sous – épreuve E61 (Unité 61) : Soutenance du rapport de stage industriel
 (Coefficient 1)

1. Contenu de l'épreuve :

Le travail demandé correspond à tout ou partie de ce qui est écrit dans la rubrique : « nature de l'activité » de la définition de l'unité U61 précisée dans l'annexe II a page 55. Ainsi les travaux demandés correspondent à tout ou partie des tâches énumérées sous cette rubrique.

Au cours du stage en milieu professionnel, le candidat rédige, à titre individuel, un rapport d'une trentaine de pages.

Il y consigne, en particulier :

- le compte rendu de ses activités en développant les aspects relatifs aux compétences définies ci-dessous ;
- l'analyse des situations observées, des problèmes abordés, des solutions et des démarches adoptées pour y répondre ;
- un bilan des découvertes d'ordre technique, économique, organisationnelles, faites durant le stage.

Les données et indicateurs de performance de cette épreuve sont relatifs aux compétences suivantes :

Épreuve E6 - Sous épreuve U61		Savoirs associés				
SOUTENANCE DU RAPPORT DE STAGE INDUSTRIEL						
Compétences ↻		S1	S71	S75	S78	S81
C07.	Identifier les moyens techniques de production disponibles.					
C08.	Intégrer les contraintes de la propriété industrielle.					
C26.	Intégrer une action d'étude dans une démarche « qualité ».					
C27.	Contribuer à l'archivage, à la traçabilité de l'étude et à la capitalisation des expériences dans les bases de données techniques de l'entreprise.					
C29.	Rédiger et présenter oralement, dans un français correct et avec les outils de communication adaptés, un rapport exploitant un vocabulaire technique pertinent.					

- S01 : Français
- S71 : Analyse fonctionnelle
- S75 : Ergonomie et sûreté des produits
- S78 : Organisation et suivi d'un projet
- S81 : L'entreprise industrielle

2. Modes d'évaluation :

Pour tous les candidats : épreuve ponctuelle orale.

D'une durée de 30 minutes, la soutenance du rapport de stage industriel est organisée la seconde année. La commission d'interrogation est constituée de :

- un professeur STI de construction et mécanique industrielle ou un professeur STI de génie mécanique,
- un professeur de français,
- un représentant de la profession.

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

La soutenance du rapport de stage consiste, pour le candidat, à en faire une présentation orale argumentée à partir d'un rapport personnel écrit structuré.

Le candidat peut, s'il le désire, s'appuyer sur une présentation réalisée à l'aide de logiciels de présentation.

La commission d'interrogation, qui a fait un examen du rapport de stage mis à sa disposition avant l'épreuve, consacre 10 minutes à entendre le candidat sans l'interrompre et dispose de 10 minutes au maximum pour poser les questions qu'elle juge nécessaires pour affiner sa perception de certains aspects du rapport.

Épreuve E6 : Épreuve professionnelle de synthèse
Sous – épreuve E 6.2. (Unité 6.2.) : présentation du dossier de projet
 (Coefficient 5)

1. Contenu de l'épreuve

Les données et indicateurs de performance de cette épreuve sont relatifs aux compétences suivantes :

Épreuve E6 - Sous épreuve U62 Présentation du dossier de projet		Savoirs associés ↗											
Compétences ↗		S71	S72	S73	S74	S75	S76	S78	S82	S83	S91	S92	S93
C01	Décoder un cahier des charges fonctionnel.												
C02	Recenser les contraintes de l'étude.												
C03	Reformuler et synthétiser un cahier des charges fonctionnel résultant d'une verbalisation écrite ou orale.												
C05	Dégager les principes qui régissent les solutions techniques.												
C06	Rechercher une information dans une documentation technique, dans un réseau local ou à distance.												
C09	Rechercher et expliciter un principe de solution.												
C10	Proposer, ou expliciter sous forme de croquis ou de schéma, commenté, légendé, une solution constructive.												
C11	Élaborer la maquette numérique de conception préliminaire à l'aide d'un modèleur volumique, paramétrable, variationnel.												
C12	Argumenter, au sein d'un groupe projet, les solutions techniques et économiques proposées en exploitant les outils adaptés.												
C14	Estimer la durée d'étude attendue en phase avec le jalonnement d'un projet et recenser les éléments du coût.												
C15	Choisir un composant en exploitant une base de données industrielle, mécanique ou électrique.												
C16	Générer le modèle numérique de tout ou partie de l'ensemble étudié en établissant un paramétrage fonctionnel permettant la construction de géométries robustes.												
C21	Intégrer les exigences ou propositions d'un spécialiste d'un procédé.												
C22	Intégrer les exigences de la vie du produit.												
C24	Élaborer le modèle numérique définitif et les représentations graphiques dérivées.												
C28	Choisir un mode de communication approprié. Communiquer synthétiquement par courrier électronique.												

S71 : Analyse fonctionnelle
S72 : Étude des solutions constructives associées aux liaisons
S73 : Étude des composants mécaniques de transmission
S74 : Étude des composants de conversion d'énergie
S75 : Ergonomie et sûreté des produits
S76 : Relation Produit-Matériau-Procédé
S78 : Organisation et suivi d'un projet
S82 : La relation conception, industrialisation, production, contrôle
S83 : Les procédés d'obtention des produits
S91 : Représentation d'un produit technique en phase recherche de solutions
S92 : Représentation d'un produit technique en phase étude
S93 : Représentation d'un produit technique en phase exploitation

2. Modes d'évaluation :

2.1. Épreuve ponctuelle : orale et pratique, d'une durée d'1 heure.

A. Candidats issus de la voie scolaire, de l'apprentissage ou de la formation professionnelle continue, soit en situation de première formation, soit en situation de reconversion

L'épreuve comprend 3 phases :

– **Phase 1 : évaluation par l'équipe enseignante** qui propose une note de suivi de projet (synthèse des évaluations effectuées lors des 3 revues de projet) et correspond aux compétences évaluables du tableau ci-dessus.

– **Phase 2 : présentation du projet** : durée maximale 40 min

Cette phase doit permettre au candidat de présenter le dossier du travail qu'il a réalisé.

Dans le cas du projet, développé de façon collaborative, l'ensemble du groupe peut décider d'effectuer préalablement une présentation collective. Le temps de l'exposé, annoncé par avance au jury, ne peut excéder 30 minutes. Le temps de chaque présentation individuelle, sera réduit d'une fraction de ces 30 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 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 décrit le contexte industriel du projet, insiste particulièrement sur les contraintes induites par ce contexte. Il présente et justifie les démarches suivies, les solutions techniques, les procédés et les procédures retenus. Il commente particulièrement les procédures de validation (calculs, simulations, essais éventuels, structure de la maquette numérique...), en insistant sur les hypothèses, sur le choix des modèles de traitement et l'interprétation des résultats dans le cadre du projet. Il indique et justifie les éventuels avenants au cahier des charges fonctionnel, il fournit les éléments utiles à un bilan économique détaillé.

– **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**), engage un dialogue avec le candidat pour :

- des approfondissements de 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 ;

1. Par exemple, pour un groupe de quatre candidats présentant collectivement un rapport, chacun d'eux réduit de 5 minutes le temps de sa présentation personnelle.

- une mise en lumière de certains aspects du projet insuffisamment valorisés dans le dossier écrit et la présentation orale.

Conditions de réalisation :

Les membres de la commission d'interrogation veilleront à rester strictement dans le cadre défini par les attentes du contrat individuel de l'étudiant et validé par la commission d'approbation, sans remettre en cause les termes de ce contrat.

• **Modalités de l'évaluation :**

L'évaluation porte sur la qualité du travail effectué au niveau du dossier de projet ; elle porte également sur la prestation accomplie devant la commission qui apprécie en particulier les capacités du candidat à :

- dégager, ordonner et mettre en valeur les points essentiels d'une étude à caractère technique,
- maîtriser les techniques de la communication orale devant un auditoire,
- utiliser la langue française avec rigueur et clarté.

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 trois revues de projet (revue critique de spécification, revue de conception préliminaire, revue de conception générale et 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.

La commission d'interrogation est composée de :

- un professeur STI de construction et mécanique industrielle,
- un professeur STI de génie mécanique,
- 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.

B. Candidats issus de la formation professionnelle continue en situation de perfectionnement ou qui se présentent au titre de leur expérience professionnelle ou ayant échoué à une session antérieure de l'examen et qui ne suivent pas de nouvelle formation et candidats de l'enseignement à distance :

L'épreuve, qui conserve les mêmes objectifs, a comme support un dossier de projet industriel 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 celui décrit en phase 2 et 3 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 de 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.

• **Mode d'évaluation :**

La soutenance du dossier de projet et l'entretien sont notés sur 100 points.

La commission d'interrogation est identique à celle qui précède.

<p style="text-align: center;">Épreuve EF 1 (Unité UF1) : Langue vivante étrangère (hors anglais)</p>

1. Principes

Afin de ne pas limiter l'expression à la langue imposée par le diplôme, (anglais), on proposera au candidat, dans le cadre d'une épreuve orale facultative :

- un support relatif à sa spécialité dont on vérifiera la compréhension,
- un autre type de support pour l'entretien en langue vivante étrangère proprement dit.

2 L'épreuve orale

Durée : 20 minutes, préparation : 20 minutes

Elle se déroulera selon les modalités suivantes :

- A.** Travail écrit en loge de 20 minutes pendant lequel le candidat réalisera un résumé, un commentaire, de 15 à 20 lignes à partir d'un support généraliste traitant du champ des sciences et techniques industrielles (support textuel, iconographique ou bref enregistrement audio ou vidéo).
- B.** Entretien en langue étrangère avec l'examineur à partir du support et du travail écrit réalisé par l'étudiant afin de vérifier la compréhension du document ; il n'est pas exclu que l'examineur propose aux candidats des exercices spécifiques destinés à vérifier sa compréhension du document : traduction de quelques lignes, réalisation de la légende d'un schéma à partir d'un texte, réponse à des questions en langue étrangère... ceci afin d'éviter un recours abusif au français.

Lors de la préparation, le candidat aura à sa disposition les divers supports.

ANNEXE III

PRESCRIPTIONS POUR LA FORMATION

ANNEXE III a

HORAIRES DE FORMATION

(Formation initiale sous statut scolaire)

	Horaire de 1 ^{ère} année ⁽¹⁾			Horaire de 2 ^{ème} année		
	Semaine	a + b + c ⁽²⁾	Année ⁽³⁾	Semaine	a + b + c ⁽²⁾	Année ⁽³⁾
1. Français	3	2+1+0	90	3⁽⁴⁾	2+1+0	108
2. Langue vivante : Anglais	2	0+2+0	60	2	0+2+0	72
3. Mathématiques	4	2+2+0	120	4	2+2+0	144
4. Physique appliquée	1,5	0+0+1,5	45	1,5	0+0+1,5	54
5. Électrotechnique	1,5	0+0+1,5	45	1,5	0+0+1,5	54
6. Comportement des systèmes techniques	6	4+0+2	180	4	2+0+2	144
7. Construction mécanique	10	2+2+6	300	12	2+2+8	432
8. Industrialisation des produits	4	2+0+2	120	4	2+0+2	144
Total	32 h	12+7+13	960 h	32 h	10+7+15	1152 h

- 1) Les horaires de première année ne tiennent pas compte des 6 semaines de stage en milieu professionnel.
- 2) **a** : cours en division entière, **b** : travaux dirigés ou pratiques de laboratoire, **c** : travaux pratiques d'atelier.
- 3) L'horaire annuel est donné à titre indicatif.
- 4) En 2^{ème} année, au-delà des 3 heures hebdomadaires, un volume horaire de 36 HSE (équivalent à 1 HSA) est mise à disposition du professeur de français pour des interventions visant à la préparation de la soutenance du rapport de stage industriel (interventions prévues en petits groupes).

ANNEXE III b

STAGE EN MILIEU PROFESSIONNEL

1. Objectifs

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 l'étudiant est conduit à appréhender le fonctionnement de l'entreprise industrielle à travers 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...)

Les activités menées sont liées à la conception de produits industriels conformément au référentiel des activités professionnelles. Elles contribuent à l'approfondissement des connaissances et à l'acquisition de nouvelles compétences.

Une étude personnelle est confiée au stagiaire par l'entreprise. L'étudiant devra être en mesure de définir son intervention dans une démarche de projet et de situer le niveau de ses responsabilités.

Les activités suivies par le stagiaire lui permettent en particulier :

- d'identifier et de prendre en compte les contraintes industrielles : coûts, délais, qualité ;
- de cerner les contraintes de l'environnement d'une étude : propriété industrielle, normes et règlements...
- de communiquer oralement et par écrit dans une situation professionnelle (dialogue avec un chef de projet ou un chargé d'affaires, rédaction de comptes rendus...).

À l'issue de son stage, le stagiaire rédige un rapport des activités qu'il a menées. Ce rapport écrit et sa soutenance devant un jury font l'objet d'une évaluation.

2. Organisation

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

2 1 Voie scolaire

Le stage, organisé avec le concours des milieux professionnels, est placé sous le contrôle des autorités académiques dont relève l'étudiant et, le cas échéant, des services du conseiller culturel près l'ambassade de France du pays d'accueil pour un stage à l'étranger. Il se déroule dans une entreprise publique ou privée comportant différents services, dont un de conception ou d'étude de produits industriels.

La recherche des terrains de stage est assurée sous la responsabilité du chef d'établissement en accord avec les entreprises recevant les stagiaires.

Chaque période de stage en entreprise fait l'objet d'une convention entre l'établissement fréquenté par l'étudiant et l'entreprise d'accueil. Cette convention est établie conformément aux dispositions en vigueur (circulaires du 30 octobre 1959, BOEN n° 24 du 14 décembre 1959 et du 26 mars 1970, BOEN n° 17 du 23 avril 1970). Toutefois, cette convention pourra être adaptée pour tenir compte des contraintes imposées par la législation du pays d'accueil.

Pendant le stage en entreprise, l'étudiant a obligatoirement la qualité d'élève stagiaire et non de salarié. La convention de stage doit 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 l'étudiant.

Afin d'en assurer le caractère formateur, le stage est placé sous la responsabilité pédagogique des professeurs assurant les enseignements professionnels. Mais l'équipe pédagogique dans son ensemble est responsable de l'explicitation de ses objectifs, de sa mise en place, de son suivi, de l'exploitation qui en est faite. Elle doit veiller à informer les responsables des entreprises ou des établissements d'accueil des objectifs du stage et plus particulièrement des compétences qu'il vise à développer.

En fin de stage, un certificat est remis au stagiaire par le responsable de l'entreprise ou son représentant, attestant la présence de l'étudiant. A ce certificat sera joint un tableau récapitulatif des activités conduites pendant le stage et indiquant le degré de responsabilité de l'étudiant dans leur réalisation ainsi qu'une appréciation globale du tuteur sur le stagiaire.

Le certificat et le tableau récapitulatif devront figurer dans le rapport de stage.

Un candidat qui n'aura pas présenté ces pièces ne pourra être admis à subir cette sous épreuve.

La durée globale du stage, effectué à temps plein, est de six semaines consécutives. Il se déroulera dans une période comprise entre la fin du mois de mai de la première année de formation et la fin de l'année civile correspondante.

Dans le cas d'un prolongement sur la période de vacances, la convention de partenariat avec l'entreprise en précisera les modalités.

À l'issue du stage, les candidats scolaires rédigent un rapport qui fera l'objet d'une soutenance orale de la part du candidat.

2.2. Voie de l'apprentissage

Pour les apprentis, le certificat de stage est remplacé 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 sont les mêmes que ceux des candidats de la voie scolaire.

2.3. Voie de la formation continue

a) candidats en situation de première formation ou en situation de reconversion

La durée du stage est de six semaines. Elle s'ajoute à la durée de formation dispensée dans le centre de formation continue.

Les modalités sont celles des candidats de la voie scolaire, à l'exception des points suivants :

- le stagiaire peut avoir la qualité de salarié d'un autre secteur professionnel ;
- la recherche de l'entreprise d'accueil peut être assurée par l'organisme de formation.

b) 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 les activités relevant 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 candidats rédigent un rapport sur leurs activités professionnelles dans le même esprit que le rapport de stage.

2.4. Candidats en formation à distance

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

2.5. 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 de stage.

3. Aménagement de la durée du stage

La durée normale du stage est de six semaines. Cette durée peut être réduite pour raison de force majeure dûment constatée soit dans le cas d'une décision d'aménagement de la formation ou d'une décision de positionnement à une durée minimum de quatre semaines consécutives. Pour les candidats qui suivent une formation en un an, l'organisation du stage est arrêtée d'un commun accord entre le chef d'établissement, le candidat et l'équipe pédagogique.

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

Les candidats ayant échoué à une session de l'examen et qui n'ont pas obtenu l'unité U61 peuvent, représenter le rapport déjà soutenu. Ils peuvent effectuer un nouveau stage en vue d'élaborer un nouveau rapport.

Les candidats redoublants qui ont obtenu l'unité U61 doivent s'impliquer normalement dans les activités professionnelles organisées par leur établissement en deuxième année.

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

- soit leur contrat d'apprentissage initial prorogé pendant un an ;
- soit un nouveau contrat conclu avec un autre employeur (en application des dispositions de l'article L.117-9 du code du travail).

ANNEXE III c

ORGANISATION DU PROJET DE SECONDE ANNÉE

(Voie scolaire et apprentissage)

1. Définition du projet :

Le projet de seconde année a une double finalité.

Il est un moment de formation, destiné à compléter les acquis dans des situations particulières qui ont intérêt à s'appuyer sur un projet industriel. Il est aussi un moment où les étudiants pourront conforter des connaissances acquises, en particulier lorsque ces dernières ont besoin d'être connectées entre elles pour prendre tout leur sens. Dans cette logique, les projets industriels réels, menés en collaboration directe avec un bureau d'études ou un service technique et validés par un client identifié seront toujours porteurs de motivation et aideront les étudiants à découvrir les véritables contraintes industrielles de leur futur métier.

Parallèlement à cela, le projet est également le support de l'épreuve U62 servant à valider un nombre important de compétences. Dans ce cadre, le projet se doit de respecter des règles précises qui permettront de garantir sa faisabilité et sa pertinence par rapport aux compétences visées.

C'est dans ces deux logiques que le projet s'inscrit dans le cadre de la conception préliminaire et détaillée d'un produit industriel mécanique. Il intègre les démarches de préindustrialisation relatives à l'optimisation de la relation produit-matériau-procédé-coût et débouche toujours sur la réalisation d'une maquette numérique de conception associée.

2. Authenticité du produit industriel support du projet :

De par son caractère industriel, il met l'étudiant dans un contexte professionnel. Le projet d'étude doit relever d'une situation industrielle authentique et mettre en relation, chaque fois que cela est possible une entreprise et un groupe d'étudiants. Dans chaque cas, l'expression du besoin doit être claire et formalisée, le contexte technico-économique précisé et un client identifié.

Le produit étudié appartient au domaine mécanique. Les systèmes étudiés sont, ou non, motorisés, intégrant alors toutes formes d'énergies (humaines, mécaniques, thermique, électriques, pneumatiques, hydrauliques).

La typologie des produits traités est très large : produits industrialisés (biens de consommation ou biens d'équipement), prototypes de mécanismes, parties opératives de machines spéciales, postes de travail.

Chaque étude doit relever d'une démarche d'optimisation identifiée : résolution d'un problème à dominante technique, prédominance du choix technico-économique des éléments, prise en compte de contraintes réglementaires, ergonomiques et de sécurité.

L'équipe pédagogique en charge du projet devra s'assurer qu'au niveau d'une classe, les types de thèmes retenus sont suffisamment variés pour permettre aux professeurs de mener des activités de synthèse riches en classe entière.

3. Organisation des activités liées au projet :

Les activités du projet se déroulent uniquement durant la seconde année de formation, suite à la validation du projet et des contrats de travail de chaque étudiant par une commission interacadémique sous la responsabilité de l'inspecteur général en charge du diplôme. Chaque projet est confié, de manière préférentielle, à une équipe de 3 à 5 étudiants.

Le projet donne lieu à la formalisation de contrats individuels décrivant les tâches attendues, sur lesquelles le candidat sera évalué.

Trois points d'entrée dans le projet sont possibles :

- soit la conception d'un produit nouveau à partir de l'expression du besoin,
- soit la conception à partir d'un cahier des charges fonctionnel validé,

- soit la re-conception (modification, amélioration) d'un produit existant à partir d'un dossier fourni aux étudiants.

Trois revues de projet principales seront organisées dans le cadre du projet :

- Revue critique de spécification, menée à partir de l'expression du besoin formulée par le client ou d'une première expression du cahier des charges et aboutissant à la validation de l'expression fonctionnelle du besoin.
- Revue critique de conception préliminaire, menée suite à une recherche et un choix de solutions les plus pertinentes ainsi que les réalisations d'avants projets de solutions.
- Revue critique de conception générale et détaillée menée suite aux étapes d'optimisation de la relation produit, matériau, procédé, des pièces fabriquées, amenant à la validation d'une solution d'ensemble et à la spécification dimensionnelle et géométrique de tout ou partie des pièces fabriquées.

Ces trois revues donnent lieu, pour chaque candidat, à une évaluation de compétences identifiées et à une note proposée par l'équipe pédagogique.

Pour chaque candidat, le volume horaire à consacrer au projet dans le courant de la seconde année est de 150 heures sur le temps scolaire. En fonction du projet, cet horaire peut correspondre à un travail collectif et simultané ou à des phases personnelles propres à chaque membre de l'équipe.

ANNEXE III d

Enseignement complémentaire de français dans le brevet de technicien supérieur Conception de produits industriels

1. Objectifs

Complémentarité expression écrite – support visuel :

- En quoi un message écrit se trouve-t-il illustré, expliqué, renforcé par un apport visuel (sigle, schéma, illustration visuelle, utilisation de couleurs et de soulignement, choix typographiques et de mise en page) ?
- Comment composer un support visuel (mots clés, hiérarchisation des idées, alternance texte / image, effets d'animation) ?
- Combien de supports visuels intégrer dans un document écrit, selon quel rythme les intégrer ?
- Quelle finalité donner à un support visuel (illustration, aide à la mémorisation, soutien de l'attention, mise en évidence d'une démarche logique...) ?

Complémentarité expression orale – support visuel

- En quoi une présentation orale est-elle illustrée, soutenue, renforcée par un support visuel ?
- Comment gérer une présentation orale à partir d'un document visuel comportant des mots-clés ?
- Comment gérer une présentation orale illustrée par des documents visuels, (plan de l'exposé, schéma, figure, document photographique, diaporama, hypermédia...) ? Comment éviter la redondance entre message visuel et commentaire oral ?

Compétences caractéristiques

Être capable de :

1. Concevoir à l'appui d'un document écrit préalablement rédigé un ou des supports visuels ;
2. Savoir choisir parmi les différentes formes de supports visuels, la plus adaptée à la situation de communication ;
3. S'exprimer oralement à partir de supports visuels présentés à un auditoire.

2. Conditions de réalisation

Le professeur de français assure, en plus de l'enseignement de culture générale et expression, un enseignement spécifique visant les techniques actuelles de conception de messages écrits et visuels et de présentation orale fondée sur ces supports visuels :

- mise aux normes du rapport de stage,
- curriculum vitae,
- lettre de motivation,
- présentation orale d'un support visuel.

ANNEXE IV

TABLEAU DE CORRESPONDANCE ENTRE EPREUVES

BTS Conception de Produits industriels Créé par arrêté du 3 septembre 1997		BTS Conception de Produits industriels Créé par le présent arrêté	
Épreuves	Unités	Épreuves	Unités
E1. Français	U1	E1. Français	U1
E2. Langue vivante étrangère	U2	E2. Langue vivante étrangère : anglais	U2
E3. Mathématiques	U3	E3. Mathématiques	U3
E4. Avant projet de produits industriels	U4	E5. Conception de produits industriels	U5
<i>Sous épreuve :</i> Étude et calculs d'avant-projet	U41	<i>Sous épreuve :</i> Modélisation et comportement de produits industriels	U51
<i>Sous épreuve :</i> Dessin d'avant projet	U42	<i>Sous épreuve :</i> Analyse et spécification de produits	U52
E5. Automatismes industriels	U5	E4. Motorisation des systèmes	U4
<i>Sous épreuve :</i> Problème d'automatisme	U51		
<i>Sous épreuve :</i> Physique appliquée	U52		
E6. Épreuve professionnelle de synthèse	U6	E6. Épreuve professionnelle de synthèse	U6
<i>Sous épreuve :</i> Présentation du rapport de stage industriel	U61	<i>Sous épreuve :</i> Soutenance du rapport de stage industriel	U61
<i>Sous épreuve :</i> Présentation du dossier de projet	U62	<i>Sous épreuve :</i> Présentation du projet industriel	U62

Remarques :

1. Un candidat bénéficiant d'une des unités U51 ou U52 de l'ancien diplôme peut conserver sa note et la reporter sur l'épreuve E4 (unité U4) du nouveau diplôme. Les candidats bénéficiant des deux unités pourront reporter la note la plus favorable sur l'épreuve E4.
2. 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 certaines épreuves. En aucun cas il ne signifie une correspondance point par point entre les contenus d'épreuve.