



BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
**"CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION
EN MICROTECHNIQUES"**

Janvier 2003



SOMMAIRE

	Pages
ANNEXE I : ACTIVITÉS, COMPÉTENCES ET SAVOIRS PROFESSIONNELS	
I - 1. Référentiel des activités professionnelles	7
I.- 2. Compétences et savoirs associés	27
I -3. Lexique.....	57
ANNEXE II : MODALITÉS DE CERTIFICATION	
II - 1. Unités constitutives du diplôme.....	65
II - 2. Règlement d'examen	69
II - 3. Définition des épreuves ponctuelles et des situations d'évaluation en cours de formation	71
II - 4. Unités communes à plusieurs spécialités de BTS.....	85
II - 5. Tableau de correspondance entre épreuves de l'ancien et du nouveau BTS	86
ANNEXE III : PRESCRIPTIONS POUR LA FORMATION	
III - 1. Horaires de formation	89
III - 2. Stage en milieu professionnel	90
III - 3. Organisation du projet de seconde année	94
III - 4. Enseignement général.....	95

ANNEXE I

ACTIVITÉS, COMPÉTENCES ET SAVOIRS PROFESSIONNELS

Activité 1 - Tâche 2 :

Conception et validation fonctionnelle d'un avant-projet sommaire de produit

1. Description de la tâche :

- Conduire l'analyse fonctionnelle (jusqu'aux fonctions techniques) ;
- Rechercher des solutions constructives (création, reconception, évolutions...) ;
- Simuler des comportements, établir les principaux dimensionnements, choisir des composants pluritechnologiques (vérification des performances) ;
- Élaborer un avant-projet sommaire ;
- Réaliser une maquette numérique* ou physique.

2. Situation de début :

- Cahier des charges fonctionnel rédigé.

3. Conditions de réalisation :

3.1. Moyens :

- Outils et méthodes de l'analyse fonctionnelle ;
- Outils de simulation ;
- Outils de CAO.

3.2. Liaisons :

- Fournisseurs ;
- Sous-traitants.

3.3. Références et ressources :

- Description fonctionnelle et CdCF ;
- Données fournisseurs (y compris bibliothèques informatisées) ;
- Données techniques des équipements utilisables ;
- Normes ;
- Expérience de l'entreprise (antériorités, brevets, gammes de produits, savoir-faire...).

4. Résultats attendus :

- Un dossier de conception préliminaire répondant au cahier des charges fonctionnel.

5. Autonomie :

<p style="text-align: center;">ACTIVITÉ 2 – ÉTUDES : CONCEPTION DÉTAILLÉE D'UN PRODUIT MICROTECHNIQUE</p>

Activité 2 - Tâche 1

**Analyse et optimisation technico-économiques
des solutions techniques pour un produit**

1. Description de la tâche :

- Analyser les contraintes technico-économiques pour un produit microtechnique (coûts produits, caractéristiques des composants, procédés existants capables, qualité attendue, etc.) ;
- Effectuer les choix optimaux d'association de matériaux, de procédés, de processus (principe), d'intégration de composants pluritechnologiques.

2. Situation de début :

- Dossier de conception préliminaire établi.

3. Conditions de réalisation :

3.1. Moyens :

- Méthodes de conception ;
- Outils de simulation ;
- Outils de conception assistée par ordinateur.

3.2. Liaisons :

- Fournisseurs ;
- Sous-traitants ;
- Centres techniques et de recherche ;
- Organismes officiels.

3.3. Références et ressources :

- Coûts et délais attendus ;
- Données fournisseurs et fabricants (matières, procédés, processus, composants) ;
- Ressources industrielles locales ;
- Données fournisseurs (y compris bibliothèques informatisées) ;
- Banques de données techniques (brevets, réglementation...) ;
- Normes ;
- Expérience de l'entreprise (antériorités, brevet, gammes de produits, savoir-faire...).

4. Résultats attendus :

- Propositions de solutions argumentées des points de vue économique, de qualité, de fiabilité, de performances, etc..

5. Autonomie :

Activité 2 - Tâche 2

Validation structurelle d'une solution technique de produit

1. Description de la tâche :

- Optimiser la relation produit-matériau-procédé relative aux constituants industrialisés du produit ;
- Intégrer les résultats de la validation de la relation matériau-procédé-processus relative à chaque constituant industrialisé ;
- Effectuer tout ou partie des opérations nécessaires de : simulation, essai, réalisation de prototypes, réalisation de pièces (prototypage rapide, outillage rapide), pour tester et qualifier les solutions ;
- Interpréter les résultats et choisir les solutions.

2. Situation de début :

- Ensemble de solutions possibles retenues (voir phase 2.1.).

3. Conditions de réalisation :

3.1. Moyens :

- Outils de calcul et de simulation ;
- Dispositifs d'essais et de validation ;
- Outils de conception assistée par ordinateur ;
- Moyens de prototypage.

3.2. Liaisons :

- Fournisseurs ;
- Équipe décisionnelle ;
- Organismes officiels.

3.3. Références et ressources :

- Données fournisseurs et fabricants (matières, procédés, processus, composants) ;
- Ressources industrielles locales ;
- Données fournisseurs (y compris bibliothèques informatisées) ;
- Banques de données techniques (brevets, réglementation...) ;
- Normes ;
- Expérience de l'entreprise (antériorités, brevets, gammes de produits, savoir-faire...).

4. Résultats attendus :

- Solution(s) technique(s) globale(s) ou particulières arrêtées.

5. Autonomie :

<p style="text-align: center;">ACTIVITÉ 3 – PRÉPARATION ET RÉALISATION OUTILLAGES DE VALIDATION</p>
--

Activité 3 - Tâche 1

Détermination des procédés d'obtention

1. Description de la tâche :

- Dresser le bilan des contraintes techniques et économiques relatives à la pièce ;
- Retenir une architecture fonctionnelle d'outillage ;
- Réaliser un avant projet de processus d'usinage, une étude de moulage, une étude de mise en bande avec le plan méthode associé.

2. Situation de début :

- Dossier de conception détaillée du produit en cours d'élaboration, avec optimisation de la relation produit - matériau - procédé établie.

3. Conditions de réalisation :

3.1. Moyens :

- Outils de calcul et de validation ;
- Outils de conception et fabrication assistées par ordinateur ;
- Moyens de test.

3.2. Liaisons :

- Fournisseurs des éléments standard ;
- Sous traitants ;
- Bureau d'étude.

3.3. Références et ressources :

- Données machines et moyens de fabrication (techniques et économiques) ;
- Données fournisseurs ;
- Données matières et composants ;
- Comptes rendus d'essais (outillage rapide notamment) ;
- Expérience de l'entreprise et des sous-traitants (antériorités, brevets, gammes de produits, savoir-faire...).

4. Résultats attendus :

- Bilan des contraintes techniques et économiques relatives à un constituant industrialisé ;
- La relation matériau - procédé - processus retenue pour produire le constituant étudié ;
- Le dossier de conception préliminaire de l'outillage de validation associé.

5. Autonomie :

C3. Évaluer		
C3.3. Dimensionner les éléments, évaluer les performances d'une solution en phase de conception détaillée		
<i>Données¹</i>	<i>Actions</i>	<i>Indicateurs de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Le modèle proposé (schéma, prototype virtuel, maquette, croquis, etc...); • Les outils de traitements et leurs documentations associées ; • Les contraintes d'utilisation. <ul style="list-style-type: none"> • Les résultats des traitements. 	<p>Modéliser une solution</p> <p>Utiliser des modèles de comportement.</p> <p>Analyser et interpréter les résultats.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Le modèle numérique éventuel est "robuste*", paramétré*, configurable* ; • Les résultats de traitements pour chacune des configurations sont utilisables ; • L'outil adapté aux contraintes imposées est choisi. <ul style="list-style-type: none"> • Les conclusions sur les dimensionnements et les performances de la solution sont établies et justifiées.
C3.4. Valider la conformité d'une solution technique par rapport à son CdCF		
<i>Données¹</i>	<i>Actions</i>	<i>Indicateurs de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> • La solution retenue ; • Les outils de simulation disponibles ; • Les moyens de réalisation (de maquettes *, de prototypage, d'essais) disponibles ; • Les coûts d'utilisation des différents procédés de validation. <p>Pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la solution constructive ; - la pièce à produire ; - l'outillage ; - processus de fabrication. <ul style="list-style-type: none"> • Le Cahier des Charges ; • Les résultats des tests et essais ; • L'élément à valider (solution, pièce, outillage, processus) ; • Les procédés de production ; • Les documentations associées. 	<p>Choisir et mettre en œuvre des moyens de validation d'une solution. (simulations, maquettes, essais, etc.).</p> <p>Exploiter les résultats des tests et essais pour valider la conformité :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'une solution constructive de produit microtechnique ; - d'un outillage ; - d'un processus de fabrication. 	<ul style="list-style-type: none"> • Le choix des moyens et des procédures retenus permettent une évaluation pertinente de la solution. <ul style="list-style-type: none"> • La conformité au cahier des charges est vérifiée, et les choix sont cohérents.

1. Données : tout ou partie des éléments énumérés pourront être donnés.

N.B. Les mots signalés par un astérisque sont définis dans le lexique (annexe I - 3).

C5. Mettre en forme		
C5.2. Représenter une solution technique		
<i>Données¹</i>	<i>Actions</i>	<i>Indicateurs de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Le CdCf ; • La ou les solutions constructives retenues ; • Des principes et modèles de construction ; • Des solutions de conception de forme et d'esthétisme ; • Les composants et produits manufacturés retenus ; • Les dossiers techniques* rédigés. 	<p>Produire des représentations non normées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Croquis ; - Schémas de principe ; - Graphes. <p>Produire des schémas normés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fonctionnels ; - Structurels ; - Temporels. 	<ul style="list-style-type: none"> • Le message est transmis et compris par un interlocuteur direct, à partir d'un dialogue interactif. • Le message est structuré, mis en forme selon les normes en vigueur et compris par un interlocuteur non présent.
C5.3. Produire, Exploiter un modèle numérique		
<i>Données¹</i>	<i>Actions</i>	<i>Indicateurs de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> • La "bibliothèque" d'éléments standard ; • Un modeleur numérique variationnel*, paramétré*, interactif et configurable* ; • Les différentes normes de construction. • Un modèle numérique de mécanisme de produit microtechnique ; • Des objectifs de représentation à atteindre (vues commerciales, techniques...). • Les normes ; • Un modeleur volumique* ; • Les instruments de dessin. 	<p>Produire des modèles numériques de représentation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - évolutifs* ; - paramétrés ; - configurables. <p>Exploiter un modèle numérique de représentation.</p> <p>Produire des plans 2D de produits microtechniques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Le modèle adapté à la situation de la vie du produit répond au cahier des charges et est connectable à des logiciels de simulation de comportement et de simulation de fabrication. • Des vues particulières répondent au problème posé : <ul style="list-style-type: none"> - éclatées ; - vues photo réalistes ; - configurations spécifiques. • Des plans 2D ont été produits ; • Un dessin d'ensemble normé, des dessins de définition sont produits.

1. Données : tout ou partie des éléments énumérés pourront être donnés.

N.B. Les mots signalés par un astérisque sont définis dans le lexique (annexe I - 3).

C6. Mettre en œuvre		
C6.1. Mettre en œuvre une fabrication unitaire dans le respect des règles de sécurité		
<i>Données¹</i>	<i>Actions</i>	<i>Indicateurs de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Une solution technique définie (dossier de conception préliminaire) et les résultats attendus ; • Le dossier de conception de la pièce, du produit, de l'outillage ; • Les moyens de prototypage (conventionnels, rapide) ; • Les moyens informatiques avec les logiciels applicatifs adéquats. 	<p>Réaliser une maquette* de produit microtechnique.</p> <p>Réaliser un prototype* de produit microtechnique (pièce, produit, outillage).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La maquette réalisée virtuellement ou physiquement permet de simuler un fonctionnement en vue de valider la solution. Des résultats sont collectés et des conclusions sont établies ; • Le premier modèle réalisé (pièce /produit/outillage) permet de valider les exigences des spécifications fonctionnelles.
<ul style="list-style-type: none"> • L'outillage de validation défini (dossier) ; • Le dossier de fabrication * de l'outillage ; • Les moyens de réalisation spécifiques ; • Les composants standard manufacturés ou non. 	<p>Réaliser tout ou partie d'un outillage de validation.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tout ou partie de l'outillage réalisé est conforme à son cahier des charges ; • L'outillage est prêt pour les essais.
<ul style="list-style-type: none"> • Le produit réalisé ; • Les performances attendues ; • Les moyens de contrôle et de mesure. 	<p>Contrôler le produit microtechnique réalisé.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les performances du produit sont mesurées ; • Un compte rendu comportant des conclusions est établi.
C6.2 Mettre en œuvre les moyens informatiques dédiés à la réalisation		
<i>Données¹</i>	<i>Actions</i>	<i>Indicateurs de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> • La définition numérique de la pièce, du produit, de l'outillage ; • Les logiciels de simulation ; • Les logiciels de programmation et de simulation des machines à commandes numériques. 	<p>Mettre en œuvre les outils de simulation, de programmation.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les simulations sont réalisées et les résultats (temps de cycle...) sont exploitables ; • Les cycles de fonctionnement et les programmes associés sont définis, vérifiés et utilisables.

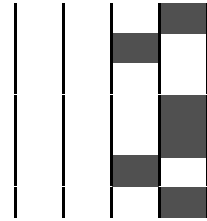
1. Données : tout ou partie des éléments énumérés pourront être donnés.

N.B. Les mots signalés par un astérisque sont définis dans le lexique (annexe I - 3).

Niveaux			
1	2	3	4

4.7.3. Spécification dimensionnelle et géométrique d'une pièce :

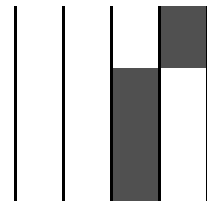
- Modèle nominal d'une pièce ;
- Modèle géométrique d'une pièce réelle (skin model) ;
- Dimensions, tolérances géométriques, états de surface :
 - principes de l'indépendance, de l'enveloppe, du maximum de matière ;
 - détermination selon la norme (concept GPS) ;
 - représentation normalisée.



4.8. CONCEPTION D'OUTILLAGE DE VALIDATION *

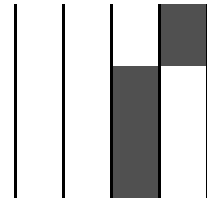
4.8.1. Création de formes par moulage :

- Structure (plan de joint, cinématique 2 ou 3 plaques et à tiroirs) : définition des parties actives de l'empreinte ;
- Spécification des fonctions alimentation, éjection et régulation thermique : définition des solutions constructives associées ;
- Éléments et matériaux : procédure de choix des constituants manufacturés.



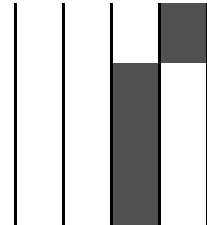
4.8.2. Modification de formes par déformation :

- Structure (mise en bande, cinématique d'outils progressifs ou composés) : définition des parties actives poinçons/matrices ;
- Spécification des fonctions (alimentation, positionnement, maintien, évacuation) : définition des solutions constructives associées ;
- Éléments et matériaux : procédure de choix des constituants manufacturés.



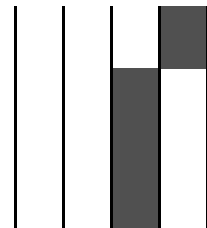
4.8.3. Modification de formes par usinage dont électroérosion :

- Structure (cinématique du procédé, environnement machine et outils) : définition des parties actives ;
- Spécification des fonctions (mise en position, maintien, génération, éléments d'usure) : définition des solutions constructives associées ;
- Éléments et matériaux : procédure de choix des constituants manufacturés.



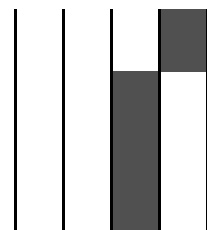
4.8.4. Outillages d'assemblage, de contrôle et de reprise de pièces :

- Structure (cinématique du procédé, environnement machine et outils) : définition des parties actives ;
- Spécification des fonctions (alimentation, mise en position, maintien, transformation liée au procédé) : définition des solutions constructives associées ;
- Éléments et matériaux : procédure de choix des constituants manufacturés.



4.8.5. Montage de contrôle :

- Structure (cinématique du procédé, environnement machine et matériel de contrôle) : définition des parties actives ;
- Spécification des fonctions (alimentation, mise en position, maintien, évacuation) : définition des solutions constructives associées ;
- Éléments et matériaux : procédure de choix des constituants manufacturés.



5. ORGANISATION DES PROCESSUS

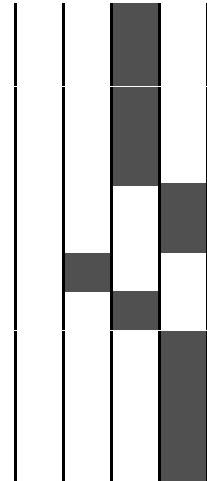
du point de vue de la relation matériau - procédé - processus

Ces savoirs, associés à la conception **préliminaire** des outillages, mènent à la rédaction précise du cahier des charges fonctionnel du procédé permettant la conception **détaillée** de l'outillage de production.

Niveaux			
1	2	3	4

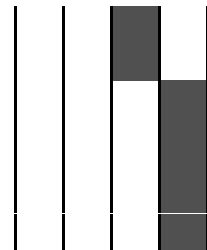
5.1. CRÉATION DE FORMES

- Fonction empreinte (retrait, plan de joint) ;
- Fonction alimentation (définition, dimension, position) ;
- Fonction évaluation des énergies dues au procédé (retrait, calculs liés à l'empreinte, nombre d'empreintes, dimensionnement des parties actives de l'outillage) ;
- Structure de l'outillage (disposition des empreintes, standard, détermination et choix de presse) ;
- Fonction thermorégulation ;
- Fonction éjection ;
- Structure des outillages particuliers appliqués à des solutions constructives microtechniques (moule à tiroirs, 3 plaques, à insert, buses chaudes) ;
- Coût du procédé et de l'outillage.



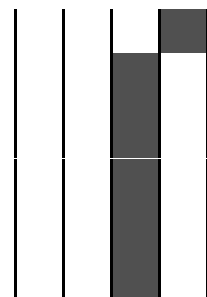
5.2. MODIFICATION DE FORMES PAR DÉFORMATION

- Structure et mise en place de la pièce (décomposition des opérations, mise en bande) ;
- Évaluation des énergies dues au procédé (énergie mise en œuvre, dimensionnement des parties actives de l'outillage) ;
- Structure de l'outillage (typologie, standard, détermination et choix de presse) ;
- Coût du procédé et de l'outillage.



5.3. MODIFICATION DE FORMES PAR USINAGE, ASSEMBLAGE

- Chronologie des phases et des opérations ;
- Rédaction des documents nécessaires à la mise en place d'une production ;
- Élaboration d'un processus opératoire de fabrication ;
- Critères de choix des outils et outillage et les paramètres de mise en œuvre ;
- Calcul des temps, des délais et les méthodes d'optimisation ;
- Coût des procédés.



Niveaux			
1	2	3	4

6.2.2. Moyens de production par modification de formes par déformation :

- Principes de fonctionnement, cinématique des machines ;
- Application des procédures qualifiées de mise en production avec paramètres de réglages, sur presse de découpage, cambrage.

--	--	--	--

6.2.3. Mise en œuvre des moyens de production par création de formes par moulage :

- Principes de fonctionnement, cinématique des machines ;
- Application des procédures qualifiées de mise en production avec paramètres de réglages sur presse à injecter les thermoplastiques.

--	--	--	--

6.2.4. Lancement et suivi de production :

- Optimisation d'une production en utilisant les outils de mesure des écarts / conformité / productivité ;
- Application des actions correctives en vue d'atteindre la conformité et la productivité et (ou) informations pour la prise en compte en reconception, en préparation pour l'optimisation (pièce/procédé/coûts) ;
- Exploitation et interprétation d'un suivi de production en utilisant les outils de la qualité et de suivi de production, les méthodes d'analyse des dérives et les actions correctives induites. (logiciel d'assistance au contrôle statistique) ;
- Analyse et propositions d'amélioration des postes de travail ;
- Utilisation des méthodes d'organisation de la production et des outils associés (planning, graphe de production).

6.3. MOYENS INFORMATIQUES DÉDIÉS A LA RÉALISATION

6.3.1. Mise en œuvre de logiciels de fabrication assistée par ordinateur :

- Chaîne numérique (acquisition, modélisation) ;
- Choix d'une stratégie d'usinage ;
- Exploitation des banques de données (outils, matières, conditions de coupe, caractéristiques machines) ;
- Macro-processus d'usinage ;
- Obtention des trajectoires et simulations ;
- Décodage et obtention des programmes d'usinages transférables sur DCN.

--	--	--	--

6.4. MOYENS DE CONTRÔLE, MESURE ET ESSAIS pour chacun des procédés de fabrication microtechniques

6.4.1. Moyens de contrôle, mesure, indicateurs de performance :

- Méthodes de contrôle dimensionnel, géométrique, états de surface (contrôle à 100 %, par prélèvements) ;
- Matériels et machines associés (machine à mesurer avec logiciel d'assistance) ;
- Utilisation des moyens de mesure des performances et caractéristiques attendues.

--	--	--	--

9 . COMMUNICATION TECHNIQUE

Niveaux			
1	2	3	4

9.1. SITUATIONS DE COMMUNICATION TECHNIQUE

- 9.1.1. Techniques de rédaction de comptes-rendus techniques :**
courts, structurés, synthétiques, dégagant les points essentiels et les expliquant dans le respect des règles du langage oral et de l'écriture.
- 9.1.2. Techniques de présentation et de commentaire d'un document** en vue de faire passer un message et de répondre aux questions d'un auditoire.
- 9.1.3. Techniques de participation à des réunions techniques :**
revues de projet, groupes de travail, présentations commerciales en relation directe avec d'autres personnes.
- 9.1.4. Préparation de dossiers techniques, éditions de documents imprimés :** informatisés, comportant textes, images, plans, documents principaux et annexes.

9.2. OUTILS DE REPRÉSENTATION

9.2.1. Graphes et schémas :

- Croquis à main levée (perspectives non normées, schémas de principe) ;
- Graphes à l'aide d'un tableur (histogrammes, secteurs circulaires, courbes, légendages) ;
- Outils de description fonctionnelle et structurelle : diagrammes des interacteurs, de flux, FAST (Function Analysis System Technic), schémas fonctionnels ;
- Outils de description d'évolution temporelle (tableaux achroniques, graphe de Gantt, chronogrammes) ;
- Schémas (normés ou non) : schéma de principe, schéma cinématique minimal plan et spatial normé, schéma architectural normé, schéma technologique non normé, schéma des composants et des circuits électriques / pneumatiques.

9.2.2. Outils de représentation volumique :

- Construction d'une pièce : concept d'esquisse variationnelle et paramétrée, fonctions technologiques de création de volumes et de surfaces (features), arbre de construction, notion d'antériorité, paramétrage fonctionnel et dimensionnel, robustesse vis-à-vis des évolutions prévisibles et gestion des configurations de construction ;
- Construction d'un ensemble : arbre d'assemblage, contraintes d'assemblage, notion de "surcontrainte" géométrique, robustesse vis-à-vis des évolutions prévisibles et gestion des configurations ;
- Méthodes de conception d'un ensemble : conception d'un ensemble par assemblage, conception dans l'assemblage et conception par mode calque et mode schéma ;
- Associations modelleur/tableur : gestion du paramétrage (fonctionnel et dimensionnel) par tableau de valeurs, pilotage de la structure volumique d'un système par tableur (gestion de valeurs paramétrées) ;
- Utilisation de modules métier : module tôlerie et module moulage ;
- Gestion informatique de fichiers de CAO : sauvegarde des travaux, des versions successives, utilisation d'un progiciel gestionnaire de projet (*sa configuration et sa maintenance ne sont pas exigibles*) et utilisation de bases de données de produits standard interconnectées.