



المملكة المغربية  
وزارة التربية الوطنية  
والتكوين المهني  
والتعليم العالي والبحث العلمي



المملكة المغربية  
وزارة التربية الوطنية  
والتكوين المهني  
والتعليم العالي والبحث العلمي

**الأطر المرجعية المكيفة الخاصة باختبارات الامتحان الوطني الموحد لنيل شهادة التقني العالي (BTS) - دورة 2020**  
الإطار المرجعي للاختبار الخاص بمكون دراسة ونمذجة المناظم الصناعية- تحليل وتحديد المنتج الصناعي  
- تخصص ابتكار المنتج الصناعي -

**Composante:** Modélisation et comportement des systèmes industriels;  
Analyse et spécifications du produit industriel.

**Filière:** Conception du Produit Industriel

## Préambule :

S'il est incontestable que notre grand souhait est d'amener les étudiants à maîtriser des compétences, et que désormais c'est en termes de compétences que se définit ce que ces étudiants doivent acquérir, il est donc impératif de mettre à la disposition des formateurs de la filière CPI « Conception Produit Industriel » un **Cadre de Référence national de l'Évaluation**.

Deux types de documents sont incontournables :

- Le référentiel de formation.
- Le cadre référentiel d'évaluation.

Ces deux documents doivent traiter les deux problèmes pratiques majeurs qui se posent dès lors aux formateurs :

- Comment faire apprendre des compétences ?
- Comment évaluer ces compétences ?

Pendant un effort à faire sur le plan évaluation s'est avéré indispensable. Il est temps de mettre en place un dispositif complet d'évaluation qui mettra en exergue les fondamentaux, les principes, les valeurs, les textes pour renforcer l'équité, la justesse, la transparence qui sont autant de finalités tant réclamées par tous les systèmes d'évaluation.

Le cadre référentiel d'évaluation « **CAREE** » est un document à caractère normatif et prescriptif au même titre que le programme de formation. Ce « **guide** » constitue en quelque sorte le cahier des charges à partir duquel seront rédigées les épreuves devant servir à l'évaluation des compétences développées par les étudiants. Il garantit en premier lieu que toutes les épreuves qui seront élaborées pour évaluer une même compétence respecteront les critères et les conditions d'évaluation édictés dans le référentiel de formation et émanant des besoins exprimés par les professionnels et ce quel que soit le prestataire de service de formation. En outre il définit tout le dispositif d'évaluation et les modalités de sa mise en œuvre.

Ce document s'adresse aux formateurs dans les centres de formation pour l'obtention du **BTS** filière **CPI** « Conception Produit Industriel » et aux responsables de l'évaluation du département scolaire, aux directeurs d'établissements, directeurs des études, qui pourraient y puiser des informations pertinentes à leurs fonctions respectives.

الأطر المرجعية المكيفة الخاصة باختبارات الامتحان الوطني الموحد لنيل شهادة التقني العالي (BTS) - دورة 2020  
الإطار المرجعي للاختبار الخاص بمكون دراسة ونمذجة المناظم الصناعية؛ تحليل وتحديد المنتج الصناعي - تخصص ابتكار المنتج الصناعي  
مديرية التكوين وتنظيم الحياة المدرسية والتكوينات المشتركة بين الأكاديميات- المركز الوطني للتكوين و الامتحانات والتوجيه  
الهاتف/52/0537.71.44.53 - الفاكس : 0537.71.44.09 البريد الإلكتروني : [cneebts@gmail.com](mailto:cneebts@gmail.com) ص 1 من 12

Etant données les considérations énoncées ci-dessus, notamment le caractère référentiel et de cadrage de ce document ainsi que sa vocation réglementaire, il a été jugé pertinent de développer un document intégral sur l'évaluation qui sera mis à la disposition de tous les intervenants dans les filières BTS CPI : formateurs, évaluateurs, gestionnaires, responsables....

## 1. Contenu de l'épreuve E4.1 :

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.

Compétences		Savoirs associés			
		S411 à S415	S416 à S418	S42	S73
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.				
C19	Exploiter un logiciel de calcul de structures				
C23	Valider le comportement du système conçu au regard du cahier des charges fonctionnel.				

- S411 Modélisation des liaisons mécaniques
- S412 Schématisation d'un produit technique
- S413 Mouvements relatifs de solides dans un repère
- S414 Modélisation des actions mécaniques
- S415 Principe Fondamental de la Statique
- S416 Résistance des matériaux
- S417 Simulation par logiciel de RdM
- S418 Élasticité
- S42 Comportements dynamique et énergétique des équipements
- S73 Mécanique des fluides et thermique



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

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

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

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.

### 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, seuls 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.

### 4. Contenu de l'épreuve E4.2 :

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 U42. Les compétences correspondantes sont :

Compétences	Savoirs associés							
	S431	S451 S453	S434	S436	S437	S52	S53	S61 S62
<b>C04</b> Analyser, comparer, argumenter des solutions techniques.								
<b>C17</b> Définir les spécifications de fonctionnement.								
<b>C19</b> Exploiter un logiciel de calcul de structures								
<b>C20</b> Choisir un matériau et un procédé d'élaboration compatible avec les fonctions et formes de la pièce.								
<b>C25</b> Réaliser des dessins de définition de produits finis, cotés, tolérancés								

S431: Étude des solutions constructives associées aux liaisons

S451, S452: Étude des composants mécaniques de transmission

S453 : Transformation de mouvement

S434: Étude des composants de conversion d'énergie

S436: Relation produit, matériau, procédé



- S437: Spécification de produits
- S52: La relation conception, industrialisation, production, contrôle
- S53: Les procédés d'obtention des produits
- S61 : Outils à développer en phase recherche de solutions
- S62: 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.

## 5. Forme de l'évaluation

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.

## 6. Objectifs et contextualisation de l'épreuve :

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

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

Le dossier technique se limitera aux 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.



## 7. Savoirs associés

<b>Sous épreuve E41: Modélisation et comportement des systèmes industriels</b>	
<b>S4-1- Comportement des systèmes techniques</b>	<b>détail</b>
<b>S4-1-1 Modélisation des liaisons mécaniques</b>	
Paramétrage et modélisation d'un système mécanique Repère local Degré de liberté Paramétrage géométrique Caractérisation des liaisons mécaniques Nature du contact : ponctuel, linéique, surfacique Liaisons normalisées : Définition Symboles Théorie des mécanismes Mobilités Staticité d'un mécanisme Conséquence de l'hyperstatisme	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schémas normalisés des liaisons mécaniques.</li> <li>- Calcul des degrés d'hyperstaticité.</li> <li>- Conséquences</li> </ul>
<b>S4-1-2- Schématisation d'un produit technique</b>	
Étude des chaînes cinématiques : Torseur cinématique associé à une liaison. Classe d'équivalence cinématique Graphe des liaisons, Schéma cinématique Liaisons équivalentes par association de liaisons en série et en parallèle Schéma technologique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schéma plan et spatial</li> </ul>
<b>S4-1-3- Mouvements relatifs de solides dans un repère</b>	
Définition des mouvements Repère absolu Repère relatif Coordonnées Paramétrage Trajectoire d'un point d'un solide Caractérisation du mouvement d'un point d'un solide par rapport à un repère vecteurs position vecteur vitesse accélération d'un point du solide	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coordonnées cartésiennes et cylindriques</li> </ul>

#### S4-1-4- Modélisation des actions mécaniques

Frontière et choix du système isolé  
Nature des actions mécaniques  
Action mécanique de contact  
Action mécanique à distance  
Modélisation globale des efforts transmissibles par une liaison  
Représentation par un torseur  
Étude locale des actions de contact  
Nature géométrique du contact  
Frottement et adhérence : loi de Coulomb ;  
Pression de contact (Hertz)

- Torseur statiques.
- Contact ponctuel linéique.
- Loi de Coulomb : frottement de glissement.

#### S4-1-5- Principe Fondamental de la Statique

Énoncé du principe  
Hypothèses  
Enoncé  
Traduction vectorielle du PFS  
Théorème de la résultante générale  
Théorème du moment résultant  
Réciprocité des actions mutuelles  
Théorème de l'action réaction  
Résolution d'un problème de statique  
Analytique dans les cas simples  
Graphique dans le cas de solides soumis à 3 actions coplanaires non parallèles



- Résolution torsorielle avec ou sans frottement.
- Résolution graphique avec ou sans frottement.

#### S4-1-6- Résistance des matériaux

Hypothèses de la résistance des matériaux  
Modèle poutre  
Hypothèses  
Contraintes et lois de comportement  
Torseur des efforts de cohésion dans une section droite d'une poutre  
vecteur contrainte  
Contrainte normale  
Contrainte tangentielle  
Lois de Hooke  
solllicitations simples  
Traction  
Compression  
Torsion  
Cisaillement  
Flexion plane

- Poutre rectiligne à section constante.
- Charge concentrée ou répartie.
- Contrainte, déformation et dimensionnement selon la condition de résistance et de rigidité.

#### S4-1-7- Exploitation des logiciels de RdM


Exploitation Cosmos sous SolidWorks

- Interprétation et exploitation des résultats de logiciels.

#### S4-1-8- Élasticité

Un logiciel de prédimensionnement utilisant la méthode des éléments finis étant choisi :  
Entrées du logiciel pour formuler l'étude:

- Interprétation et exploitation des résultats

<p>Type et dimension du maillage. Conditions aux limites. Liaisons (ou connexions) entre pièces. Modèles de chargement. Sorties du logiciel pour finaliser l'étude : Représentation par courbes ou zones d'isovaleurs (de contraintes, de déplacement....) selon un critère.</p>	<p>de logiciels.</p>
<p><b>S4-2- Comportements dynamique et énergétique des équipements</b></p>	
<p><b>S4-2-1- Dynamique du solide</b></p>	
<p>Caractéristiques d'inertie d'un solide Centre de gravité d'un solide ou ensemble de solides : (barycentrique, exploitation logicielle,) Moment d'inertie d'un solide par rapport à un axe, Théorème de Huygens Principe fondamental de la dynamique appliquée Solide en mouvement de translation rectiligne Solide en mouvement de rotation autour d'un axe fixe</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Centre de gravité et matrice d'inertie de solides de formes usuelles.</li> <li>- Interprétation et exploitation des résultats de logiciels.</li> </ul>
<p><b>S4-2-2- Puissance et énergie mécaniques</b></p>	
<p>Formes d'énergie : Cinétique et potentielle Grandeurs caractéristiques : Travail et puissance Energie cinétique (Solides en translation ou en rotation autour d'un axe fixe.) Conservation et dissipation de l'énergie Principe de conservation de l'énergie Théorème de l'énergie cinétique Rendement mécanique d'une transmission</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calcul des caractéristiques mécaniques d'un actionneur.</li> </ul>
<p><b>S4-3-1- Analyse fonctionnelle</b></p>	
<p><b>Analyse fonctionnelle externe</b> Besoin à satisfaire par l'utilisateur Cycle de vie du produit Expression fonctionnelle du besoin Frontière de l'étude, diagramme des interacteurs Diagramme des interacteurs Fonctions de service Fonctions contraintes Cahier des charges fonctionnel : caractéristiques des fonctions à satisfaire (critères, niveaux et flexibilité). <b>Analyse fonctionnelle interne</b> Fonctions techniques résultant des fonctions de service Nature et flux des éléments transformés par le produit : Matière Energie Information Architecture fonctionnelle des produits et systèmes : Chaîne d'énergie Chaîne d'information <b>Outils d'analyse fonctionnelle</b> FAST / SADT Synoptique Schéma bloc</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliser les outils de l'analyse fonctionnelle : bête à corne, pieuvre, FAST, SADT A-0, SADT A0.</li> <li>- CdCf</li> </ul>

#### S4-3-4- Étude des composants de conversion d'énergie

Grandeurs caractéristiques d'entrée et de sortie.  
Espace de fonctionnement et point de fonctionnement pour un régime donné.  
Conditions d'implantation et de mise en œuvre.  
Chaîne d'alimentation et de distribution associée.  
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...)  
Actionneurs électriques :  
moteur synchrone,  
moteur asynchrone,  
moteur « brushless »,  
moteur « pas à pas »,  
moteur linéaire.  
Actionneurs pneumatiques et hydrauliques :  
vérin,  
moteur.  
Capteurs :  
Caractéristiques externes d'utilisation et d'intégration  
Détecteur avec ou sans contact.  
Capteur de position, de vitesse, d'accélération, de pression, d'effort.



- Etude
- Choix sur document constructeur à partir des caractéristiques mécanique.

#### S4-3-6- Relation produit, matériau, procédé

##### **Matériaux de construction mécanique**

##### **Types de matériaux :**

Matériaux métalliques  
Matières Plastiques : polymères et élastomères  
Matériaux composites  
Céramiques  
Verres

##### **Les caractéristiques des matériaux**

Structure cristalline et moléculaire des matériaux  
Conséquences sur les comportements mécaniques  
Caractéristiques physico-chimiques :  
Masse volumique,  
Conductibilité  
Résistance à la corrosion  
Caractéristiques mécaniques :  
Résistance  
Dureté  
Résilience  
Fatigue

##### **Désignation des matériaux**


##### **Traitement des matériaux :**

Principes du procédé.  
Matériaux concernés et fonctionnalités satisfaites.  
Évolution des caractéristiques.  
pour les traitements et revêtements suivants :





<p>trempe, revenu, recuit, trempe superficielle, cémentation, nitruration, revêtement métallique : galvanisation, nickelage... autres revêtements : peintures, résines... Interaction fonction - matériau - géométrie - procédé : Critères de choix d'un matériau</p>	
<p><b>Interaction fonction - matériau - géométrie - procédé :</b> Critères de choix d'un matériau. Diagrammes et logiciels d'aide au choix.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Choix du matériau en utilisant les diagrammes Ashby.</li> </ul>
<p><b>S4-3-7- Spécification de produits</b></p>	
<p><b>Cotation et tolérancement normalisés :</b> Défauts géométriques des pièces. Conditions fonctionnelles des assemblages et guidages. Spécification géométrique du produit : 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. <b>La démarche de détermination des spécifications d'une pièce:</b> 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 standards, 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).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interprétation des spécifications (tableau d'analyse de spécifications)</li> <li>- Chaîne de cotes : tracé, calcul des cotes fonctionnelle.</li> <li>- Installation d'une condition fonctionnelle Compléter un tableau d'analyse de spécifications</li> <li>- Notion sur le groupe fonctionnel de surface</li> </ul>
<p><b>S4-5-1- Caractéristiques des composants mécaniques de transmission</b></p>	
<p><b>Comportement cinématique de la transmission</b> Loi entrée/sortie Puissance d'entrée et de sortie Rendement Conditions d'installation et de bon fonction <b>Prédimensionnement et/ou validation du choix</b> Etude analytique Exploitation de logiciels spécialisés</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comportement cinématique de la transmission et/ou choix du composant convenable.</li> </ul>
<p><b>S4-5-2- Transmission de mouvement</b></p>	
<p><b>Transmission de mouvement sans variation de fréquence de rotation</b> Accouplements d'arbres Embrayages et coupleurs</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comportement cinématique de la</li> </ul>

<p>Limiteurs de couple Freins <b>Transmission de mouvement avec modification de la vitesse angulaire</b> Poulies courroie Chaînes Engrenages (trains simples et épicycloïdaux), <b>Applications industrielles</b> Variateurs Réducteurs Boîtes de vitesses</p>	<p>transmission et/ou choix du composant convenable.</p> 
<b>S4-5-3- Transformation de mouvement</b>	
<p>Systemes mécaniques de transformation de mouvement Systemes vis écrou Excentriques Bielle-manivelle Cames Systemes articulés plans</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Loi d'entrée sortie,</li> <li>- Tracé des cames,</li> <li>- Application aux pompes et compresseurs.</li> </ul>
<b>S6-1- Outils à développer en phase recherche de solutions</b>	
<b>S6-1-1- Dessin technique</b>	
<p>Vues Coupes Perspectives Dessin à main levée</p>	
<b>S6-1-2- Spécifications dimensionnelles et géométriques des pièces</b>	
<p>Spécification géométrique du produit Normes ISO Spécifications dimensionnelles, de forme, de position relative, Eléments de référence, référence spécifiée, zone de tolérance Etats de surface</p>	
<b>S6-1-3- représentation graphique (Application)</b>	
<p>Dessin de définition du produit fini Dessin d'ensemble</p>	
<b>S6-2- Utilisation de modeleurs volumiques pour l'obtention de modèles 3D en phase d'étude</b>	
<p>Utilisation de SolidWorks (modeleur volumique) pour l'obtention de modèles 3D en phase étude: Paramétrage. Arbre de construction. Contraintes d'assemblage. Méthodes de conception : dans l'assemblage, par pièce, par surfaces fonctionnelles, par mode plan, par mode schéma,... Bibliothèques et banques de données techniques : en réseau local, en accès à distance.</p>	

## S7-3- Mécanique des fluides et thermique

### S7-3-1- Mécanique des fluides

introduction à la mécanique des fluides

Définitions

Liquides et gaz

Force de volume

Force de surface

Statique des fluides

Pression

Théorème de PASCAL

Poussée d'ARCHIMEDE

Dynamique des fluides incompressibles

Notion de débit

Equation de continuité

Théorème de Bernoulli

Dynamique des fluides visqueux

Viscosité

Nombre de Reynolds

Les pertes de charge

- Se limiter aux fluides parfaits,
- Relation fondamentale de l'hydrostatique,
- Débitmassique/volumique,
- Application aux calculs d'inconnues relatives à un écoulement avec ou sans échange de travail

### S7-3-2- Thermodynamique

Evolution d'énergie thermodynamique de deux corps en contact

Transformations thermodynamiques

Principes de la thermodynamique

Premier principe

Second principe

Applications

Machines thermiques

Etude de cycles thermodynamiques

- Isobare, isotherme, isochore, isentropique.
- Cycle de Carnot

### S7-3-3- Transferts Thermiques

**Modes de transfert thermique**

conduction

convection

Rayonnement

**Grandeurs physiques du transfert thermiques**

flux thermique

Densité du flux thermique

Puissance thermique



## Sous épreuve E42 : Analyse et spécifications du produit industriel

### S5-2- La relation conception, industrialisation, production, contrôle

#### S5-2-1- Concept de « chaîne numérique »

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.

- Principe

<b>S5-2-2- Relation au système de production</b>	
Conception orientée familles de pièces. Capabilité des moyens de production en relation avec les spécifications d'une pièce. Fonctionnalité des machines à mesurer tridimensionnelles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Technologie de groupe,</li> <li>- Capabilité machine, procédé, MSP.</li> <li>- Types MMT, principe et gammes de mesures.</li> </ul>
<b>S5-3- Les procédés d'obtention des produits</b>	
Principes du procédé. Capabilité du procédé : matériau, géométrie, précision. Influences sur les propriétés du matériau. Outillages associés. Coût estimatif. <b>Pour les procédés suivants :</b> moulage : par gravité, sous pression, injection, (centrifugation, rotomoulage, hydroformage) découpage : (oxycoupage, laser, jet d'eau, poinçonnage,) enlèvement de matière : usinage, UGV, électroérosion, usinage chimique.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- centrifugation, rotomoulage, hydroformage (Principe)</li> <li>- FEC (principe + Capabilité)</li> <li>- soudage, collage, assemblages divers(Principe)</li> </ul>

## 8. Architecture de l'épreuve

La longueur et l'ampleur du sujet doivent permettre à un candidat moyen de traiter le sujet et de le rédiger posément dans le temps imparti.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

- ✓ Durée (6 heures) ;
- ✓ Coefficient (50) ;

L'épreuve se compose de quatre dossiers :

- ❖ **Dossier technique** (présentation du système+ ressources éventuellement)
- ❖ **Dossier travail** (hypotheses + questions)
- ❖ **Dossier réponses** (documents à rendre par le candidat)
- ❖ **Dossier recommandations** (recommandations, + barème de notation...)

