



المملكة المغربية  
الوزارة الوطنية للتعليم العالي والبحث العلمي  
والتكوين المهني والتربية المهنية



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 وتحليل ما قبل التصنيع للمنتوجات الميكانيكية - تخصص الإنتاجية  
**Composante:** Etude et Analyse de Pré-industrialisation des Produits Mécanique  
**Filière:** Productique

## Introduction :

Le présent document élaboré, nommé cadre de référence est un outil support pour une bonne préparation d'examen de fin de sortie.

C'est quoi un cadre de référence?

C'est un outil conceptuel orientant les actions et les prises de décisions. Il est constitué d'un ensemble de valeurs quantifiables et de principes qui devraient se manifester dans la préparation d'examen de fin de sortie de BTS Productique.

## Objectifs du cadre de référence :

- Avoir une vision unificatrice entre les différents acteurs impliqués dans l'élaboration de l'examen de sortie.
- Chercher à accroître la validité et la qualité des sujets d'examen de sortie.
- Normaliser les références pour les différents intervenants afin de rendre l'examen contractuel entre les différents acteurs concernées, professeurs, étudiants, commission d'examen, et administration ...
- Fournir un appui efficace pour évaluer les examens de sortie.

## I-Programme :

Le programme d'EAPPM est composé de deux parties :

- Mécanique Industrielle
- Conception d'outillage

Le degré d'importance de chacune de ces parties est déduit du critère de la masse horaire, les autres critères sont jugés de même niveau.

## S11.Mécanique Industrielle



### S11.1.Etude cinématique des mécanismes.

S11.1.1	Modélisation des mécanismes	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solide indéformable.</li> <li>• Modélisation des liaisons.</li> <li>• Degré de liberté d'une liaison.</li> <li>• Paramétrage de la position d'un point d'un solide.</li> <li>• Loi entrée-sortie d'un mécanisme.</li> </ul>				

S11.1.2	Champ des vecteurs vitesses et accélération d'un point d'un solide.	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vecteur position, vitesse et accélération d'un point d'un solide.</li> <li>• Champ du vecteur vitesse d'un point d'un solide <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définition du torseur cinématique.</li> <li>- Propriétés du torseur cinématique.</li> <li>- Torseur cinématique des liaisons.</li> </ul> </li> <li>• Champ du vecteur accélération d'un point d'un solide.</li> </ul>				

S11.1.2	Composition de mouvement.	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Composition des vecteurs vitesses.</li> <li>• Vecteur vitesse de glissement en un point entre deux solides.</li> <li>• Composition des vecteurs rotation.</li> <li>• Composition des vecteurs accélération.</li> </ul>				

S11.1.3	Mouvement plan sur plan.	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définition du mouvement plan sur plan.</li> <li>• Centre instantané de rotation, base et la roulante.</li> <li>• Applications (logiciels).</li> </ul>				



## S11.2.Etude Statique.

S11.2.1	Modélisation des actions mécaniques.	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définition d'une action mécanique.</li> <li>• Types des actions mécaniques.</li> <li>• Représentation du torseur des actions mécaniques.</li> <li>• Modélisation des actions mécaniques à distance (cas du Champ de pesanteur).</li> <li>• Modélisation des actions mécaniques de contact (cas des liaisons mécaniques). <ul style="list-style-type: none"> <li>- Repère associé à la liaison de deux éléments.</li> <li>- Compatibilité entre les degrés de libertés dans un repère et l'action mécanique transmissible.</li> <li>- Loi sur le frottement.</li> <li>- Actions exercées par les outils de coupe sur les pièces en cours d'usinage.</li> <li>- Action des serrages.</li> </ul> </li> </ul>				

S11.2.2	Principe fondamental de la statique.	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equilibrage statique par rapport à un repère.</li> <li>• Principe fondamental. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Enoncé du P. F. S.</li> <li>- Théorèmes généraux de la statique.</li> </ul> </li> <li>• Applications aux outillages.</li> </ul>				

## S11.3.Résistance des matériaux.

S11.3.1	Hypothèses de la résistance des matériaux	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• modèle poutre.</li> <li>• hypothèses sur les matériaux.</li> <li>• hypothèses de Bernoulli et de Barré de Saint Venant.</li> </ul>				

S11.3.2	Contraintes et lois de comportement	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• torseur des efforts de cohésion dans une section droite d'une poutre.</li> <li>• vecteur contrainte, contrainte normale et tangentielle.</li> <li>• lois de Hooke.</li> </ul>				



S11.3.3	Les sollicitations simples	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• traction, compression.</li> <li>• torsion.</li> <li>• flexion simple.</li> </ul> <p>Pour chaque sollicitation, à l'aide de données sur les poutres et les matériaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- utilisation des résultats des logiciels de calcul pour interpréter les contraintes dans une section droite, les conditions de résistance et de déformation, incluant les éventuelles concentrations de contraintes.</li> </ul>				

S11.3.4	Les sollicitations composées	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Notions (principe de superposition) sur les sollicitations composées limitées à : <ul style="list-style-type: none"> <li>- la flexion - traction ou compression.</li> <li>- la flexion - torsion d'arbres à section circulaire.</li> </ul> </li> <li>• Cas particulier du cisaillement et du matage.</li> <li>• Applications au comportement des outillages.</li> </ul>				

#### S11.4. Etude dynamique et énergétique des mécanismes.

S11.4.1	Dynamique du solide en mouvement de translation ou rotation autour d'un axe fixe	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caractéristiques d'inertie d'un solide : <ul style="list-style-type: none"> <li>- centre de gravité d'un ensemble de solides ; exploitation logicielle,</li> <li>- moment d'inertie d'un solide par rapport à un axe,</li> <li>- inertie équivalente d'une chaîne cinématique ramenée à l'axe du moteur.</li> </ul> </li> </ul>				



## S12. Conception d'outillages & CAO

### S12.1. Fonctionnalités des produits

S12.1.1	Analyse fonctionnelle	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse fonctionnelle externe :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- cycle de vie du produit ;</li> <li>- expression fonctionnelle du besoin ;</li> <li>- frontière de l'étude ;</li> <li>- diagramme des inter acteurs ;</li> <li>- fonctions de service, contraintes ;</li> <li>- cahier des charges fonctionnel, caractérisation des fonctions à satisfaire (critères, niveaux et flexibilité).</li> </ul> </li> <li>• Analyse fonctionnelle interne :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- fonctions techniques résultant des fonctions de service : outil FAST et autres outils : diagramme d'activité, synoptique, schéma bloc ;</li> <li>- nature des éléments transformés par le produit : matière, énergie, information ;</li> <li>- architecture fonctionnelle des produits et systèmes : chaîne d'énergie et chaîne d'information.</li> </ul> </li> </ul>				
S12.1.2	Fonctionnalités des liaisons	Niveaux			
		1	2	3	4
	<p>Pour les solutions constructives suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- assemblage démontable ;</li> <li>- assemblage permanent par soudage, frettage, collage ;</li> <li>- guidage en rotation par glissement et par éléments roulants ;</li> <li>- guidage en translation par glissement et par éléments roulants.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nature de la liaison.</li> <li>• Conditions fonctionnelles (jeux, serrages, ajustements normalisés) et surfaces associées à la mise en position.</li> <li>• Conditions fonctionnelles et éléments constitutifs du maintien en position.</li> <li>• Lubrification éventuelle.</li> <li>• Étanchéité éventuelle.</li> <li>• Données techniques et économiques : précision, tenue aux efforts, rigidité, standardisation éventuelle, prix du composant, coût d'installation, de maintenance...).</li> </ul>				

S12.1.4	Spécifications dimensionnelles et géométriques des pièces	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Défauts géométriques des pièces.</li> <li>• Conditions fonctionnelles des assemblages et guidages.</li> <li>• Spécification géométrique du produit : <ul style="list-style-type: none"> <li>- normes ISO ;</li> <li>- spécifications dimensionnelles, de forme, de position relative, d'orientation, de battement ;</li> <li>- éléments de référence, référence spécifiée, zone de tolérance ;</li> <li>- exigence de l'enveloppe ;</li> <li>- exigence du maximum de matière (et de la tolérance zéro au maximum de matière), tolérance projetée ;</li> <li>- exigence du minimum de matière ;</li> <li>- relations avec la maquette et les spécifications d'industrialisation.</li> </ul> </li> </ul>				

## S12.2. Conception des outillages

S12.2.1	Cahier des charges d'un outillage	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Besoin à satisfaire : <ul style="list-style-type: none"> <li>- tout ou partie de pièce à fabriquer ou ensemble de pièces à assembler ;</li> <li>- procédé concerné ;</li> <li>- coût prévisionnel, taille des lots, délai prévu.</li> </ul> </li> <li>• Fonction d'usage à satisfaire: interfacier le produit et le moyen.</li> <li>• Contraintes à respecter : <ul style="list-style-type: none"> <li>- positionnement de la pièce dans l'espace de travail ;</li> <li>- maintien de la pièce ;</li> <li>- exigences liées à la pièce : formes, spécifications de fabrication et fonctionnelles, encombrement, processus prévisionnel et entités déjà réalisées, famille de pièces éventuelle... ;</li> <li>- exigences imposées par le procédé : accessibilité, évacuation des effluents (calories, copeaux, huiles de coupe...), efforts à supporter, vitesses de coupe, d'avance, outillages existants... ;</li> <li>- exigences du processus : temps alloués pour l'installation et la désinstallation de la pièce, de l'outillage sur l'équipement, changement de campagne, stockage, manutention... ;</li> <li>- contraintes économiques : taille des lots, rythme de production attendu, budget alloué, délai d'étude, fournisseur éventuel imposé par contrat... ;</li> <li>- contraintes de processus et de flux ;</li> <li>- contraintes de sécurité et d'environnement.</li> </ul> </li> </ul>				



S12.2.2	Étude des solutions constructives d'outillages	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en position (contrainte de répétabilité).</li> <li>• Multiposage.</li> <li>• Efficacité du maintien en position.</li> <li>• Action mécanique transmissible.</li> <li>• Structure et stabilité du bâti.</li> <li>• Rapidité d'installation de la pièce.</li> <li>• Accessibilité de bridage et d'usinage ou de contrôle.</li> <li>• Flexibilité de la conception.</li> <li>• Rigidité.</li> <li>• Comportement vibratoire.</li> <li>• Standardisation des éléments constitutifs.</li> <li>• Bases de données techniques.</li> <li>• Bases de données économiques.</li> </ul> <p>Étude limitée aux solutions constructives d'outillages relatives aux principaux principes de mise en position (appui plan prépondérant, centrage long prépondérant...) et aux grandes familles de bridages (vis écrou, came, genouillère, actionneur hydraulique ou pneumatique).</p> <p><b>Nota</b> : Les analyses de quelques outillages actuels (spécifiques, modulaires et polyvalents) serviront de support à la structuration des savoirs en appui sur des bases de données techniques et économiques.</p>				

S12.2.3	Outillages	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Typologie des porte-pièces: universels, dédiés, modulaires, panoplies.</li> <li>• Liaison entre porte-pièces et machine : standardisation, performances du point de vue de la transmission des efforts, de la répétabilité de la mise en position, vibratoire, de la facilité et la rapidité d'installation et de réglage.</li> <li>• Liaison entre pièce et porte-pièce : performances du point de vue de la mise en position et du maintien en position, de la facilité et de la rapidité d'installation, de la facilité de réglage.</li> <li>• Contraintes liés au procédé de coupe : accessibilité des outils et porte-outils, évacuation des copeaux, évacuation du lubrifiant.</li> </ul>				



S12.2.4	Principe de conception d'un outillage	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse du cahier des charges de l'outillage (inventaire des contraintes d'aptitude à l'emploi à assurer).</li> <li>Inventaire et extraction de solutions constructives analogues capitalisées.</li> <li>Définition du principe et de l'architecture générale de l'outillage.</li> <li>Conception numérique de tous ou partie de l'outillage incluant les fonctionnalités.</li> <li>Choix des matériaux et des traitements éventuels.</li> </ul>				

### S12.3. Représentation d'un ensemble mécanique et chaîne numérique.

S12.3.1	Les outils d'expression graphique	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Croquis.</li> <li>Schéma de principe.</li> <li>Schéma architectural.</li> <li>Schéma cinématique.</li> <li>Schéma technologique.</li> </ul>				

S12.3.2	Les fonctionnalités des modeleurs 3D	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Paramétrage.</li> <li>Arbre de construction.</li> <li>Contraintes d'assemblage.</li> <li>Méthodes de conception : <ul style="list-style-type: none"> <li>- dans l'assemblage,</li> <li>- par pièce,</li> <li>- par surfaces fonctionnelles.</li> </ul> </li> <li>Bibliothèques et banques de données techniques.</li> </ul>				





## II-Constitution de l'épreuve d'examen :

L'épreuve de l'examen d'Etude et analyse de pré-industrialisation des produits mécanique en BTS PRODUCTIQUE est constituée de 3 parties :

### 1°) Imaginer des solutions techniques :

Analyse fonctionnelle, schématisation de systèmes de prise de pièces, de bridage,....etc.

Modification des solutions existantes sous forme de schéma ou croquis. Calcul de jeux dans un assemblage.

### 2°) Définir des solutions techniques :

Conception et dessin d'un porte-pièce ou d'un montage de contrôle respectant un cahier des charges établi. Définition complète et normalisée des formes, cotation d'aptitude à l'emploi. Nomenclature, choix des matériaux et leur traitement thermique.

### 3°) Valider une solution technologique :

Calculs en mécanique : cinématique, statique (graphique ou analytique), résistance des matériaux à la rupture (solicitation simples ou composées), ou matage (pression de contact, formules de Hertz ...etc.)  
,Energétique & dynamique.

**Remarque** : Elaborer le sujet avec un seul support serait la vision la plus idéale, pourtant le support de la troisième partie peut être indépendant.

Nb : les résultats de chaque question ne doit pas influencer sur les questions qui suivent .



### III- Présentation du sujet :

1-Le sujet se présentera sous forme de parties homogènes. Il est préférable que le sujet suive une progression sur la base d'un fil conducteur qui fera l'unité du raisonnement et de l'argumentation (problématique, problème à résoudre, élaboration d'une solution constructive...).

2-Le sujet se présente sous forme de :

- une présentation du dossier ;
- Dossier Technique. (document technique DT1, DT2,.....)
- Dossier Travail demandé.
- Dossier Réponse. (document réponse DR1, DR2,.....)
- Dossier des annexes (Annexe1,.....)
- Dossier des documents ressources (Doc Ress1,.....)



3- Chaque partie doit contenir un barème relatif aux travaux à faire.

Un barème global des différentes parties du sujet est fourni afin de donner à l'élève la structure générale de la notation du sujet.

### IV- Correction :

1-Le sujet comportera un barème détaillé (Note sur vingt multipliée par le coefficient).

2- Il sera suivi d'un corrigé indicatif.

3-Le correcteur doit ramener la note finale de l'élève sur 20 (vingt).

4- Le correcteur prendra en considération les réponses logiques des élèves.

5- Il évitera la double sanction : notera le commentaire correct d'un résultat faux, la démarche correcte sur la base d'éléments de calcul faux,...

6-Il notera strictement les idées en évitant l'influence des erreurs d'orthographe

7-1 point de la note sur vingt, sera consacré à la présentation soignée de la copie de l'élève.

**N.B.** l'étudiant est appelé à :

- a. Eviter les ratures et surcharges ;
- b. Aérer le texte (marges, interlignes) ;
- c. Numérotter les réponses ;
- d. Encadrer les résultats ;
- e. Utiliser la règle pour le traçage des tableaux et le matériel du dessinateur pour faire le travail graphique.