

SESSION 2015

**AGRÉGATION
CONCOURS INTERNE
ET CAER**

Section : SCIENCES INDUSTRIELLES DE L'INGÉNIEUR

**Option : SCIENCES INDUSTRIELLES DE L'INGÉNIEUR
ET INGÉNIERIE MÉCANIQUE**

EXPLOITATION PÉDAGOGIQUE D'UN DOSSIER TECHNIQUE

Durée : 6 heures

Calculatrice électronique de poche – y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

A

COMPOSITION DU SUJET

- **TEXTE DU SUJET** : objectifs de l'épreuve, description du contexte et de la situation industrielle, problématique industrielle, parties et questions à traiter par le candidat, 10 pages (y compris celle-ci)
- **DP : DOCUMENTS PÉDAGOGIQUES** : extraits des référentiels du diplôme et de formation du BTS Conception de Produits Industriels.

DP1 : extraits du référentiel d'activités professionnelles (RAP), 2 pages

DP2 : extraits du référentiel de certification (compétences), 6 pages

DP3 : extraits du référentiel de certification (savoirs associés), 4 pages

DP4 : règlement d'examen et horaires de formation, 1 page

DP5 : modalités de certification : définition de la sous épreuve U51, 1 page

DP6 : modalités de certification : définition de la sous épreuve U52, 1 page

DP7 : extraits du document « repères pour la formation du brevet de technicien supérieur conception de produits industriels », 9 pages

- **DT : DOCUMENTS TECHNIQUES** : documents spécifiques et relatifs au support de l'étude, données techniques.

DT1 : situation d'ensemble du moyeu tambour de frein, 1 page

DT2 : gamme de fabrication du moyeu tambour de frein, 2 pages

DT3 : platine de mesure dynamométrique KISTLER, 1 page

DT4 : diagrammes SYSML de description du besoin, 2 pages A4, 1 page A3

DT5 : données pour le calcul de rentabilité, 1 page

DT6 : extrait du dessin d'ensemble du porte-pièce (mandrin FORKARDT®), 1 page

DT7 : étapes de simulation du comportement mécanique par éléments finis, 4 pages

- **DR : DOCUMENTS RÉPONSES** : documents qui seront à compléter et à rendre par le candidat (tous les documents réponses sont à rendre, même non complétés).

DR1 : fiche de description de séquence, 1 page

DR2 : fiche de présentation de séquence pour étudiants, 1 page

DR3 : étude de rentabilité, 1 page

DR4 : matrice d'analyse d'une spécification, 1 page

DR5 : schéma technologique, 1 page

Les feuilles de copie remises au (à la) candidat(e) viendront compléter ces documents et permettront au (à la) candidat(e) de répondre au questionnement.

Après avoir complété les en-têtes, le (ou la) candidat(e) remettra en fin d'épreuve ses copies paginées et les documents réponses aux questions.

Objectif de l'épreuve :

Cette épreuve vise la construction d'une séquence d'enseignement en section de BTS Conception de Produits Industriel, à partir de l'étude d'un contexte et d'une situation industriels. Les activités liées à la séquence pédagogique à définir sont relatives à la démarche de validation d'un principe d'outillage.

Il s'agit de proposer l'organisation et les éléments clés d'une séquence pédagogique en référence aux extraits du référentiel du diplôme en vigueur (cf. DP1 à DP4) et en cohérence avec les recommandations extraites du document « repères pour la formation du BTS CPI » (cf. DP7). Cette séquence pédagogique s'attachera à la construction des acquis des étudiants, compétences et savoirs-associés extraits du référentiel de certification du BTS CPI. Cette séquence pédagogique intègre un travail dirigé (TD) qui sera décrit en 2^{ième} partie. Il s'agit de produire également des documents techniques et pédagogiques nécessaires au développement de la séquence de formation (documents professeur ou à destination des étudiants de BTS ou éléments d'évaluation). Les compétences visées et savoirs associés seront évalués en fin de séquence, au cours de la formation, puis à la fin de la formation au travers des sous-épreuves certificatives ponctuelles U51 (modélisation et comportement de produits industriels, cf. DP5) et U52 (analyse et spécification de produits, cf. DP6).

La qualité de la réflexion et la pertinence des propositions didactiques seront prises en compte dans les réponses aux questions.

Le sujet comporte quatre parties distinctes :

- **partie 1** : conception d'une séquence pédagogique ;
- **partie 2** : description du travail dirigé ;
- **partie 3** : élaboration de documents pour la séquence pédagogique ;
- **partie 4** : évaluation et accompagnement des étudiants.

Avertissement :

- Le (ou la) candidat(e) est invité(e) à formuler toutes les hypothèses nécessaires à la compréhension de ses choix et décisions en termes de propositions didactiques et pédagogiques.
- Il sera tenu compte de la capacité du (ou de la) candidat(e) à répondre aux différentes parties dans leur globalité plutôt que répondre aux questions de façon dispersée.
- Il sera tenu compte, pour chaque partie, de la capacité du (ou de la) candidat(e) à décrire sa démarche, les données et hypothèses formulées, les connaissances mobilisées.
- Il sera tenu compte dans la correction de la clarté et de la concision des réponses.

Contexte et situation industriels : industrialisation de boîtes de vitesses automatiques



La **boîte de vitesses** sert à transmettre aux roues le couple moteur. La boîte automatique bénéficie d'un haut niveau de technologie. Elle permet le changement de rapport, sélectionne et assure le passage d'un rapport à l'autre sans perte de motricité.

Elle adapte son mode de fonctionnement et offre plusieurs lois de passage des rapports de vitesses. Son calculateur prend en compte le profil de la conduite et celui de la route grâce à un dialogue permanent avec d'autres éléments du véhicule.

La pièce étudiée est le **moyeu de tambour de frein**. Cette pièce permet de freiner le planétaire du train épicycloïdal.

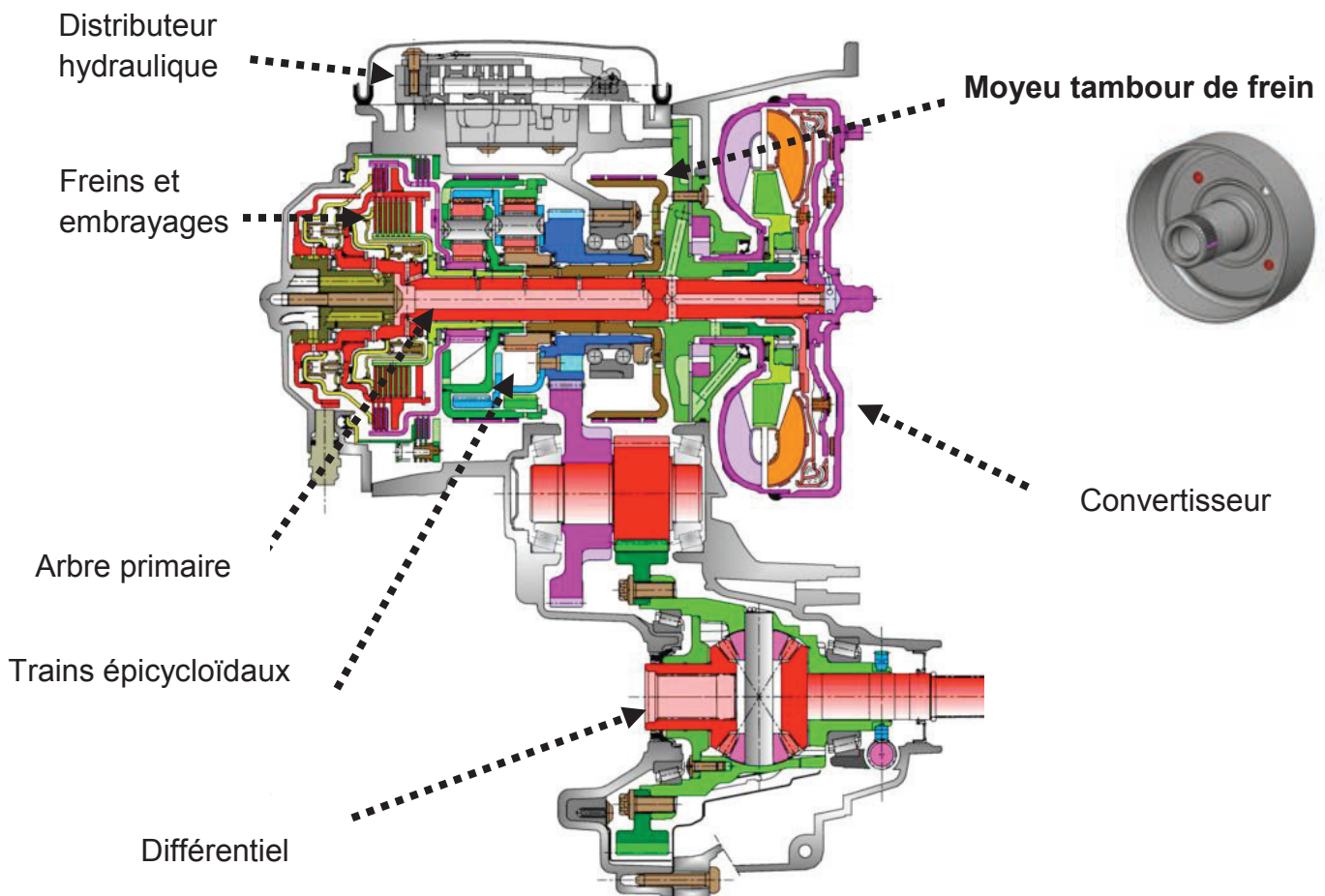


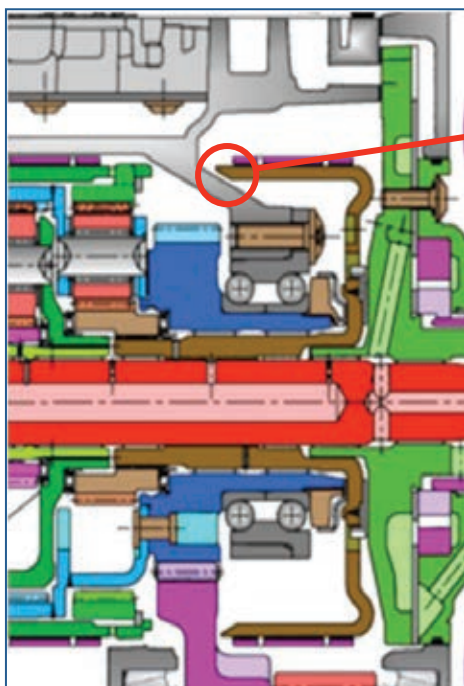
Figure 1 : boîte de vitesses automatique (cf. DT1)

Problématique industrielle

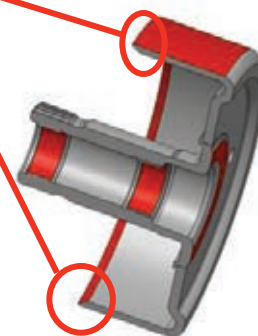
La phase 130 du **moyeu tambour de frein** (cf. DT2 : gamme de fabrication), est réalisée sur une ligne de production dédiée à ce produit, sur un tour à Commande Numérique (TCN) mono broche. Pour gagner en productivité, l'entreprise envisage une automatisation du chargement/déchargement de la pièce sur le tour. Ce projet amène l'entreprise à équiper le tour TCN d'un nouveau porte-pièce, mandrin expansible compatible avec le système de chargement/déchargement de pièce robotisé. L'étude et la réalisation du nouveau mandrin ont été confiées à la société Forkardt©.

Condition d'emploi du mandrin hydraulique : (cf. DT6 : extrait du dessin d'ensemble du porte-pièce). Le corps du mandrin (1) est relié à un groupe hydraulique par une série de pièces intermédiaires non représentées sur l'extrait de plan DT6. Le groupe hydraulique exerce une pression de service de 17,7 bars, valeur recommandée par le constructeur. L'effort du tirant est transmis à la pièce (4), puis au piston (8). Quand le piston (8) recule, il entraîne les trois mors (3). De part leurs formes et la forme du corps du mandrin (1), la pièce est centrée dans les trois mors (3) et plaquée axialement sur l'appui plan (trois plots à 120°) et finalement serrée (serrage concentrique).

Dans le cadre d'une Analyse des Modes de Défaillances et États Critiques (AMDEC) vis-à-vis du processus de réalisation de la pièce, au regard de la configuration d'usinage de la phase 130 (diamètres usinés, direction des efforts, conditions de coupe, vibrations engendrées), l'usinage du chanfrein est détecté comme critique. En effet, le non-respect des spécifications dimensionnelles et géométriques relatives à ce chanfrein peut entraîner des interférences ou une impossibilité de montage.



Problème identifié lors de l'AMDEC : interférences possibles avec le carter liées au non-respect de la spécification géométrique.



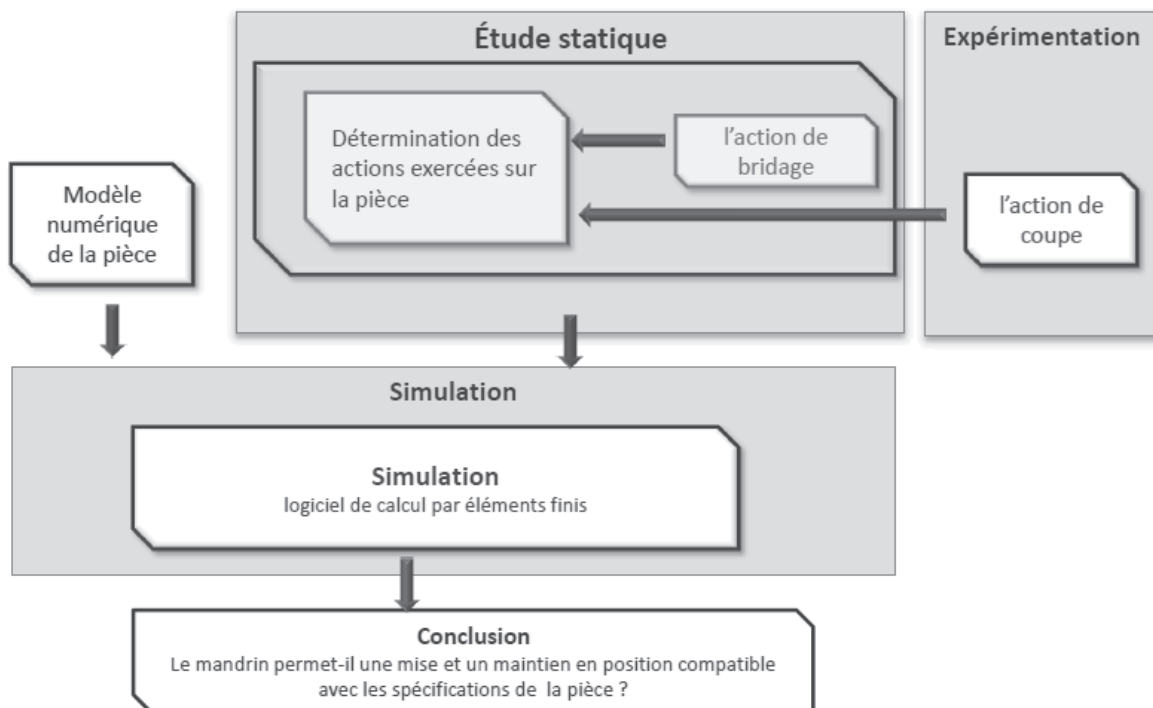
L'AMDEC réalisée, le responsable qualité, en lien avec le bureau d'étude et le technicien d'usinage, décide de conduire une analyse de comportement de la pièce usinée en cours d'usinage pour qualifier la pression de service du mandrin hydraulique. L'étude est menée par le biais de moyens d'expérimentation et d'un logiciel d'étude de comportement par éléments finis.

Pour mettre en place cette étude :

- les efforts de coupe sont déterminés de façon expérimentale grâce à une platine d'acquisition d'efforts de coupe de marque KISTLER (cf DT3) ;
- les efforts de bridage sont déterminés analytiquement par une étude statique à partir de la pression réglée sur le groupe hydraulique ;
- les étapes de la démarche de simulation d'étude de comportement de la pièce sont détaillées sur le document technique DT7.

En exerçant une pression de service de 17 bars recommandée par le constructeur, les résultats d'une première simulation montrent un décollement de la pièce de ses appuis lors de l'usinage, engendrant un risque de non-conformité. Une deuxième simulation permet de définir la pression nécessaire au maintien en position correct de la pièce au cours de l'usinage du chanfrein. Cette pression P s'élève à 24,5 bars. Pour s'assurer que la pièce ne sera pas marquée lors du serrage, le bureau d'étude vérifie que la pression exercée est inférieure à la pression de matage. Les résultats issus de cette simulation sont confirmés par l'usinage réel de différentes pièces.

Résumé des étapes de la démarche de résolution de problème technique initiée par l'entreprise :



1^{ère} partie : Conception d'une séquence pédagogique

Temps conseillé : 1 heure 30

À partir du support présenté, à partir des données et documents fournis, il s'agit de construire la séquence pédagogique qui permettra à une classe d'étudiants de 2^{me} année de BTS CPI de mener une étude de comportement de produit pour valider la solution apportée par l'entreprise au problème rencontré. Cette séquence pédagogique s'inscrit dans la perspective de l'évaluation certificative terminale relative aux unités U51 (modélisation et comportement de produits industriels) et U52 (analyse et spécification de produits).

Cette séquence pédagogique doit s'articuler obligatoirement sur les horaires de formation suivants : comportement des systèmes techniques, construction mécanique, industrialisation des produits (cf. DP4, horaires de formation). Cette séquence pédagogique prend appui sur un travail dirigé (TD), objet de la 2^{ième} partie. Il s'agit de mettre en œuvre une démarche globale de résolution du problème technique. (cf. DP7, extraits du document « repères pour la formation du BTS CPI).

Question 1-1, sur feuille de copie et à l'aide du document réponse DR1 :

Décrire en détail le contenu de la séquence attendue. Le candidat précisera et justifiera :

- les compétences visées en lien avec les tâches, les activités professionnelles ;
- la durée et le positionnement de la séquence sur le cycle de formation des étudiants ;
- la durée des modalités d'enseignement (cours et activités pratiques) avec une séance de travail dirigé d'étude et de simulation du comportement mécanique du moyeu de tambour de frein lors de la phases 130 d'usinage ;
- les prérequis nécessaires.

Question 1-2, sur feuille de copie :

Préciser et **justifier** la stratégie pédagogique retenue pour chaque modalité d'enseignement (cours, TD, TP et chronologie des séances).

Question 1-3, sur feuille de copie et à l'aide du document réponse DR2 :

Compléter la fiche de présentation de séquence qui sera remise aux étudiants. Préciser :

- la mise en situation en lien avec le contexte industriel proposé ;
- le ou les problème(s) à résoudre ;
- les compétences détaillées visées par les différentes séances ;
- les connaissances nouvelles que les étudiants devront maîtriser à l'issue de la séquence ;
- les points clés qui seront évalués à l'issue de la séquence.

Question 1-4, sur feuille de copie :

Détailler, pour la séquence proposée, le contenu des documents techniques qui viendront compléter ceux fournis dans le sujet (autre que ceux proposées en 2^{ième} partie). **Préciser et détailler** les investigations et les développements techniques et scientifiques à anticiper par le professeur pour constituer le dossier technique d'étude des étudiants.

2^{ème} partie : Description du travail dirigé

Temps conseillé : 2 heures

Le travail dirigé, qui s'inscrit dans la séquence pédagogique envisagée, portera sur l'étude de comportement d'une pièce et l'utilisation d'un outil numérique afin de simuler les performances de l'outillage. Le candidat prendra appui sur le document technique DT7 qui précise les différentes étapes de validation d'un principe d'outillage et de la simulation numérique.

Sur feuille de copie

Question 2-1 :

Détailler la séance de travail dirigé envisagée dans la séquence. **Préciser** :

- les étapes de travail et le questionnement associé qui seront demandés aux étudiants ;
- les documents, les ressources numériques, aides multimédia et logiciels professionnels qu'ils devront mobiliser.

Question 2-2 :

Préciser pour les différentes étapes de simulation, les paramètres à configurer qui garantissent un résultat de simulation fidèle à la réalité, cohérent et exploitable.

Question 2-3 :

Préciser la nature du travail de préparation personnel que les étudiants de BTS devront effectuer pour mener cette activité de TD.

Question 2-4 :

Indiquer, pour la séance de travail dirigée envisagée, les possibilités de faire travailler de manière différenciée les étudiants issus de la voie professionnelle (baccalauréat professionnel étude et définition des produits industriels) et des étudiants issus de la voie technologique (baccalauréat technologique sciences et technologies de l'industrie et du développement durable). **Préciser** la nature des activités confiées.

Question 2-5 :

Détailler, pour la séance de travail dirigé envisagée, une activité qui permettra des investigations en groupe.

Question 2-6 :

Préciser, pour la séquence attendue, les possibilités de mobiliser le potentiel offert par les environnements numériques de travail (ENT) dans l'accompagnement des étudiants de BTS.

3^{ème} partie : Élaboration de documents pour la séquence pédagogique

Temps conseillé : 1 heure 30

Le candidat traitera **obligatoirement** la partie suivante :

- partie 3-1 : Interprétation d'une spécification géométrique (Partie obligatoire)

Le candidat traitera **au choix une partie parmi les deux** suivantes :

- partie 3-2 : Étude de rentabilité (Partie au choix)

- partie 3-3 : Analyse du porte-pièce (Partie au choix)

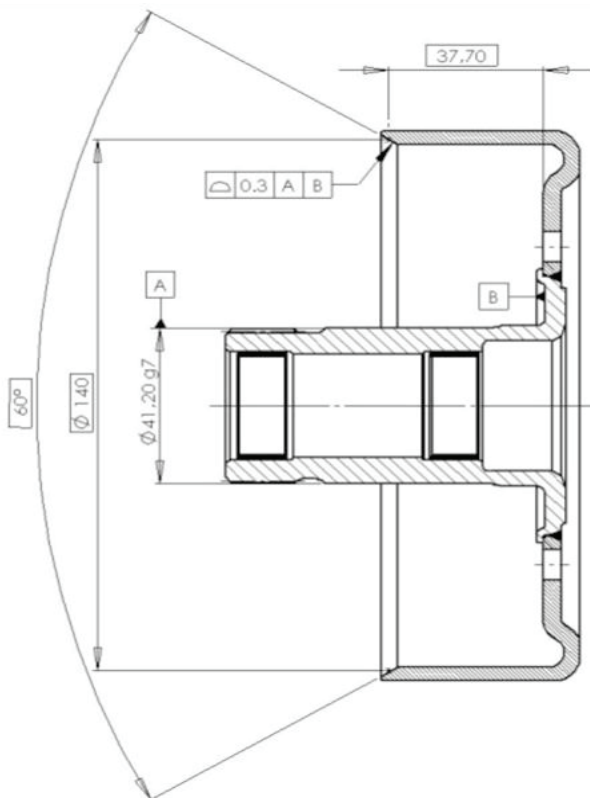
Les parties et numéros des questions traitées seront clairement identifiés sur la copie.

Partie 3-1 : Interprétation d'une spécification géométrique (Partie obligatoire)

On souhaite fournir aux étudiants de BTS un corrigé du document d'analyse de spécification.

Sur le document réponse DR4,

Question 3-1-1 : Interpréter la spécification géométrique liée au chanfrein qui sera réalisé dans la phase 130 d'usinage en complétant et en illustrant chaque colonne du document réponse DR4.



Partie 3-2 : Étude de rentabilité (Partie au choix)

On souhaite déterminer le nombre de moyeux à produire pour rentabiliser l'investissement réalisé (mandrin expansible et une unité de production automatisée). Les flux nets de trésorerie cumulés sur la durée de vie devront être supérieurs au montant de l'investissement et le délai de récupération de l'investissement devra être rapide, fixé à deux années. Cette contrainte devra figurer dans le cahier des charges qui sera remis aux étudiants de BTS.

Sur le document réponse DR3, en vous aidant du document DT5 :

Question 3-2-1 : Calculer, en fonction de la quantité envisagée de pièces à produire, le coût de production attendu lié à l'investissement réalisé.

Question 3-2-2 : Établir, pour les 5 années, le tableau de calcul des Flux Nets de trésorerie lié à ce projet d'investissement. **Calculer** la somme des flux nets de trésorerie.

Question 3-2-3 : Déterminer (nombre d'années et mois) le délai de récupération (ou délai de retour d'investissement) du capital investi. **Conclure** quant à l'intérêt de cet investissement.

Question 3-2-4 : Déterminer l'expression littérale permettant de calculer la quantité annuelle de moyeux de tambour de frein à produire pour atteindre le seuil de rentabilité envisagé (retour sur investissement sur 2 ans : flux nets de trésorerie (FNT) en 2 ans > montant des investissements). **Réaliser** l'application numérique.

Partie 3-3 : Analyse du porte-pièce (Partie au choix)

On souhaite fournir aux étudiants de BTS le schéma technologique du mandrin (1). À l'aide du document DT6 et avec les indications suivantes :

- Mise en position de la pièce : La pièce est centrée dans les trois mors (3) et plaquée axialement sur l'appui plan (trois plots à 120°).
- Fonctionnement du mandrin : Le corps du mandrin (1) est relié à un groupe hydraulique par une série de pièces intermédiaires non représentées sur l'extrait de plan DT6. L'effort du tirant est transmis à la pièce (4), puis au piston (8). Quand le piston 8 recule, il entraîne les trois mors (3). De part leurs formes et la forme du mandrin (1), la pièce est plaquée axialement sur ses appuis et finalement serrée.

Sur le document réponse DR5,

Question 3-3-1 : Représenter sur le document réponse DR5, le schéma technologique du porte-pièce (pour ne pas surcharger le schéma, un seul mors sera représenté).

4^{ème} partie : Évaluation et accompagnement des étudiants

Temps conseillé : 1 heure

Question 4-1 :

Proposer une fiche de structuration, à distribuer aux étudiants de BTS, qui précisera les différentes étapes d'analyse et de validation d'un porte-pièce.

Question 4-2 :

À partir du document DT7, **rédigier** en quelques lignes, les règles qui régissent le paramétrage du maillage (étape 2).

Proposer une stratégie à mettre en œuvre à l'issue de l'étape 6 pour vérifier la validité des résultats.

La boîte de vitesse étudiée et plus particulièrement l'arbre primaire (cf. DT 1) offre une possibilité d'évaluer les compétences abordées dans le cadre de la séquence.

Question 4-3 :

Proposer une évaluation relative à la séquence proposée en précisant le ou les supports mobilisés, la nature des activités des étudiants de BTS, les grands axes du questionnement ainsi que les indicateurs et critères d'évaluation retenus au regard des compétences à atteindre.

DOCUMENTS PÉDAGOGIQUES

Extraits des référentiels de formation du BTS Conception de Produits Industriels

DP1 : extraits du référentiel d'activités professionnelles (RAP), 2 pages

DP2 : extraits du référentiel de certification (compétences), 6 pages

DP3 : extraits du référentiel de certification (savoirs associés), 4 pages

DP4 : règlement d'examen et horaires de formation, 1 page

DP5 : modalités de certification : définition de la sous épreuve U51, 1 page

DP6 : modalités de certification : définition de la sous épreuve U52, 1 page

DP7 : extraits du document « repères pour la formation du brevet de technicien supérieur conception de produits industriels », 9 pages

Extraits du référentiel d'activités professionnelles - DP1 1/2

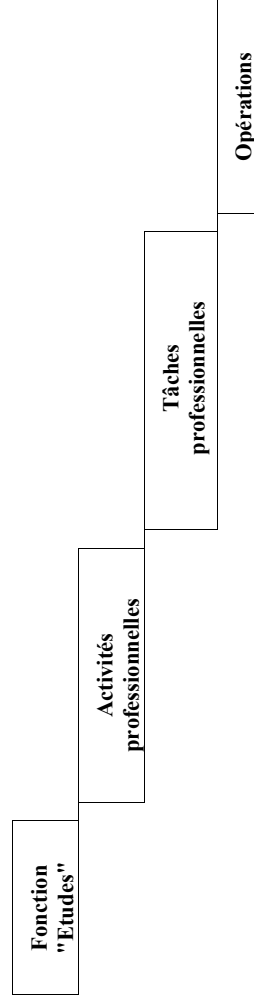
BTS Conception de produits industriels

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.
Conditions de réalisation de l'activité : <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> <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. <i>Le cahier des charges élaboré est validé par le client et par le responsable de l'entreprise.</i>	

Extraits du référentiel d'activités professionnelles - DP1 2/2

BTS Conception de produits industriels

BTS Conception de produits industriels

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
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 : <i>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 (modèles 3D et logiciels de simulation associés) pour élaborer, en autonomie, le modèle numérique.</i> <i>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.</i> <i>Afin de prendre en compte les contraintes de préindustrialisation, il communique de façon autonome avec des spécialistes métiers et intègre leurs recommandations.</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 en 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
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 : <i>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 trasse de plans et les nomenclatures.</i></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 : <i>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.</i> <i>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.</i></p>	

Extraits du référentiel de certification - DP2 1/6

BTS Conception de produits industriels

BTS Conception de produits industriels

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. 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.
2. Constitution du dossier d'étude	C07. Identifier les moyens techniques de production disponibles. C08. Intégrer les contraintes de la propriété industrielle. C09. Rechercher et expliciter un principe de solution. C10. Proposer ou expliciter sous forme de croquis ou de schéma, commenté, légendé, une solution constructive.
	C11. Élaborer la maquette numérique de conception préliminaire à l'aide d'un modèle 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.
3. Conception préliminaire	

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. 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.	4. Conception détaillée.
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.	5. Constitution du dossier de définition de produit.
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.	6. Gestion des activités du bureau d'études.

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. 	<ul style="list-style-type: none"> - 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>
<ul style="list-style-type: none"> - 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. - Ponderer 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>
<ul style="list-style-type: none"> - 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. - Breveté 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.

Extraits du référentiel de certification - compétences - DP2 3/6

BTS Conception de produits industriels

BTS Conception de produits industriels

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 (surfacique, 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.

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.

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.

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 normalisés 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. - Légendre 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.

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.

Extraits du référentiel de certification - compétences - DP2 4/6

BTS Conception de produits industriels

BTS Conception de produits industriels

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, outillages, 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...). - Etablir 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.

Extraits du référentiel de certification - compétences - DP2 5/6

BTS Conception de produits industriels

BTS Conception de produits industriels

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. - Eventuellement, un logiciel d'aide à la décision pour le choix du couple matériau/procédé. - Eventuellement, les modules métiers et les moyens de simulation relatifs au(x) procédé(s) envisagés. - Eventuellement, 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... durété, 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. - Eventuellement, 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 répétées. - Exactitude des modifications proposées. - Précision des spécifications indiquées sur les diverses notices.

C23. Valider le comportement du système conçu au regard du 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. - 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. - 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 modèleur 3D pour éditer les documents techniques attendus selon divers points de vue : <ul style="list-style-type: none"> o conception, o spécification, o maintenance, o commercial, o utilisation, o ... 	<ul style="list-style-type: none"> - Exhaustivité des documents techniques attendus. - Qualité de l'organisation de l'habillage. - Précision des informations. - Respect des normes.

Extraits du référentiel de certification - compétences - DP2 6/6

BTS Conception de produits industriels

BTS Conception de produits industriels

<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.

<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.

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.

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

S6	Comportement des systèmes techniques	Niveaux			
		1	2	3	4
S61	Cinématique				
S611	<p>Mouvement relatif de solides en liaison pivot, glissière et hélicoïdale :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Généralités : <ul style="list-style-type: none"> ○ définition des mouvements, ○ repères (absolu, relatif) ; coordonnées, ○ 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"> • Equiprojectivité 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	<p>Les actions mécaniques :</p> <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'hyperstativité, isostativité). • 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. 				
S632	Réciprocité des actions mutuelles				
	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). 				

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	<p>Analyse fonctionnelle externe :</p> <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	<p>Analyse fonctionnelle interne :</p> <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	<p>Étude des solutions constructives associées aux liaisons :</p> <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....) <p>Pour les solutions constructives suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> assemblage démontable, assemblage permanent, guidage en rotation par glissement, guidage en rotation par éléments roulants, guidage en translation par glissement, guidage en translation par éléments roulants, rotulage. 				
-----	---	--	--	--	--

Extraits du référentiel de certification - savoirs associés - DP3 3/4

	Niveaux			
	1	2	3	4
<p>S73</p> <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>Pour les solutions constructives suivantes :</p> <p>Transmissions sans transformation de mouvement :</p> <ul style="list-style-type: none"> sans modification de la fréquence de rotation : <ul style="list-style-type: none"> accouplements d'arbres, embrayages et coupleurs, limiters de couple, freins. avec modification de la vitesse angulaire : <ul style="list-style-type: none"> poulies courroie, chaînes, engrenages (trains simples et épicycloïdaux), applications aux réducteurs et boîtes de vitesse. <p>S732</p> <p>Transmissions avec transformation de mouvement :</p> <ul style="list-style-type: none"> systèmes vis écrou (à frottement et à roulement), came, systèmes articulés plans. 				

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

	Niveaux			
	1	2	3	4
<p>S74</p> <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>Pour les solutions constructives suivantes :</p> <p>Actionneurs électriques :</p> <ul style="list-style-type: none"> moteur synchrone, moteur asynchrone, moteur « brushless », moteur « pas à pas », moteur linéaire. 				

	Niveaux			
	1	2	3	4
<p>S77</p> <p>Spécification de produits</p> <p>S771</p> <p>Cotation et tolérancement normalisés :</p> <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. <p>S772</p> <p>La démarche de détermination des spécifications d'une pièce:</p> <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. Quantification des spécifications de liaison entre les surfaces fonctionnelles influentes issues de fonctions mécaniques différentes (liaisons entre groupes fonctionnels). 				

	Niveaux			
	1	2	3	4
S8	Industrialisation des produits			
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. • Capacité 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 • Capacité 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. 	

	Représentation d'un produit technique	Niveaux			
		1	2	3	4
S9	Représentation d'un produit technique				
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 II C

RÈGLEMENT D'EXAMEN

Brevet de technicien supérieur		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 habités à pratiquer le CCF pour ce BTS	
"CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS"		Unités	Coef	Mode	Mode
Épreuve 1 (E1) : Français	U1	2	2	Écrit	CCF 2 situations
Épreuve 2 (E2) : Langue vivante étrangère : anglais	U2	2	2	Préparation... Oral.....	CCF 2 situations
Épreuve 3 (E3) : Mathématiques	U3	2	2	Écrit	CCF 2 situations
Épreuve 4 (E4) : Motorisation des systèmes	U4	2	2	Écrit	CCF 1 situation
Épreuve 5 (E5) : Étude de produits industriels.	U5	5	5		
Sous – épreuve E51 : Modélisation et comportement des produits industriels	U51	2,5	2,5	Écrit	CCF 1 situation
Sous – épreuve E52 : Analyse et spécification de produits.	U52	2,5	2,5	Écrit	CCF 1 situation
Épreuve 6 (E6) : Épreuve professionnelle de synthèse.	U6	6	6		
Sous – épreuve E61 : Soutenance du rapport de stage industriel	U61	1	1	Oral	Ponctuelle orale
Sous – épreuve E62 : Présentation du projet industriel	U62	5	5	Oral + pratique	Ponctuelle orale
Épreuve facultative de langue étrangère ¹	UF1			Préparation... Oral.....	Ponctuelle orale

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

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⁾	Année ⁽³⁾
1. Français	3	2+1+0	90	2+1+0
2. Langue vivante : Anglais	2	0+2+0	60	0+2+0
3. Mathématiques	4	2+2+0	120	2+2+0
4. Physique appliquée	1,5	0+0+1,5	45	0+0+1,5
5. Électrotechnique	1,5	0+0+1,5	45	0+0+1,5
6. Comportement des systèmes techniques	6	4+0+2	180	2+0+2
7. Construction mécanique	10	2+2+6	300	2+2+8
8. Industrialisation des produits	4	2+0+2	120	2+0+2
Total	32 h	12+7+13	960 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).

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 MODELISATION ET COMPORTEMENT DE PRODUITS INDUSTRIELS	Savoirs associés					
		S61	S62	S63	S64	S65	S66
	Compétences						
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 questionnaire 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 4 heures, 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											
		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 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 :

- o comprendre, décrire, analyser, argumenter, spécifier les solutions constructives de tout ou partie d'un produit industriel moderne, mécanique ou électromécanique, significatif des technologies actuelles,
- o intégrer l'adéquation produit-matériau-procédé-coût dans les solutions constructives,
- o 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.

Introduction : Les évolutions du BTS CPI

L'évolution de la formation en BTS CPI s'inscrit dans une architecture générale décrite par le schéma ci-dessous. Ce schéma met au cœur de la préoccupation du BTS CPI le réel technologique que les étudiants devront côtoyer :

- dans les activités de travaux pratiques (de construction, d'industrialisation et de motorisation),
- dans un contexte industriel, avec ses contraintes, lors du projet de deuxième année qui se caractérise par l'authenticité des problématiques qu'il aborde.

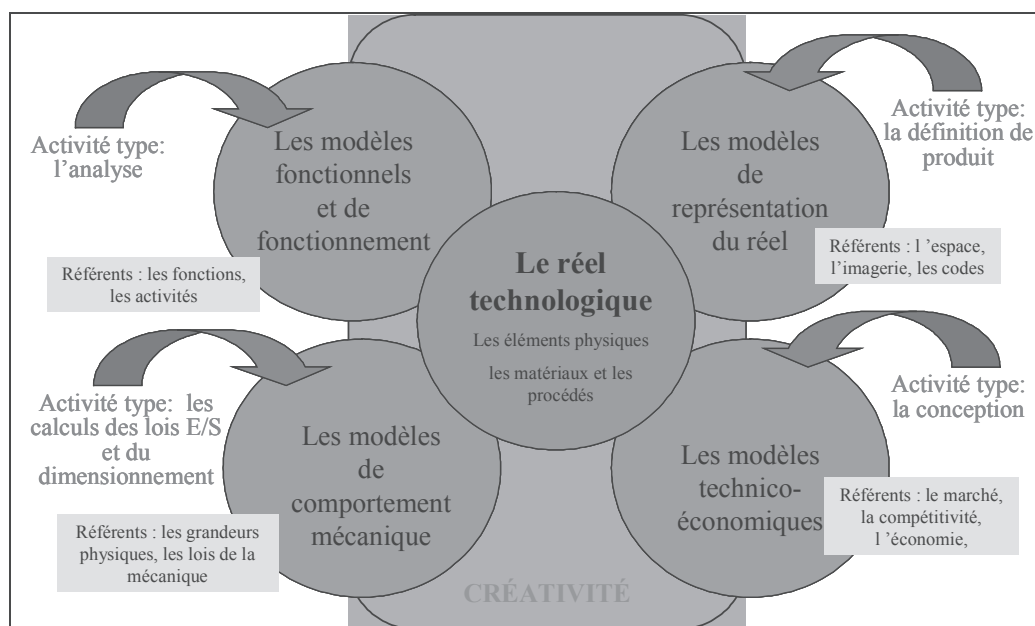


Figure 1

Si les objets d'études restent les systèmes pluri technologiques (à dominante électromécanique) et les produits, l'environnement de formation doit réserver une part à chacune des familles de modèles présentes dans le schéma.

Les concepts d'entreprise étendue et d'ingénierie concertée, ou concourante, imposent de bien positionner la situation du BTS CPI dans l'ensemble des tâches industrielles.

Le schéma ci-après (figure 2) montre, par ses jeux de couleurs, les limites mais aussi les liaisons entre conception détaillée – pré industrialisation et industrialisation, seules voies pour une réduction des coûts par anticipation des difficultés de réalisation.

Ces liaisons ne doivent pas amener de confusion avec les BTS de production industrielle, mais installer dans l'esprit des étudiants de BTS CPI l'idée clé que, sans partage des préoccupations et sans écoute des contraintes des différents intervenants dans la réalisation du produit, le concepteur ne peut s'inscrire dans une logique de coût ou de faisabilité garantissant la pérennité de l'entreprise industrielle.

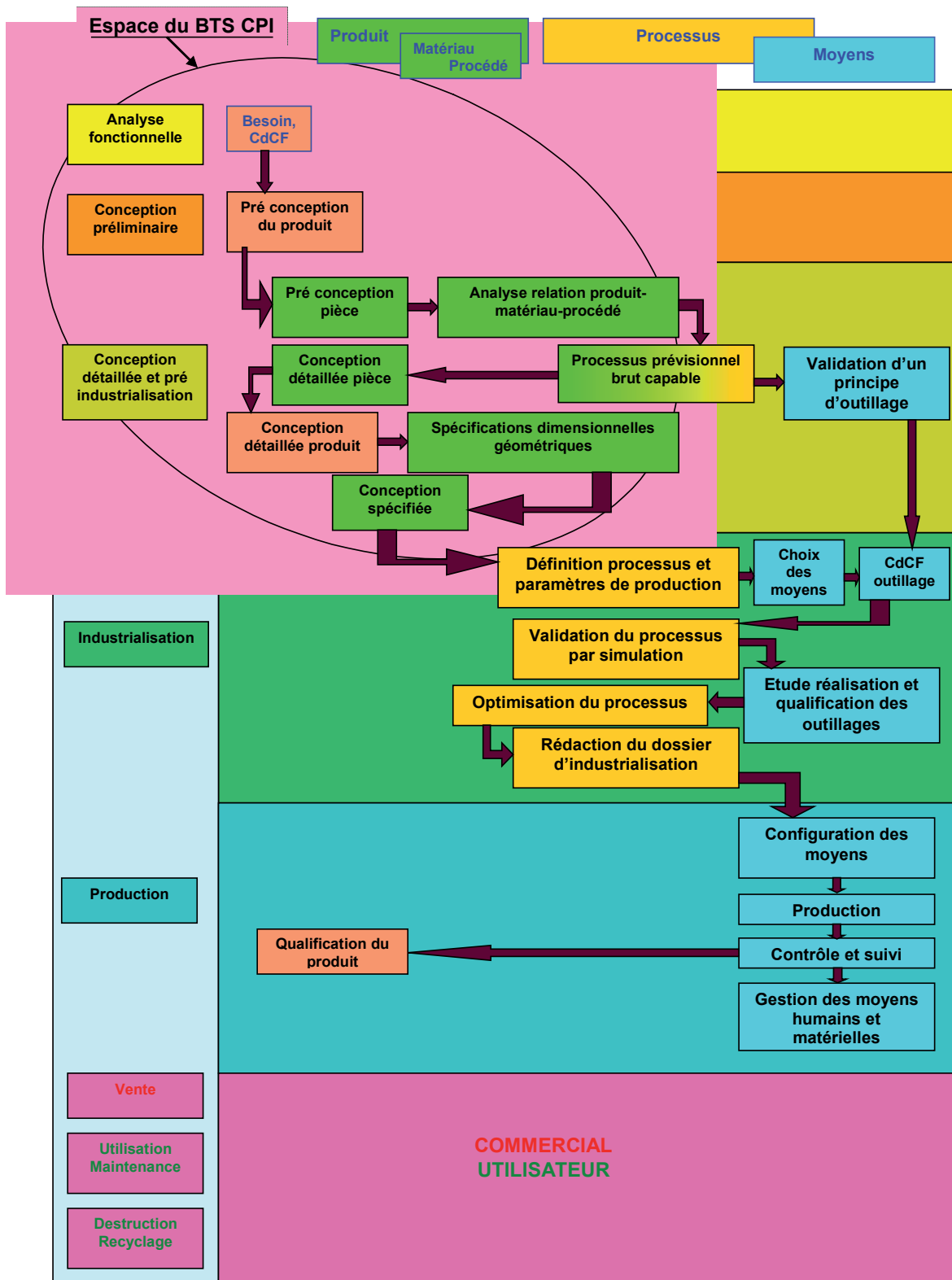


Figure 2

Comportement des systèmes (S6) – Mécanique industrielle

Cet enseignement exploite largement les possibilités offertes par les outils CAO. Une place importante est faite aux hypothèses permettant de choisir un modèle de traitement ainsi qu'à l'analyse des résultats d'un calcul ou d'une simulation.

Les grands chapitres du programme sont:

- la modélisation des systèmes et des actions mécaniques,
- la cinématique visant à étudier les lois entrée-sortie d'un mécanisme,
- la statique, la résistance des matériaux pour répondre à des problèmes de pré dimensionnement,
- l'élasticité pour valider ou faire évoluer une géométrie au regard des conditions de chargement,
- quelques éléments de mécanique des fluides pour appréhender leur comportement.
- la dynamique et l'énergétique pour comprendre certains comportements des mécanismes en fonctionnement et effectuer des choix de motorisation et de contrôle en liaison avec l'enseignement d'Electrotechnique et de Physique appliquée.

Construction mécanique et industrialisation des produits (S7, S9 et S8)

Construction des systèmes techniques (S7) :

Ces enseignements doivent permettre aux étudiants d'utiliser les outils de l'analyse fonctionnelle et d'aborder les solutions constructives des produits.

Relation Produit - Matériau – Procédé

Pour optimiser la relation produit-matériau-procédé-coût d'une pièce et produire un dossier de définition de produit fini, le technicien de conception a besoin de mettre en œuvre des compétences relevant de la fabrication.

Pour proposer les solutions de conception les mieux adaptées sur les plans techniques et économiques, le technicien en conception de produits industriels doit envisager la mise en œuvre de procédés diversifiés et valider la faisabilité de la pièce étudiée ainsi que le coût associé.

Cet apprentissage prend appui sur des connaissances relevant simultanément de la construction et de la fabrication d'un produit industrialisé.

Il est donc nécessaire qu'une coordination s'installe entre professeurs de construction et d'industrialisation.

Pour permettre cette collaboration, il est possible de prévoir des échanges d'heures entre les enseignants des deux disciplines, chacun conservant son volume global d'enseignement.

Extraits du document «Repères pour la formation du BTS CPI» - DP7 4/9

Industrialisation des produits (S 8)

Cet enseignement propose des définitions relatives à l'entreprise industrielle : son organisation, son système de production et la réglementation du travail.

Une autre partie de l'enseignement conduit à positionner le produit dans son système de production et à faire émerger le concept de "chaîne numérique". Ce concept est développé par ailleurs dans un paragraphe spécifique.

L'essentiel des savoirs et savoir-faire est centré sur la connaissance des procédés afin de permettre aux étudiants d'améliorer l'adéquation entre le produit et le couple matériau/procédé afin de réaliser une définition cohérente.

Cet enseignement est conduit en concertation avec l'enseignement de construction comme le montre le synoptique ci-après (figure 5).

Les étapes de la conception du produit : du cahier des charges au dessin de définition

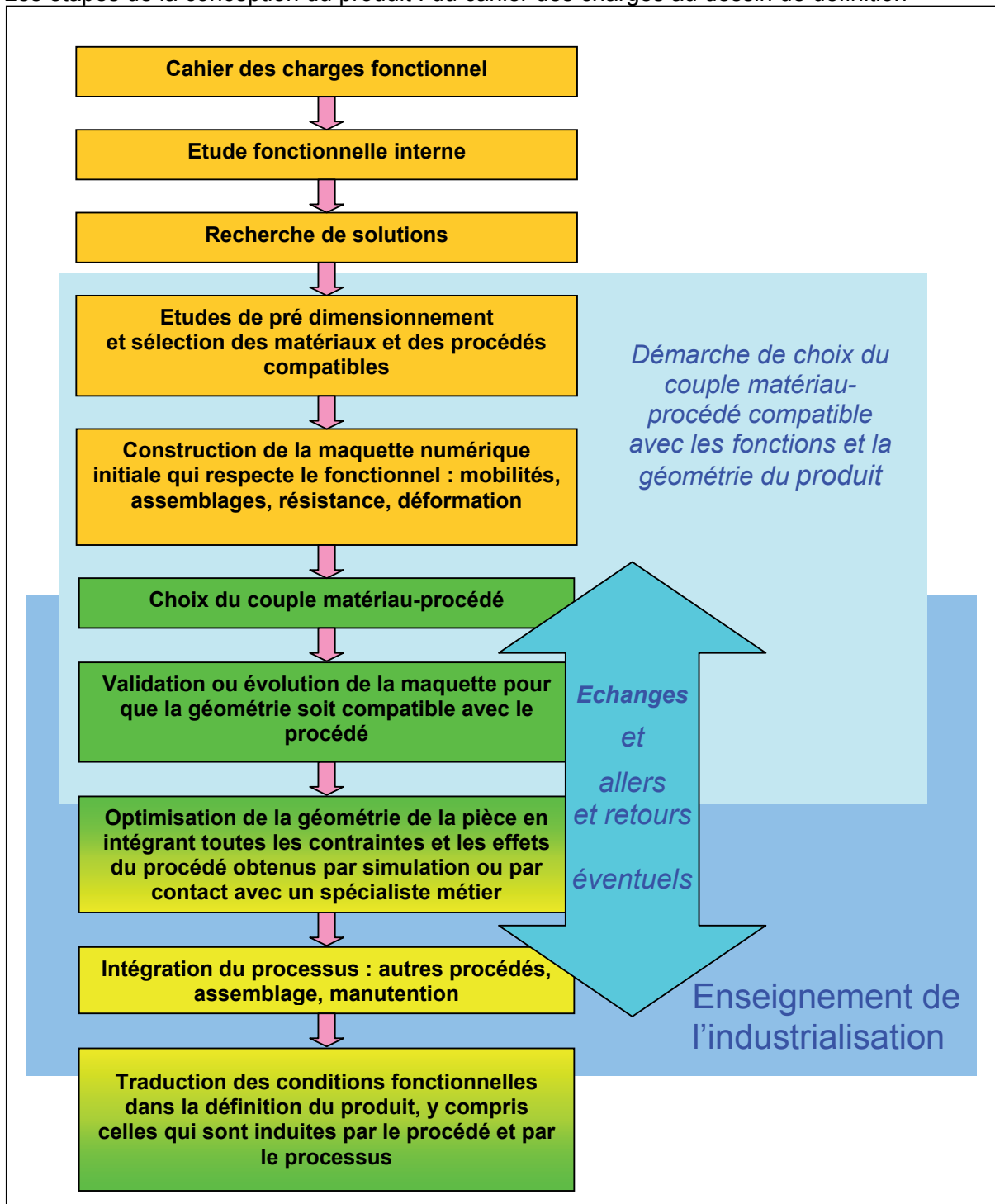


Figure 5

Chapitre 2 : Recommandations détaillées relatives aux enseignements professionnels de génie mécanique

Méthodologies de spécification géométrique

La cotation des produits est une compétence fondamentale du technicien supérieur CPI. Le nouveau référentiel renforce sensiblement cette compétence. Pour l'atteindre, le technicien supérieur CPI doit savoir analyser fonctionnellement un produit et en déduire la totalité des dimensions, spécifications et tolérances de toutes les pièces du produit.

Cela exige :

- une démarche structurée,
- la connaissance des normes associées à la spécification des produits,
- la compréhension de concepts fondamentaux de cotation.

Cette maîtrise attendue doit conduire à la conception et la mise en œuvre de travaux pratiques, organisés en concertation entre l'enseignant de construction et l'enseignant d'industrialisation :

- Découverte des concepts de cotation par des activités spécifiques proposées par des malles pédagogiques adaptées
- Montage, démontage de petits ensembles associés au mesurage des cotes fonctionnelles. Il peut être pertinent d'exploiter des supports nécessitant la mise en œuvre d'un arrache-moyeux, d'une petite presse, d'outillages spéciaux pour le montage de segments ou de joints divers.
- Contrôle, analyse et interprétation de spécifications à l'aide d'une machine à mesurer tridimensionnelle ou de moyens de contrôle traditionnels : distance entre deux surfaces parallèles, planéité, parallélisme, diamètre, cylindricité, coaxialité, perpendicularité entre deux plans, entre cylindre et plan...localisation.
- Exploitations pertinentes et ciblées de logiciels dédiés à la détermination et au calcul des spécifications.

Spécification de produits

L'une des évolutions du BTS CPI est la volonté de former le plus complètement possible les étudiants aux compétences de cotation et de spécification géométrique et dimensionnelle d'un produit.

- la détermination des spécifications dimensionnelles et géométriques qui traduit le respect des contraintes fonctionnelles ;
- le codage des spécifications dans un langage normatif et univoque (le codage ISO actuel est la seule proposition existante à ce jour) permettant d'aboutir à des dessins de définition des produits finis (élément contractuel entre un donneur d'ordre et un sous traitant).

Si cette étape doit être assurée par le professeur de construction, il semble très intéressant de le faire en association directe avec le professeur d'industrialisation chargé de l'approche métrologique. En effet, le décodage et le codage d'une spécification en langage ISO deviennent plus perceptibles lorsqu'ils sont menés de pair avec le contrôle. Cet enseignement doit être privilégié sous forme de travaux pratiques supportés par des moyens classiques de métrologie (marbre et instruments de mesurage classiques) ainsi que sur machine à mesurer tridimensionnelle.

Industrialisation des pièces

Il s'agit essentiellement de donner aux étudiants des aides à la décision pour concevoir et définir des produits compétitifs. C'est la phase de pré industrialisation.

L'enseignement de l'Industrialisation des produits en section TS CPI ne vise donc pas la formation de spécialistes en étude des processus et en conception des outillages de fabrication.

Pour satisfaire son utilisateur un produit doit :

- remplir l'ensemble des fonctions techniques déduites du cahier des charges ;
- offrir une géométrie compatible avec ces fonctions techniques et, éventuellement, avec l'esthétique attendue ;
- être fabriqué, et donc vendu, à un prix acceptable.

Dans cette logique, le choix du couple matériau-procédé est déterminant pour la compétitivité du produit. La relation produit-matériau-procédé pour une pièce donnée est donc au centre de cet enseignement d'industrialisation fortement coordonné avec l'enseignement de construction. L'aspect processus et outillage associé, parfois important, n'est abordé qu'à l'occasion d'un contact avec des spécialistes métiers

Quelques indications pour construire cet enseignement

Le processus industriel d'obtention de la pièce est organisé chronologiquement, il mobilise un ou plusieurs procédés, les outillages correspondants, les équipements et les savoir-faire métiers, le tout dans des conditions économiques données.

L'approche du choix nécessite donc :

- une analyse et une caractérisation du produit,
- la connaissance des caractéristiques principales des matériaux,
- la connaissance des caractéristiques des principaux procédés de transformation de la matière,
- la mise en œuvre, en appui sur les critères techniques et économiques, d'une démarche logique, assistée par des bases de données et par des logiciels d'aide à la décision, pour choisir et optimiser un couple matériau-procédé compatible avec les fonctions et la géométrie produit.

Quelques pistes pédagogiques

Un certain nombre de travaux pratiques peuvent être mis en œuvre pour contribuer à cet enseignement :

- Mise en œuvre d'essais de traction, flexion, dureté sur des matériaux représentatifs des matériaux les plus utilisés en construction mécanique.
- Manipulations expérimentales mettant en évidence le phénomène de déformation des pièces planes.
- Etudes de cas de recherche du couple matériau/procédé, avec mise en œuvre de logiciels d'aide au choix. On privilégiera les procédés de fonderie, forgeage, injection de polymères, formage, usinage.
- Montage et démontage d'outillages relatifs à un procédé donné : usinage, injection, forgeage, emboutissage, thermoformage.
- Associations de pièces, d'outillages et de typologie de machines CN pour faire émerger l'incidence du choix des formes et positions relatives des formes sur le processus d'usinage.

Toutes les activités doivent reposer sur une problématique visant la définition du produit (modification de matériau, de forme...).

La mécanique industrielle et la simulation numérique

L'enseignement de la mécanique est au service de la construction des systèmes industriels avec le souci constant de conduire rapidement à un résultat maîtrisé, adapté à la problématique technique en terme de finesse d'investigation. La mobilisation d'un outil théorique **à la seule fin** d'en améliorer sa maîtrise, tant du point de vue intellectuel que du point de vue opérationnel, serait inopportune dans le cadre d'une formation professionnalisante post-baccalauréat.

En ce sens, l'apport d'outils numériques de simulation oblige à rappeler l'importance :

- d'une part de l'analyse préalable du problème (de la situation problème à la proposition d'un modèle),
- et d'autre part de la validation terminale, par l'interprétation des résultats et les conséquences constructives.

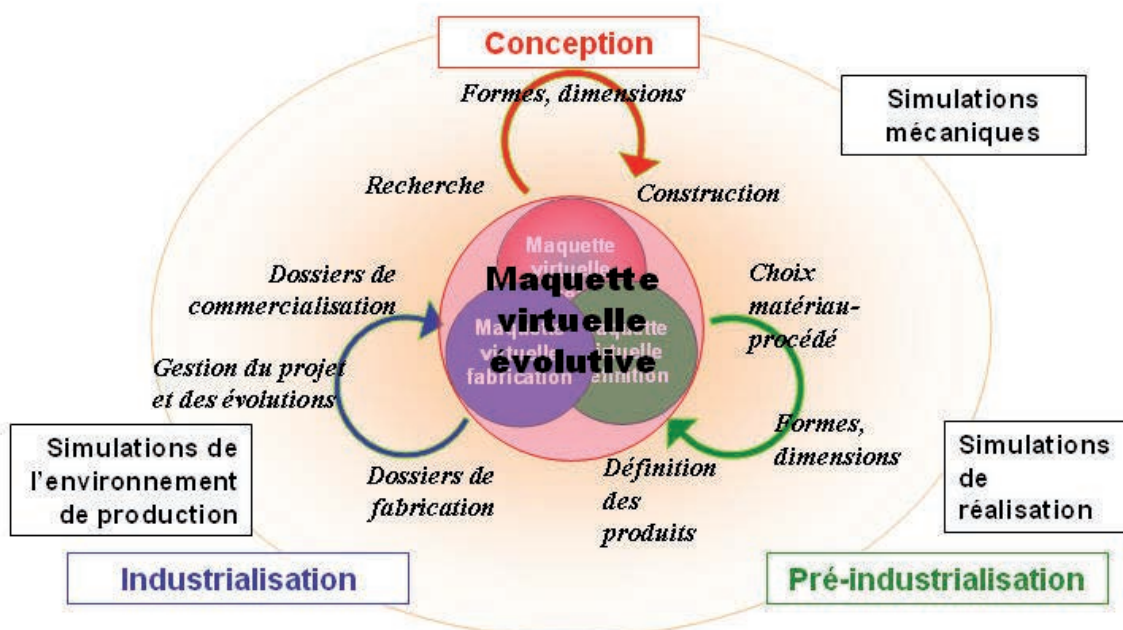
Il est utile de rappeler que les cas les plus éclairants sont souvent (et doivent rester) simples. Ils permettent une résolution traditionnelle, qui illustre la mise en application d'un cours structuré, et laissent les situations particulières et compliquées aux calculateurs.

L'actualité du support industriel est une condition qui conforte la réalité du problème technique proposé. Ceci implique une bonne connaissance du système, des évolutions et modifications techniques qui ont déterminé les choix constructifs au sein du support. Le cahier des charges fonctionnel est un élément essentiel de cette dimension industrielle.

Le support industriel est exploité pédagogiquement au travers d'une situation problème. Celle-ci mobilise un questionnement ou une problématique qui comporte un problème technique authentique, garant de la légitimité de l'étude et de la vraisemblance des résultats obtenus.

La chaîne numérique permet de réaliser toutes les étapes qui mènent du cahier des charges à la production d'un produit.

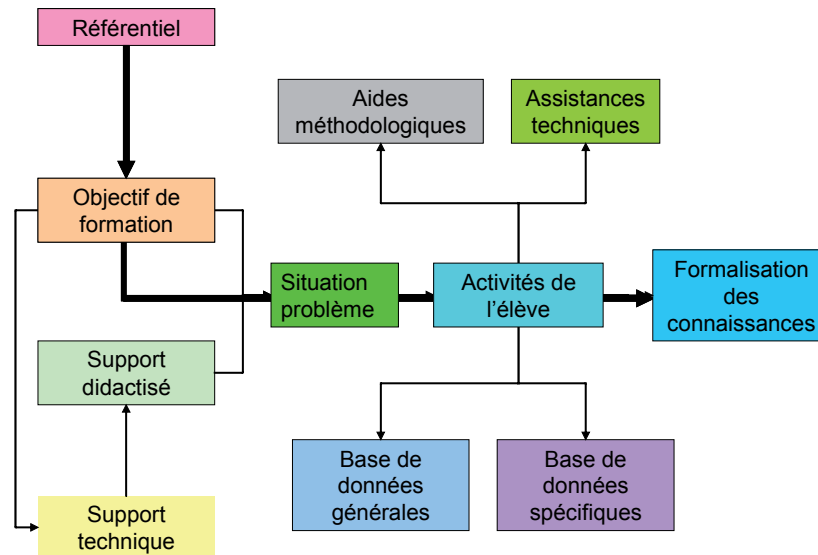
Un module informatique spécialisé peut être associé à chacune des phases de l'étude et de la production du produit. L'ensemble de ces modules, interconnectés et souvent intégrés dans la même interface utilisateur, constitue la chaîne numérique.



Chapitre 3 : Mise en œuvre des travaux pratiques

La formation en BTS CPI bénéficie d'un temps long d'activités en groupe d'étudiants, permettant la mise en place de nombreuses activités pratiques (construction et mécanique, industrialisation, motorisation des systèmes). Cette modalité particulière dont l'efficacité en terme d'apprentissage apparaît de plus en plus réelle à mesure qu'évolue l'attitude des étudiants face aux savoirs, impose une réflexion pédagogique et didactique particulièrement importante, si l'on veut accroître l'efficacité des TP.

Inscrite dans la stratégie générale de formation qui articule méthode inductive et déductive, la conception des travaux pratiques de construction mécanique et d'industrialisation en BTS CPI doit inscrire l'action du pédagogue dans le schéma global ci-après.



Définir les activités proposées aux étudiants

Caractéristique de l'apprentissage visé, cette étape fondamentale permet de développer, en termes d'activités mobilisant les sens (toucher, ouïe, vue), la stratégie pédagogique retenue comme efficace et pertinente. La définition des activités sous-tend un choix de méthode d'apprentissage. La situation de travaux pratiques exclut pour l'essentiel une modalité transmissive des savoirs (cours magistral par exemple) au profit :

- soit d'une démarche behavioriste. Celle-ci postule l'apprentissage par la qualité du résultat attendu. Elle se décline bien du référentiel qui, à partir de données, exige un résultat observable par le biais d'indicateurs et de critères.
- Soit d'une démarche constructiviste qui prône davantage une pédagogie de la découverte avec droit à l'erreur, et retour par d'autres voies garantissant l'intérêt de l'étudiant.

Dans la logique de ce premier choix, les scénarios organisant les activités proposées à l'étudiant, relèvent de trois catégories principales :

- Les parcours précis, linéaire et séquentiel, bâti sur des actions imposées : pas d'initiative laissée à l'apprenant. Cette situation ne correspond pas au niveau de formation qu'est le BTS.
- Les parcours mixtes, alternant guidage précis et phases de recherche libre à partir d'une question ouverte, situation à privilégier à ce niveau d'enseignement.
- Les parcours plus libres amenant l'étudiant à explorer un environnement, poser des hypothèses, proposer des solutions et, après un arbitrage avec le professeur, à s'engager dans « son » parcours. Cette situation que l'on trouve dans les projets de deuxième année, doit également être présente dans les TP lorsque les savoirs ou les savoir-faire visés sont d'un niveau élevé de complexité ou lorsque leur criticité au regard de la poursuite de la formation est réelle (cap obligatoire à passer dans un champ donné de connaissances).

Objectifs pédagogiques et typologie de travaux pratiques

Les travaux pratiques de construction mécanique, de mécanique appliquée et d'industrialisation des produits mettent en œuvre des supports matériels qui peuvent être classés selon deux types principaux :

- des mécanismes réels et authentiques : ceux-ci sont éventuellement appareillés pour analyser des solutions constructives, mesurer des caractéristiques et, plus généralement, permettre des observations relatives à leur comportement en situation réelle,
- des supports destinés à l'étude et la vérification des phénomènes mécaniques : ceux-ci sont conçus en vue de mettre en évidence les phénomènes mécaniques, d'en mesurer les effets et d'en faire émerger des lois et des règles.

Activités privilégiées pour utiliser conjointement les savoirs et savoir-faire en construction et en mécanique, ces travaux pratiques permettent :

- de mettre en relation le réel et ses représentations ; d'apprécier les écarts entre les résultats obtenus à partir du modèle d'étude et les résultats mesurés sur le réel,
- de mettre en lumière le choix des solutions constructives adoptées en regard des fonctions techniques à réaliser,
- de découvrir ou d'illustrer les lois fondamentales de la mécanique.

Ces activités utilisant largement l'outil informatique seront aussi l'occasion de développer, dans ce domaine, les apprentissages fondamentaux qui permettront d'atteindre l'autonomie nécessaire dès la seconde année de formation.

Les travaux pratiques sont organisés par cycles. Un cycle est la période au bout de laquelle tous les élèves du groupe ont réalisé les activités (parfois différentes) supportant les apprentissages dévolus au cycle. En classe de TS CPI, la durée maximale d'un cycle est de quatre semaines, mais il y a tout avantage à réduire cette durée afin que les leçons de synthèse associées au cycle soient les plus proches possibles des activités pratiques qui sous-tendent les savoirs visés par le cycle. Cette exigence conduit à définir pour chaque cycle de travaux pratiques un ou deux centres d'intérêt qui permettent, par leur programmation réfléchie, une progression cohérente des apprentissages tout au long de l'année.

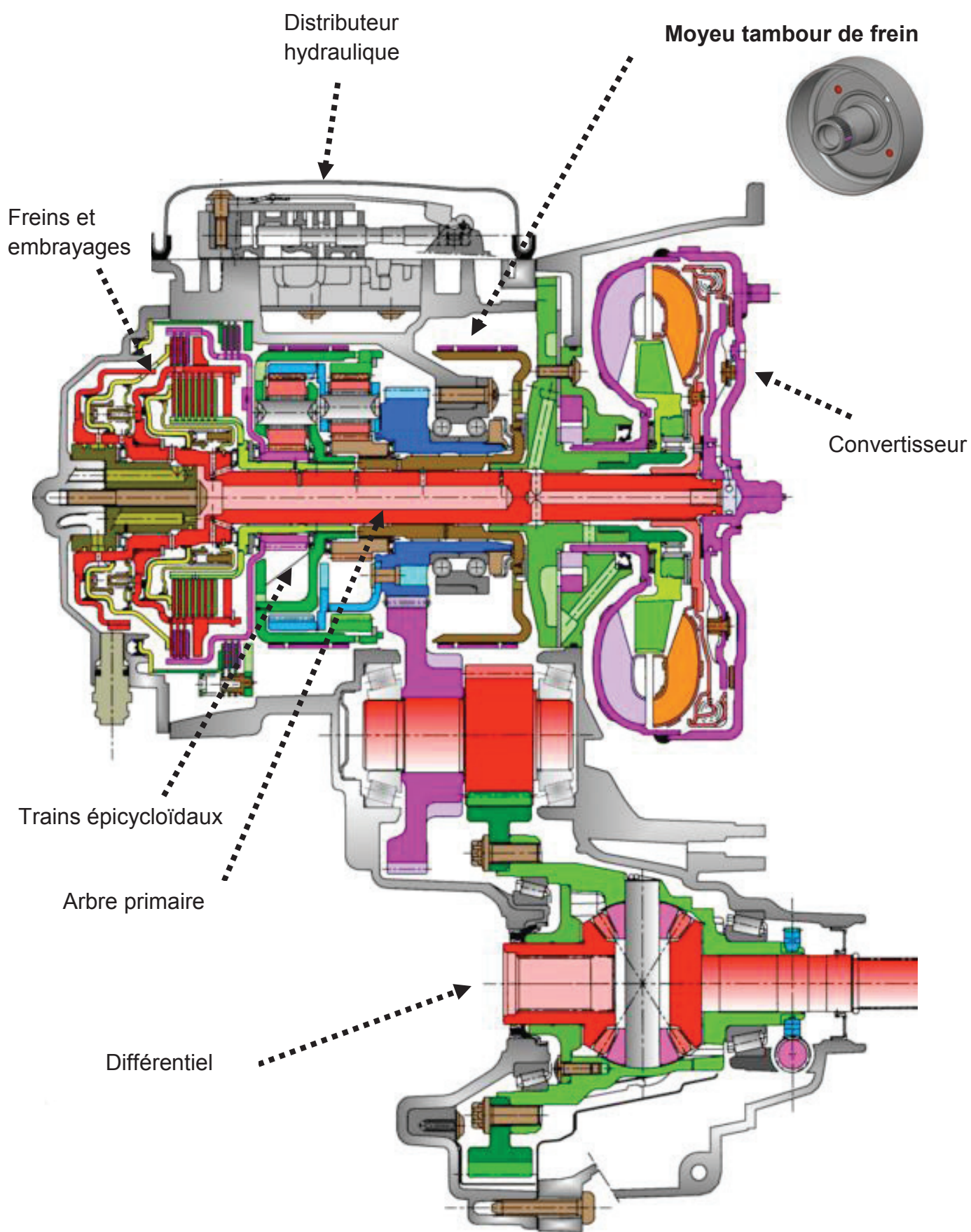
Pour établir une liste des travaux pratiques pertinents, on se propose d'associer à chaque point du référentiel deux critères pédagogiques importants : les niveaux de complexité et de criticité.

La complexité exprime la difficulté intrinsèque du concept étudié. Plus un concept est délicat à comprendre, plus il faut s'efforcer de lui associer une démarche d'apprentissage inductive et pratique qui permettra aux étudiants d'y rattacher des représentations mentales justes et au professeur de bâtir une formation s'appuyant sur une solide progressivité des acquis.

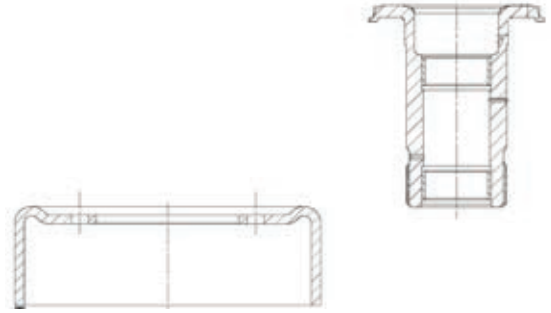
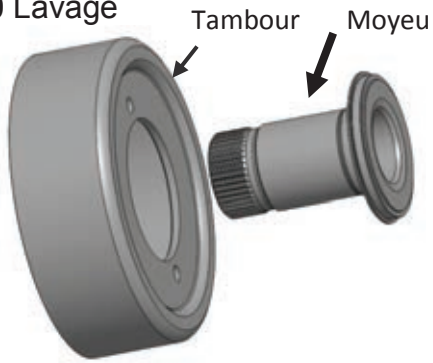
La criticité exprime le caractère fondamental d'un concept qui, si il n'est pas bien assimilé, entraînera des difficultés d'apprentissages ultérieures importantes, même si son niveau de complexité n'est pas très élevé.

DOCUMENTS TECHNIQUES

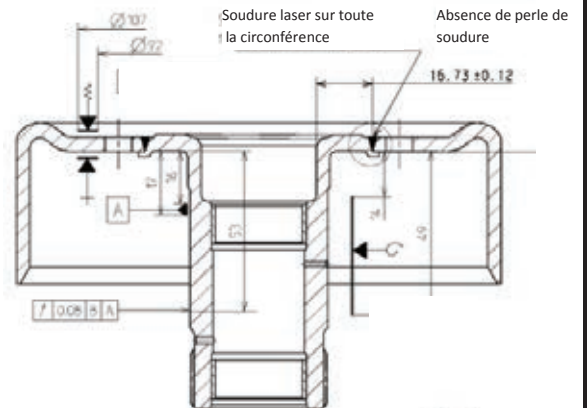
- DT1** : situation d'ensemble du moyeu tambour de frein, 1 page
- DT2** : gamme de fabrication du moyeu tambour de frein, 2 pages
- DT3** : platine de mesure dynamométrique KISTLER, 1 page
- DT4** : diagrammes SYSML de description du besoin, 3 pages
- DT5** : données pour le calcul de rentabilité, 1 page
- DT6** : extrait du dessin d'ensemble du porte-pièce (mandrin FORKARDT©), 1 page
- DT7** : étapes de simulation du comportement mécanique par éléments finis, 4 pages



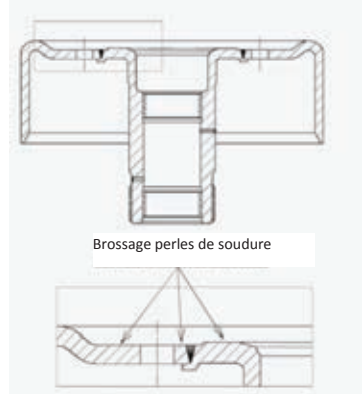
phase 110 Lavage



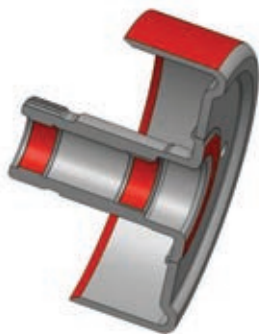
phase 120 Soudage laser tambour



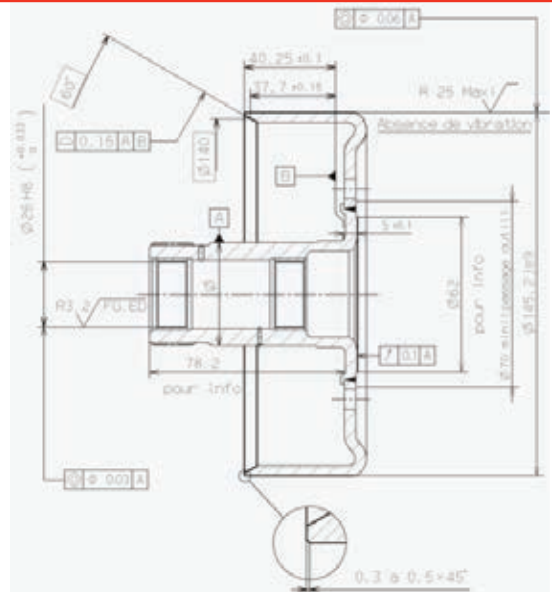
Phase 127 Brosage (élimination des perles de soudure)



Phase 130 Tournage diamètre tambour, alésage bague et face soudure, chanfrein.



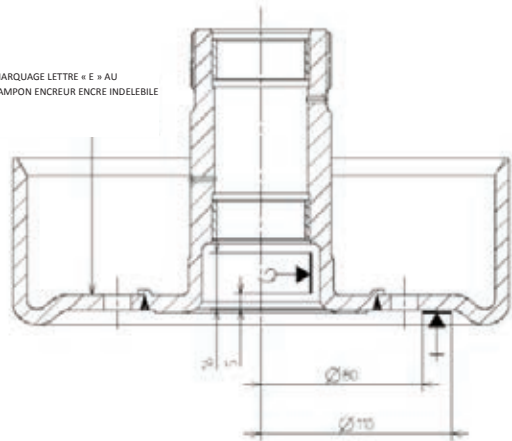
Objet de l'étude



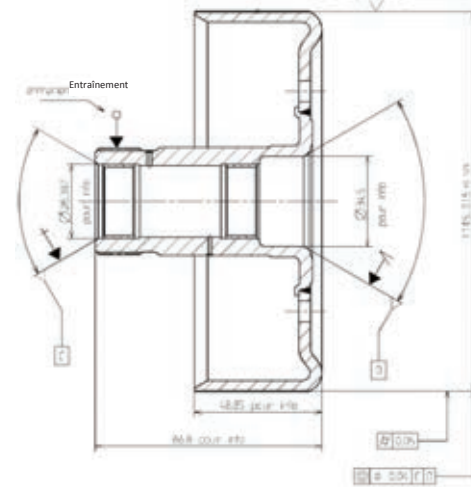
phase 140 Équilibrage par fraisage



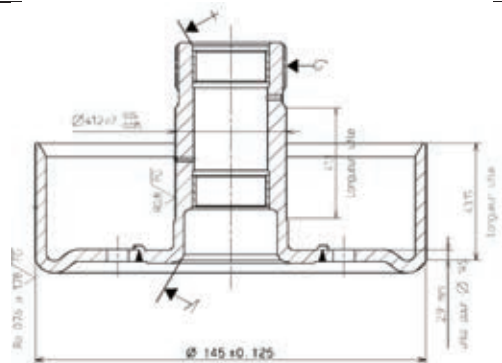
MARQUAGE LETTRE « E » AU TAMPON ENCREUR ENCRE INDELEBILE



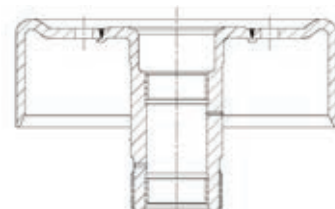
phase 150 Rectification diamètre extérieur tambour



phase 160 Toilage diamètre extérieur tambour + moyeu



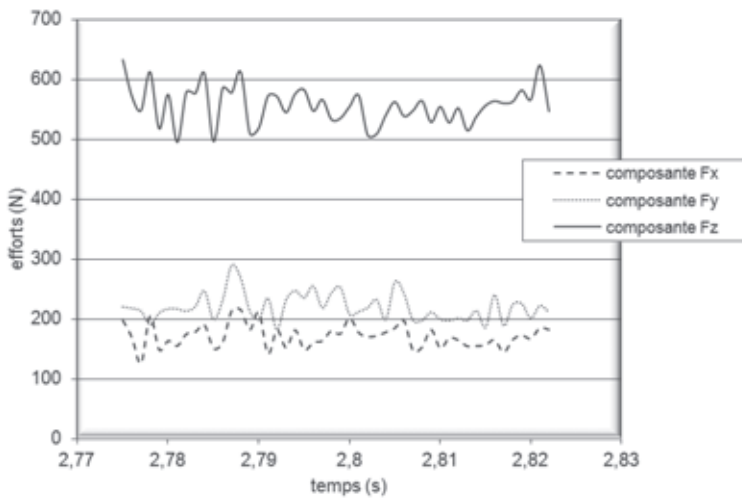
phase 170 Lavage avant montage



Détermination des actions mécaniques de coupe

Matériel utilisé : platine de mesure dynamométrique développée par la société Kistler relié à un poste informatique pour la récupération des données.

Résultats expérimentaux :

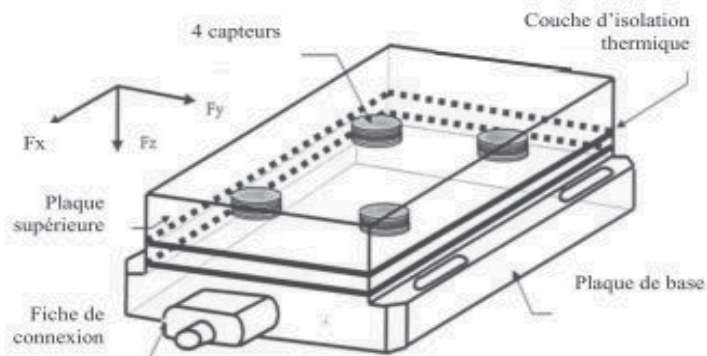


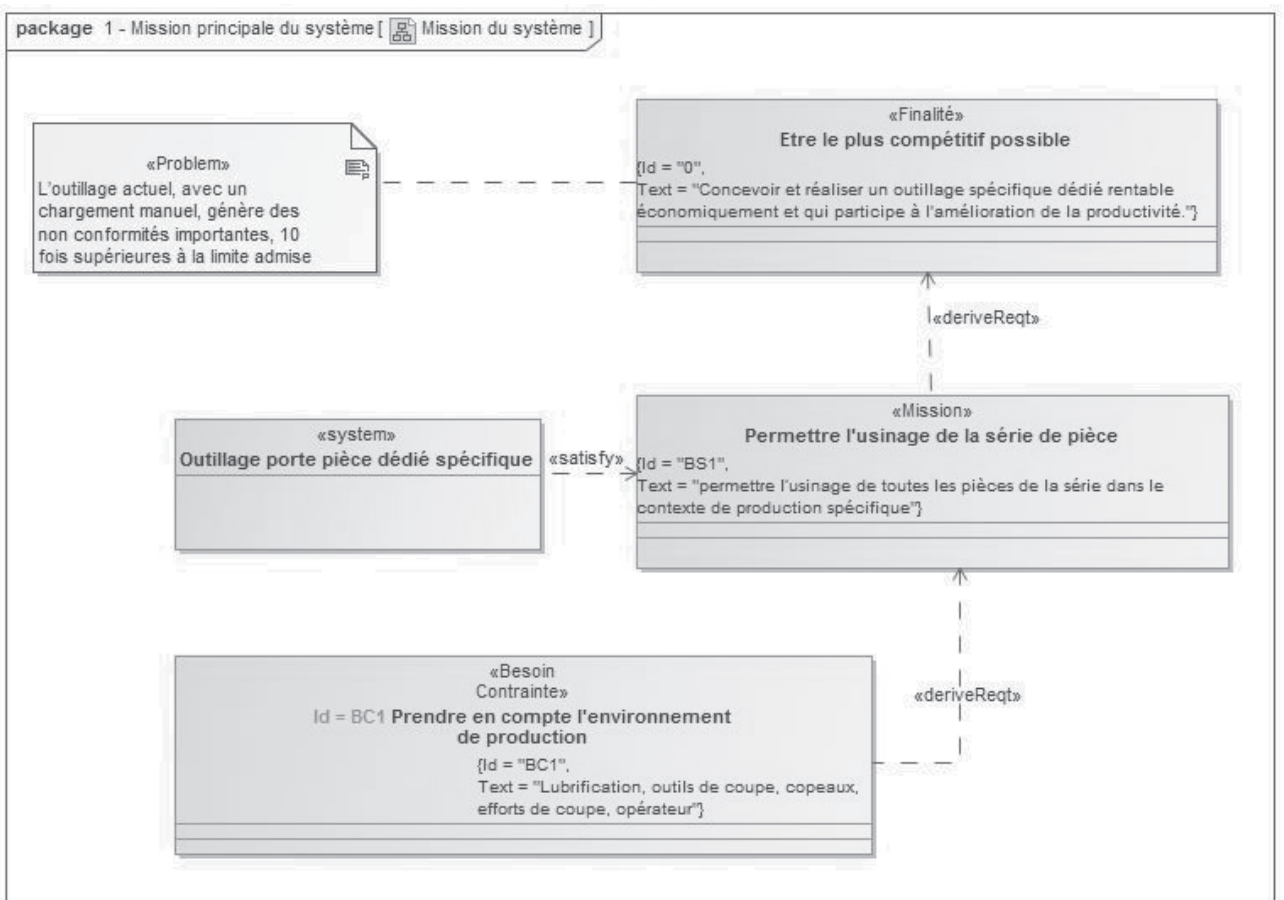
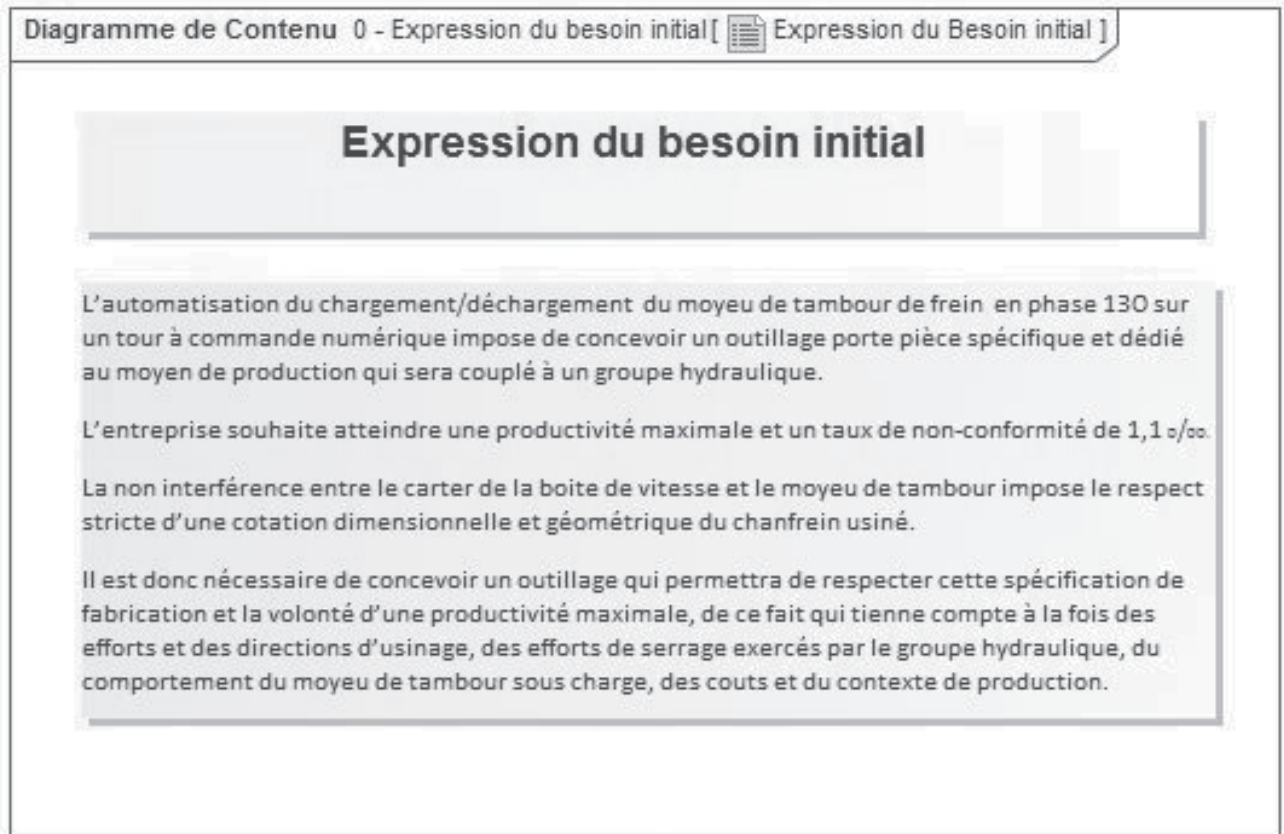
*Extrait des valeurs mesurées
(1000 mesures/seconde) sur 12s*

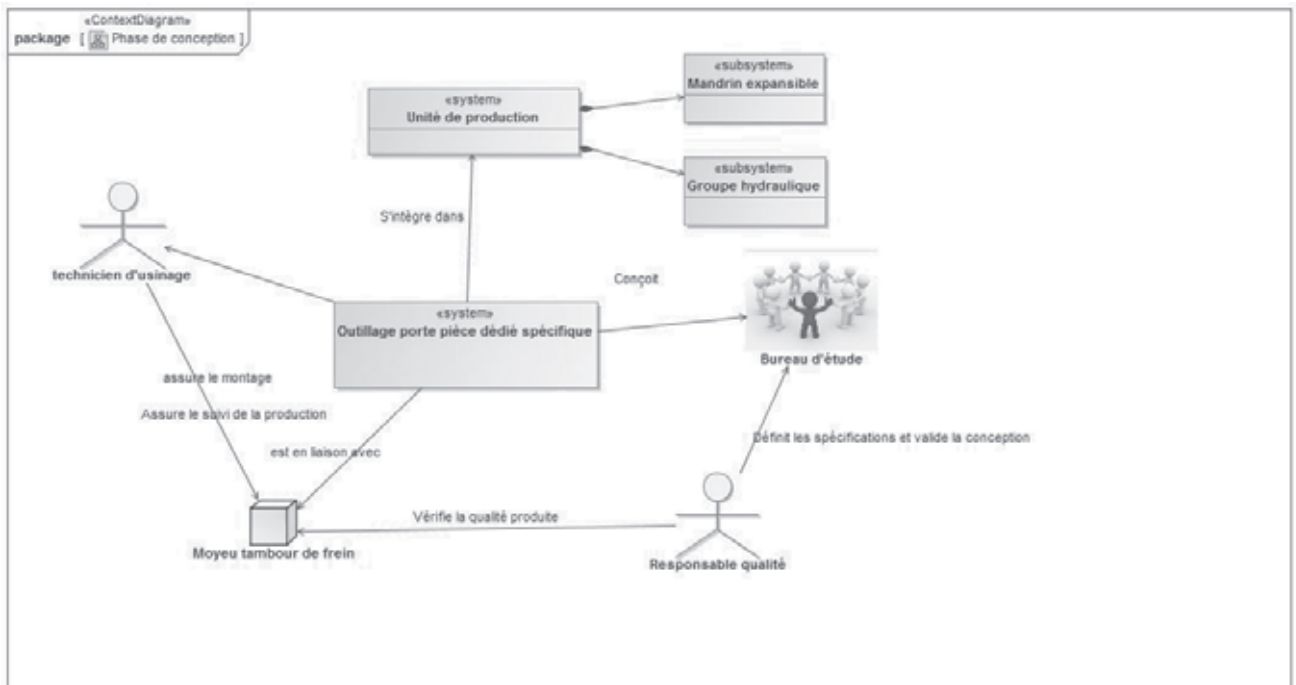
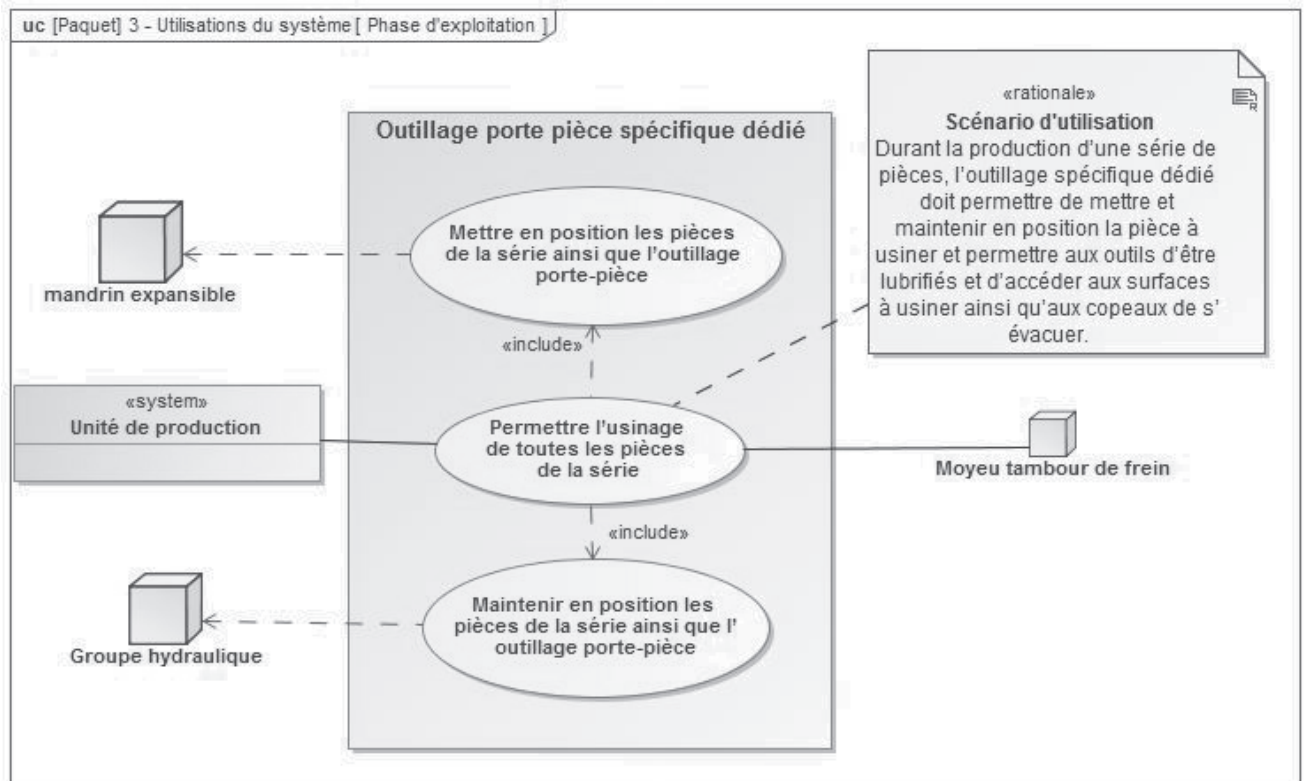
2,814	296,916319	431,81284	813,176362
2,815	260,001711	338,77689	807,664692
2,816	297,833452	402,468983	811,522861
2,817	311,131882	404,516229	839,264934
2,818	301,043418	361,069123	816,667086
2,819	332,913794	399,51185	899,158415
2,82	328,098845	378,81192	788,557569
MOYENNE	307,403537	394,863514	799,920396
	Fx(N)	Fy(N)	Fz(N)

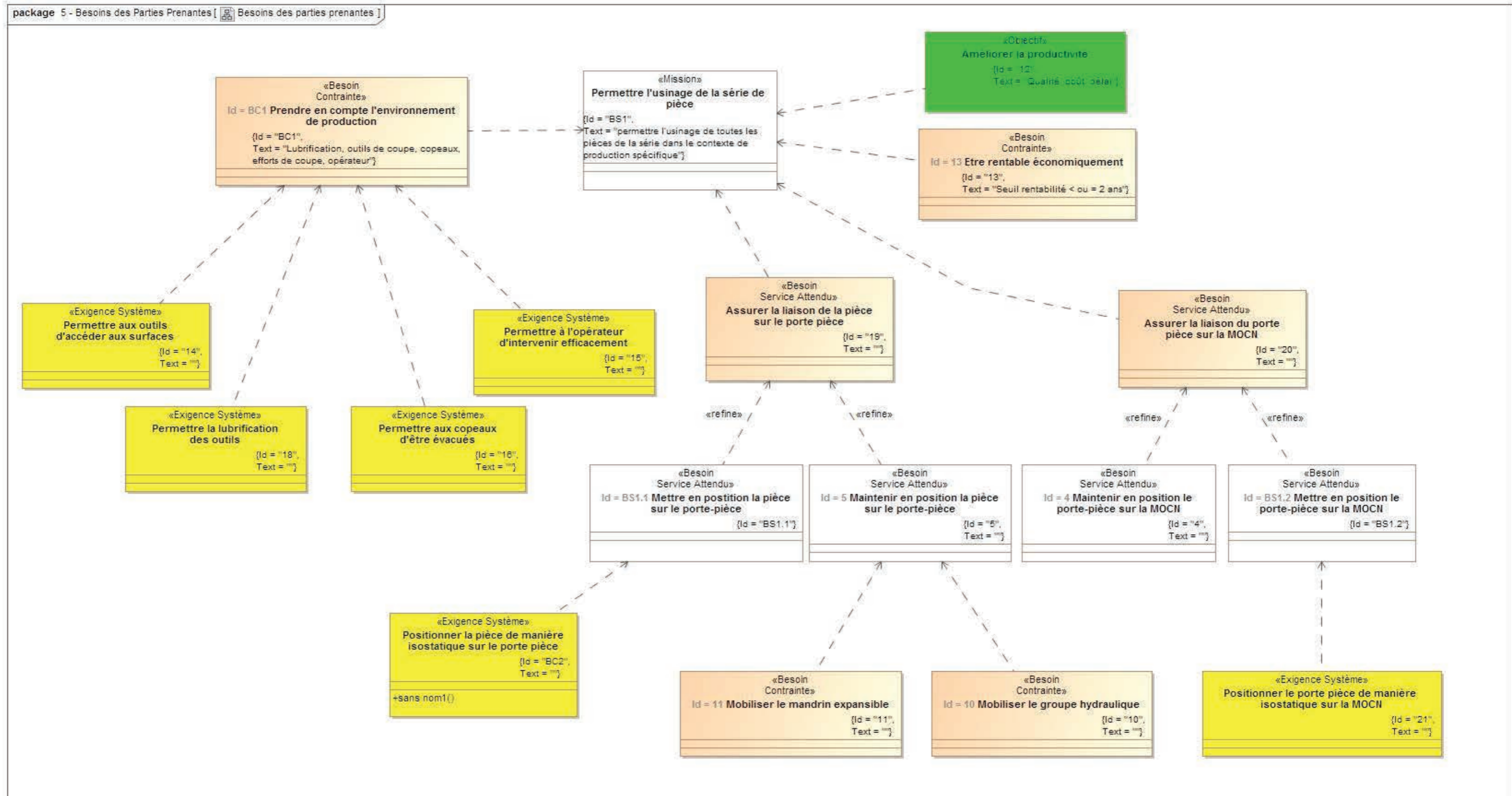
Moyenne des valeurs mesurées

Capteur d'effort de coupe KISTLER









Hypothèses :

- La quantité produite actuellement est de : **7000 moyeux / an**
- Prix de revient de la phase à considérer pour l'étude : **8 euros / moyeu usiné ;**
- Durée d'utilisation de la nouvelle unité de production envisagée : **5 ans.**
- Au terme de ces 5 ans, valeur résiduelle de l'unité : **négligée.**
- Charges d'exploitations supplémentaires dues à l'investissement réalisé : **30 000 euros / an / 5 ans**
- Taux d'imposition des bénéfices : **33,33%**
- Mode d'amortissement retenu sur les 5 années de durée de vie estimée : **linéaire**

Investissements réalisés :

	Prix Unitaire
• Machine de base TCN, l'ensemble au prix de	42000 €
• Broche 5000 tr/min, 22 kW, mandrin diamètre 125 mm,	1800 €
• Arrosage haute pression	9000 €
• Système de filtration du lubrifiant	1500 €
• Outillage Forkardt© (conception, réalisation)	4300 €
• Bras manipulateur (investissement, adaptation)	17500 €
• Intégration, branchements et tests de fonctionnement	1000 €

Éléments de calcul pour conduire une étude de rentabilité :

Les calculs nécessitent d'isoler les retombées de cet investissement en comparant, année par année, les flux de trésorerie que ce soient les recettes et les dépenses.

Pour une année :

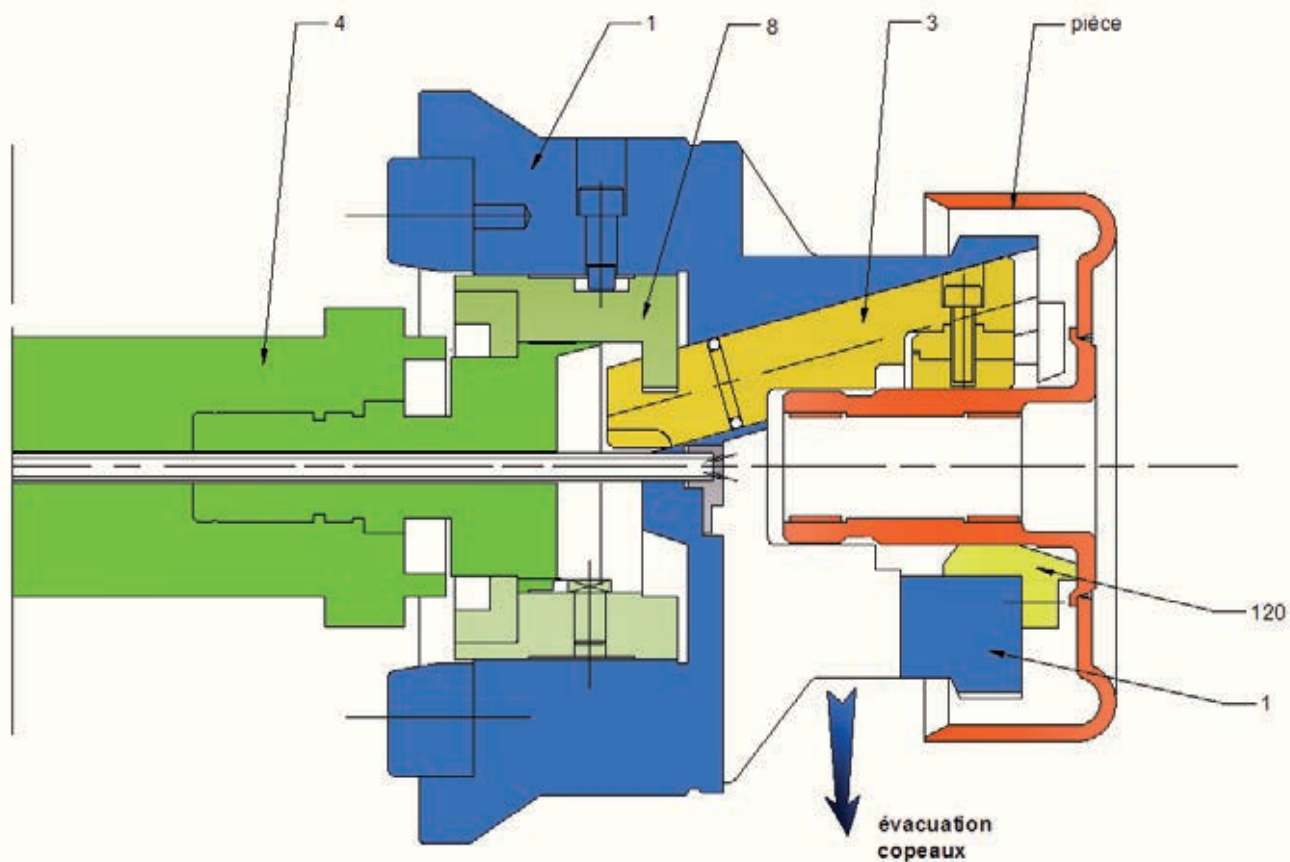
- Résultats avant impôt = Chiffre d'affaire (1) – charge d'exploitation – dotation aux amortissements (2)
- Résultats après impôt = résultats avant impôt (3) – impôts sur les bénéfices
- Flux nets de trésorerie (4) = résultat après impôt + dotation aux amortissements

(1) Le chiffre d'affaire attendu (bénéfices proportionnels à quantité produite) et les dépenses (charges fixes d'exploitations supplémentaires) sont estimés à la fin de chaque année.

(2) L'unité de production fait l'objet d'une dépréciation annuelle constatée par une dotation aux amortissements. Cette dépréciation ne fait pas l'objet de sortie de trésorerie. C'est une charge qu'il faut soustraire pour le calcul du résultat puis pour le calcul de l'impôt, qu'il faudra rajouter pour le calcul des Flux Nets de Trésorerie.

(3) L'impôt sur les bénéfices se calcule à partir du résultat avant impôt x taux d'imposition.

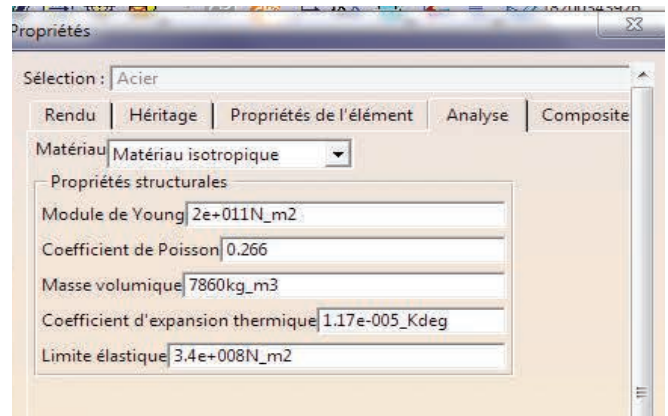
(4) Les flux nets de trésorerie représentent les disponibilités financières de l'entreprise.



120	Plot
8	Piston
4	Tirant
3	Mors
1	Corps de mandrin
Repère	Désignation

Étape 1 : définition du modèle géométrique 3D

- Attribution du matériau
(documentation technique de la pièce)

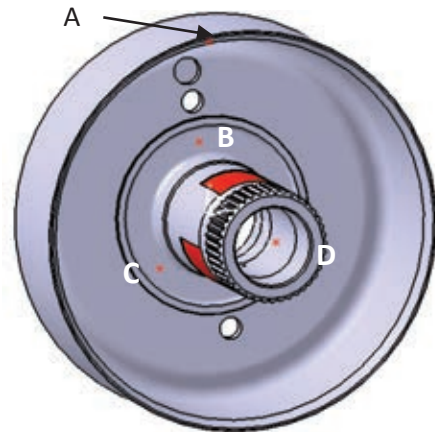


- Insertion des éléments géométriques sur le modèle géométrique 3D pour les intégrer dans le maillage :

point A : point d'application de l'outil

points B, C, D : appui plan

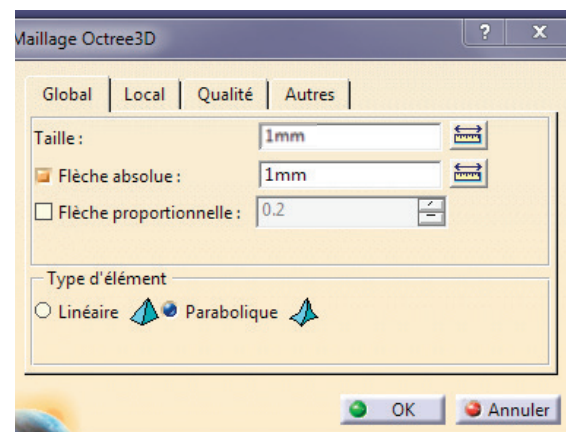
les surfaces des mors.



Étape 2 : le maillage

- Maillage volumique avec des éléments paraboliques

Taille moyenne de la maille 1 mm.



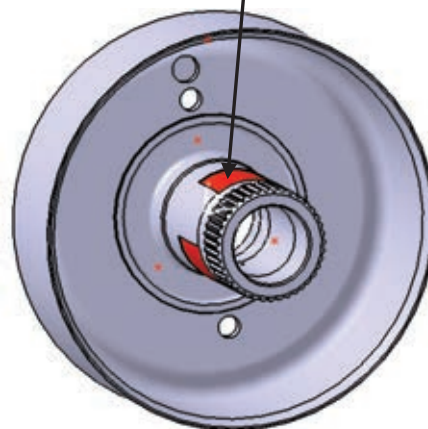
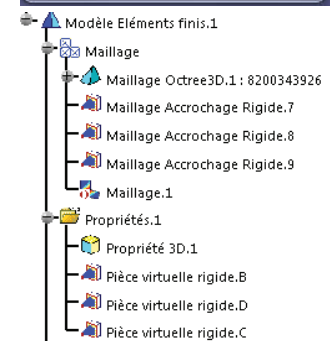
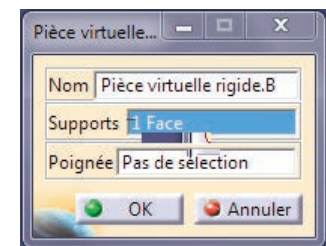
- Définition locale des points A, B, C, D afin de les intégrer aux maillages.



Étape 3 : conditions aux limites

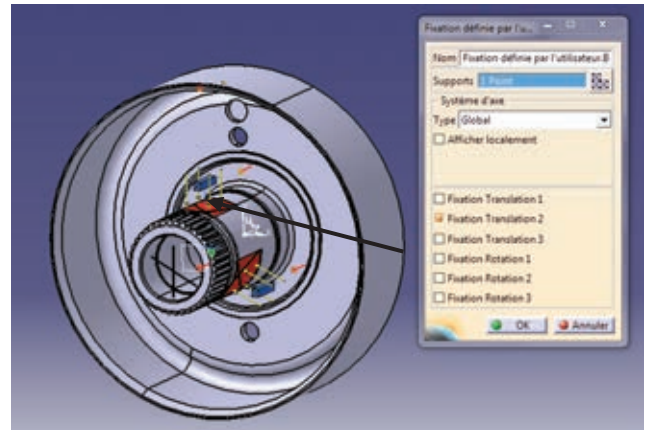
- Conditions de contact :
Définition de pièces virtuelles rigides afin de modéliser le contact entre les mors et le moyeu de tambour.

Ces pièces correspondent à un objet rigide de masse nulle transmettant des actions mécaniques. Cette opération est nécessaire pour modéliser l'action de serrage du vérin sur la pièce par l'intermédiaire des trois mors.



- Conditions cinématiques :

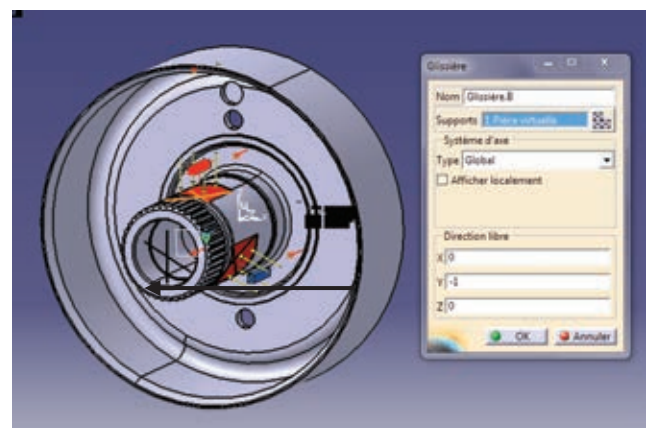
Fixation de type utilisateur : détermination des actions transmissibles en chaque point afin de modéliser l'appui plan par trois contacts sphère / plan en B, C et D définis à l'étape 1.



- Conditions cinématiques :

Différentes modélisations de la relation entre les mors et la pièce peuvent être établies :

- Une liaison encastrement empêche tout déplacement de la pièce par rapport aux mors.
- Une liaison glissière permet une translation de la pièce par rapport aux mors, en fonction des actions de l'outil sur la pièce. Ce modèle est plus proche de la réalité.

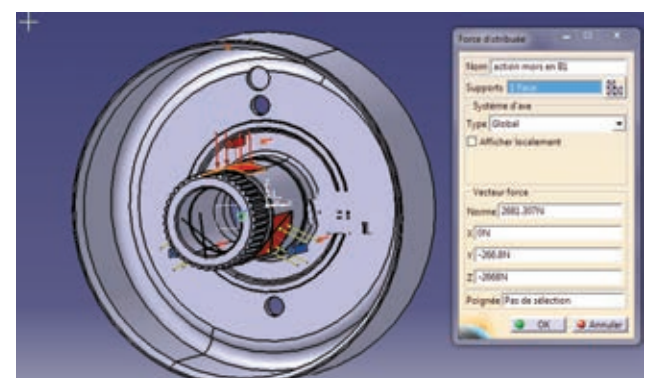
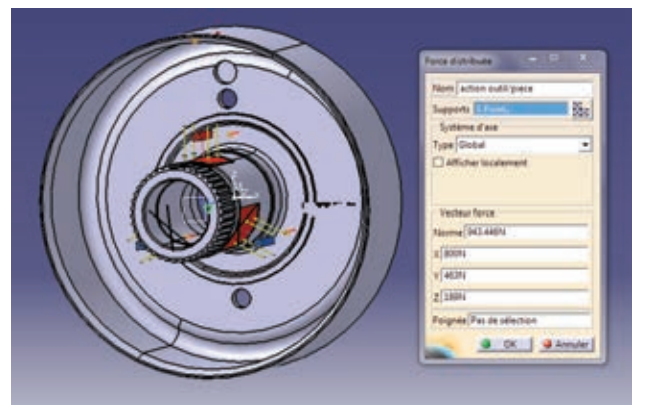


Étape 4 : chargement

- Chargements :

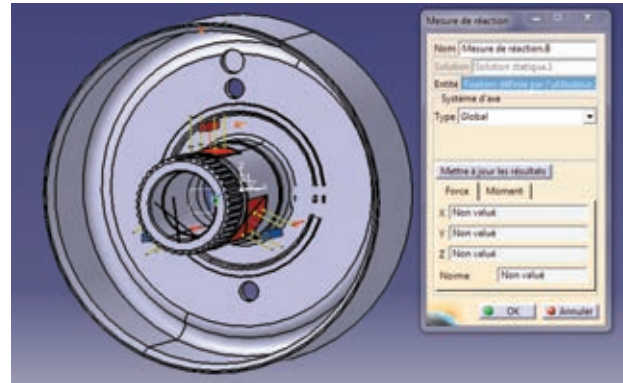
- Défini au point A pour l'action de l'outil sur la pièce
- Défini sur les surfaces des mors pour l'action de serrage de la pièce (type forces distribuées).

(Les valeurs de chaque composante d'effort sont celles déterminées par calcul).



Étape 5 : définition des capteurs de réaction

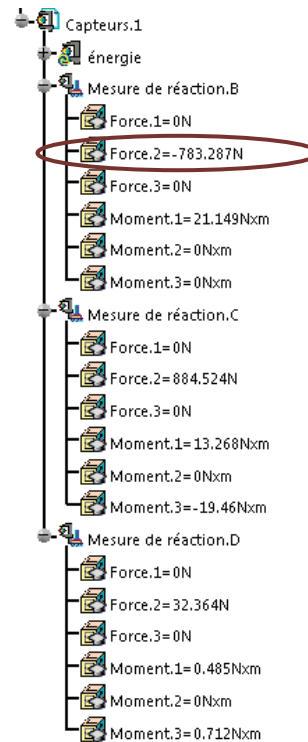
- Mesure des efforts aux points de contact entre le porte-pièce et la pièce :
Imposer des capteurs de réactions aux points B, C et D.



Étape 6 : calcul et résultats

Conclusion :

À partir du relevé des capteurs, le décollement de la pièce du porte-pièce au point B est confirmé et conforte les résultats obtenus par calculs.



DOCUMENTS RÉPONSES à compléter par le candidat

DR1 : fiche de description de séquence, 1 page

DR2 : fiche de présentation de séquence pour étudiants, 1 page

DR3 : étude de rentabilité, 1 page

DR4 : matrice d'analyse d'une spécification, 1 page

DR5 : schéma technologique, 1 page

Positionnement de la séquence sur le cycle de formation :		Durée de la séquence :	
---	--	------------------------	--

Compétences visées	Tâches	Activités professionnelles	Unités de certification

Articulation des modalités d'enseignement	
durée des cours /TD/TP	
Pré-requis	

Mise en situation

Problème à résoudre

Activités à mener

Connaissances nouvelles

Points clés évalués

Chiffre d'affaire attendu = coût total de production :	
Coût total de l'investissement :	
Durée d'utilisation de l'unité de production : 5 ans.	
Au terme des 5 ans d'exploitation et d'amortissement, valeur résiduelle de l'unité	0 euros
Charges d'exploitations supplémentaires dues à l'investissement réalisé	
Taux d'imposition des bénéfices :	33,33%
Mode d'amortissement retenu sur les 5 années de durée de vie estimée : linéaire	

Total investissement

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5
Chiffre d'affaire attendu (1) :					
- Charges d'exploitations supplémentaires (1) :					
- Dotation aux amortissements (2)					
= Résultat avant impôt					
- Impôts sur les bénéfices (3)					
= Résultat après impôts					
+ Dotation aux amortissements (2)					
+ Valeur résiduelle de l'actif (4)					0,00 €
= Flux Nets de Trésorerie (FNT)					

Détermination du nombre de moyeux de tambour à produire (FNT sur 2 années > montant des investissements) : expression littérale et application numérique

