



ⵜⴰⴳⴷⴰⵏⵜ ⴰⴳⴷⴰⵏⵜ  
ⵜⴰⴳⴷⴰⵏⵜ ⴰⴳⴷⴰⵏⵜ  
ⴰ ⴳⴷⴰⵏⵜ ⴰⴳⴷⴰⵏⵜ  
ⴰ ⴳⴷⴰⵏⵜ ⴰⴳⴷⴰⵏⵜ



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 بكون التحكم في المناظم الصناعية - تخصص الكهروحيليات والنظم الآلية

**Composante :** Commande des systèmes industriels

**Filière :** Electromécanique des systèmes automatisés

## I. Introduction

Dans le cadre de développement des outils d'évaluation et leur adaptation au référentiel qui organise la matière « **Commande des systèmes industriels** » le ministère a procédé à l'élaboration d'un outil méthodologique sous forme de cadre référentiel qui énonce les critères qui serviront de fondement d'évaluation des acquis des candidats au cours de leur formation.

## II. Objectifs

Ce cadre référentiel constitue un document de référence qui permet de :

- Unifier la vision des différents intervenants concernés par l'opération de préparation du sujet de l'examen national.
- Produire un sujet d'évaluation couvrant la totalité du programme officiel pour favoriser l'égalité des chances.
- Avoir une référence unique qui sera une base contractuelle entre les parties prenantes.
- Avoir une référence d'évaluation des sujets des examens.
- Élaborer un instrument de quantification qui traduit l'esprit de curriculum de Commande des systèmes industriels.

## III. Structure du cadre référentiel

Le cadre référentiel se base sur la délimitation précise et opérationnelle des aspects d'acquisitions des différentes compétences maîtrisées par les étudiants et de démontrer le plus fidèlement possible sa compétence par rapport au domaine mesuré.


Le cadre référentiel d'évaluation de l'examen national de « Commande des systèmes industriels » du BTS ESA est fondé autour des composantes suivantes :


- **Définition du domaine d'évaluation**
- **Organisation et importance des domaines d'évaluation.**
- **Répartition des différentes capacités et leur degré d'importance.**
- **Architecture de l'épreuve**

#### IV. Définition du domaine de l'évaluation :


N°	Domaine principal	Domaine secondaire	Ressources (savoirs et compétences)
1	Automatismes et informatique industriels	Fonctions Logiques et Numériques	<p><b>Systemes de numération et codage</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Définir et énumérer les systèmes de numération.</li> <li>Convertir un nombre dans différentes bases de numération (2, 8,10, 16)</li> <li>Utiliser les différents codes binaires pour représenter une information.</li> <li>Représenter un nombre signé (Complément à 2)</li> <li>Représenter un nombre fractionnaire.</li> </ul> <p><b>Opérations arithmétiques et logiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Effectuer les opérations arithmétiques standards en binaire.</li> <li>Effectuer les opérations logiques standards.</li> </ul>
		Systemes Combinatoires	<p><b>Algèbre de BOOLE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Définir une variable logique et un opérateur logique.</li> <li>Modéliser les opérateurs logiques (équation logique, chronogramme, logigramme, schéma électrique).</li> </ul> <p><b>Fonctions logiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etablir à partir d'un cahier de charges fonctionnel « CdCF » une table de vérité de fonctionnement du système automatisé.</li> <li>Déduire l'équation logique.</li> <li>Simplifier une équation logique par la méthode graphique de Karnaugh.</li> <li>Simplifier une équation logique par la méthode algébrique.</li> <li>Ecrire une fonction logique selon les deux formes canoniques.</li> <li>Etablir une fonction logique : <ul style="list-style-type: none"> <li>Logigramme direct.</li> <li>Portes logiques « NAND » uniquement.</li> <li>Portes logiques « NOR » uniquement.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Circuits combinatoires</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Résoudre un problème combinatoire.</li> <li>Maîtriser les circuits de transcodage (codeur - décodeur - transcodeur)</li> <li>Maîtriser les circuits d'aiguillage (multiplexeur et démultiplexeur)</li> <li>Maîtriser les circuits arithmétiques combinatoires (Demi additionneur - additionneur, soustracteur, multiplieur)</li> <li>Etudier quelques circuits intégrés réalisant ces fonctions.</li> </ul>



N°	Domaine principal	Domaine secondaire	Ressources (savoirs et compétences)
1	Automatismes et informatique industriels	<p style="text-align: center;"><b>Systemes séquentiels</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Logique séquentielle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evoquer la notion de logique séquentielle.</li> <li>▪ Evoquer le concept de mémoire</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Bascules</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Maîtriser le principe de fonctionnement.</li> <li>▪ Maîtriser les différents types de bascules (RS, RSH, D et JKH )</li> <li>▪ Utiliser les bascules pour réaliser diviseurs de fréquence.</li> <li>▪ Maîtriser les compteurs/ décompteurs.</li> <li>▪ Maîtriser les registres (Ecriture //, Ecriture Série, Lecture //, Lecture Série, à décalage)</li> <li>▪ Étudier quelques circuits concrétisant ces fonctions (bascules, compteurs et registres)</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Mémoires</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Différencier entre les mémoires statiques et dynamiques</li> <li>▪ Manier les différents types de mémoires RAM, ROM, EPROM, EEPROM</li> <li>▪ Étudier des exemples de circuits réalisant la fonction mémoire.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Décodage d'adresses</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Situer la fonction de décodage d'adresses</li> <li>▪ Résoudre un problème de décodage d'adresses (plan mémoire – circuits décodeur 1/4- 1/8 portes logiques)</li> </ul>
		<p style="text-align: center;"><b>Systemes à microprocesseur</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Architecture d'un microprocesseur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Définir la structure interne : unités de commande et de traitement, schéma fonctionnel.</li> <li>▪ Décrire le mode de fonctionnement : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cycle et temps d'exécution d'une instruction.</li> <li>○ Jeu d'instruction.</li> <li>○ Langage de programmation.</li> </ul> </li> <li>▪ Définir les architectures RISC et CISC et leurs propriétés.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Microprocesseur 6809</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Citer les caractéristiques générales d'un microprocesseur 6809.</li> <li>▪ Donner l'architecture interne et externe.</li> <li>▪ Connaître le jeu d'instruction et modes d'adressages et les utiliser pour élaborer un programme.</li> <li>▪ Définir et utiliser les modes de fonctionnement : programmé et interruptible.</li> <li>▪ Utiliser les interfaces : PIA 6821 – ACIA 6850 – TIMER 6840.</li> </ul>

N°	Domaine principal	Domaine secondaire	Ressources (savoirs et compétences)
1	Automatismes et informatique industriels	<p style="text-align: center;"><b>Systemes à microprocesseur</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Microcontrôleur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Décrire et donner sa structure interne : CPU, mémoires (données – programme)</li> <li>▪ Les différentes interfaces</li> <li>▪ Définir les modes de fonctionnement : instructions, modes d'adressages, mode interruptible.</li> </ul> <hr/> <p style="text-align: center;"><b>Microcontrôleur PIC 16F84</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Présenter les caractéristiques générales</li> <li>▪ Décrire la structure interne et externe du PIC.</li> <li>▪ Utiliser son jeu d'instructions.</li> <li>▪ Manier le fonctionnement en interruption du PIC.</li> <li>▪ Utiliser les ressources de programmation de PIC : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Générateur de code : MPLAB ou Flowcode.</li> <li>○ Utilitaires de transfert : ICprog ou PICFlash.</li> <li>○ Câbles de transfert et programmeur matériel.</li> </ul> </li> </ul>
		 <p style="text-align: center;"><b>Automatismes industriels</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Analyse fonctionnelle des systèmes automatisés</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Exploiter les critères des fonctions de service du CdCF d'un système automatisé.</li> <li>▪ Classifier et délimiter les composantes d'un système automatisé.</li> </ul> <hr/> <p style="text-align: center;"><b>Outils de description d'un système automatisé</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Définir un Grafcet selon les points de vue : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Système.</li> <li>○ Partie opérative.</li> <li>○ Partie commande.</li> </ul> </li> <li>▪ Décrire et utiliser les structures de base d'un grafcet : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Séquence unique,</li> <li>○ Sélection de séquences,</li> <li>○ Séquences simultanées.</li> </ul> </li> <li>▪ Utiliser les règles d'évolution pour établir les équations de sorties d'un grafcet.</li> <li>▪ Exploiter la hiérarchisation : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Macro étape.</li> <li>○ Gestion des tâches.</li> </ul> </li> </ul>
			<p style="text-align: center;"><b>Modes de marche et d'arrêt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Exploiter l'outil graphique de GEMMA (Rectangles états, évolution entre les états)</li> <li>▪ Étudier les boucles opérationnelles : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Marche manuelle.</li> <li>○ Marche de réglage.</li> <li>○ Arrêt de sécurité.</li> </ul> </li> </ul>

N°	Domaine principal	Domaine secondaire	Ressources (savoirs et compétences)
1	<b>Automatismes et informatique industriels</b>	 <p><b>Automatismes industriels</b></p>	<p><b>Réalisation technologique d'un système automatisé</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifier, utiliser et choisir les éléments d'acquisition de l'information : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Capteurs tout ou rien : TOR.</li> <li>○ Capteurs analogiques.</li> <li>○ Capteurs numériques.</li> </ul> </li> <li>▪ Identifier, exploiter et choisir la partie traitement de l'information : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Logique câblée.</li> <li>○ Logique programmée.</li> </ul> </li> <li>▪ Identifier, exploiter et choisir la partie relation Homme/ machine : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Éléments standards de connectique.</li> <li>○ Pupitre de commande.</li> <li>○ Dispositifs de signalisation.</li> </ul> </li> <li>▪ Distinguer les différentes alimentations d'un système automatisé : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pneumatique.</li> <li>○ Électrique.</li> <li>○ Hydraulique.</li> </ul> </li> <li>▪ Caractériser et choisir les préactionneurs de différentes énergies citées.</li> <li>▪ Initier la sécurité des systèmes automatisés.</li> <li>▪ Étudier et dimensionner un système automatisé.</li> </ul> <p><b>Automate programmable industriel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Situer l'API dans un système automatisé.</li> <li>▪ Explorer l'architecture interne et externe d'un API.</li> <li>▪ Exploiter et câbler les entrées/sorties d'un API.</li> <li>▪ Programmer un API : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ traitement du programme,</li> <li>○ Programmation structurée.</li> <li>○ Fonctions spéciales.</li> </ul> </li> <li>▪ Exploiter les API couramment utilisés : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Schneider,</li> <li>○ Siemens,</li> <li>○ Module programmé.</li> <li>○ Ou autres constructeurs</li> </ul> </li> </ul>

N°	Domaine principal	Domaine secondaire	Ressources (savoirs et compétences)
2	Asservissement et régulation des systèmes industriels	<p align="center"><b>Généralités sur la commande des systèmes</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Établir la structure d'un système automatique.</li> <li>▪ Classifier les systèmes séquentiels régulés et asservis.</li> <li>▪ Repérer sur le schéma de représentation : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ La boucle ouverte,</li> <li>○ La boucle fermée,</li> <li>○ La chaîne directe,</li> <li>○ La chaîne de retour.</li> </ul> </li> <li>▪ Définir les performances d'un système asservi : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Stabilité,</li> <li>○ Précision,</li> <li>○ Rapidité.</li> </ul> </li> <li>▪ Maîtriser la transformée de LAPLACE des systèmes usuels.</li> <li>▪ Modéliser un système asservi : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Équation différentielle,</li> <li>○ Transformée de LAPLACE.</li> </ul> </li> <li>▪ Établir le schéma bloc d'un système asservi.</li> <li>▪ Établir une analyse temporelle un système du 1<sup>er</sup> ordre et 2<sup>ème</sup> ordre.</li> <li>▪ Établir une analyse fréquentielle d'un système du 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> ordre : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lieux de Nyquist.</li> <li>○ Diagrammes de Bode et de Black.</li> </ul> </li> </ul>
		<p align="center"><b>commande en boucle ouverte</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Déterminer l'écart statique.</li> <li>▪ Déterminer l'influence des perturbations.</li> </ul>
		<p align="center"><b>Commande en boucle fermée</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Déterminer les caractéristiques D'un système bouclé : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Précision.</li> <li>○ Stabilité,</li> <li>○ Rapidité</li> </ul> </li> <li>▪ Étudier sa stabilité en utilisant : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Le critère algébrique de Routh.</li> <li>○ Géométrie (Revers, Nyquist).</li> <li>○ Marges de stabilité (de gain et de phase).</li> </ul> </li> <li>▪ Étudier la précision du système : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Erreur statique,</li> <li>○ Erreur de trainage.</li> </ul> </li> <li>▪ À partir d'un CdCF donné, calculer le correcteur (P, PI et PID)</li> <li>▪ Mise en place d'un correcteur série ou parallèle.</li> </ul>
		<p align="center"><b>Régulation en temps discret</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Définir un système discret.</li> <li>▪ Définir l'échantillonnage- blocage.</li> <li>▪ Utiliser la transformée en Z.</li> <li>▪ Discrétiser une fonction de transfert.</li> <li>▪ Étudier une boucle en temps discret : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Implanter une équation de récurrence</li> <li>○ Déduire l'influence de la période d'échantillonnage.</li> </ul> </li> </ul>

N°	Domaine principal	Domaine secondaire	Ressources (savoirs et compétences)
3	Manutention et systèmes robotisés	Systèmes de manutentions	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Définir un système de manutention</li> <li>▪ Citer les types de systèmes de manutentions et leurs technologies</li> <li>▪ Citer quelques exemples de systèmes de manutentions :               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Palans</li> <li>○ Convoyeurs</li> <li>○ Chariots (à rails, filoguidés, élévateurs)</li> <li>○ Grues</li> </ul> </li> </ul>
		Systèmes robotisés	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Décrire la structure d'un robot industriel</li> <li>▪ Classifier les robots industriels</li> <li>▪ Classifier les manipulateurs selon les critères :               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Morphologiques</li> <li>○ Des poignets</li> <li>○ Des porteurs</li> </ul> </li> <li>▪ Citer les performances des robots :               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Volume de travail</li> <li>○ Degrés de liberté</li> <li>○ Précision</li> </ul> </li> <li>▪ Décrire les différents constituants d'un robot :               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Actionneurs</li> <li>○ Transmissions</li> <li>○ Effecteurs</li> </ul> </li> </ul>

## V. Domaine des contenus et leur degré d'importance



Domaine principal	Domaine Secondaire	Degré d'importance
Automatismes et informatique industriels	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fonctions logiques et numériques</li> <li>▪ Systèmes combinatoires</li> <li>▪ Systèmes Séquentiels</li> <li>▪ Systèmes à Microprocesseurs</li> <li>▪ Automatismes industriels</li> </ul>	75%
Asservissements et régulation des systèmes industriels	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Généralités sur la commande des systèmes</li> <li>▪ Commande en chaine ouverte</li> <li>▪ Commande en chaine fermée</li> <li>▪ Régulation en temps discret</li> </ul>	15%
Manutention et systèmes robotisés	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Systèmes de manutention</li> <li>▪ Systèmes robotisés</li> </ul>	10%

## VI. Niveaux d'acquisition et maîtrise des savoirs et leurs importances.

Niveau	Composantes	Degré d'importance
Informations des savoirs	Le savoir est relatif à l'appréhension d'une vue d'ensemble d'un sujet : les réalités sont montrées sous certains aspects de manières partielle ou globale	10%
Expression	Le savoir est relatif à l'acquisition de moyen d'expression et de communication : définir, utiliser les termes composants la discipline. Il s'agit de maîtriser un savoir	50%
Maitrise des outils	Le savoir est relatif à la maîtrise de procédé et d'outils d'étude ou d'action : utiliser, manipuler des règles ou des ensembles de règles, des principes, en vue d'un résultat à atteindre. Il s'agit de maîtriser un savoir faire	40%

## VII. Architecture de l'épreuve

L'épreuve de la commande des systèmes industriels doit s'organiser autour d'un support (un système pluri-technique) et comporte 5 axes :

### ▪ Axe 1 : Page de garde

- Logo
- La durée
- Le coefficient
- Le titre du support à étudier
- Un sommaire de l'épreuve
- Documents autorisés
- Recommandations



### ▪ Axe 2 : Mise en situation

- Présentation du système
- Description du système
- Fonctionnement du système

### ▪ Axe 3 : Substrat du sujet

Il est constitué d'une ou plusieurs situations de mesure de compétences dont l'organisation est définie comme suit :

- Situation du problème
- Travail demandé, avec éventuellement, les renvois aux ressources
- Barème détaillé de notation

### ▪ Axe 4 : Ressources techniques :

Il comporte tous les documents techniques relatifs aux composantes du système sujet de l'évaluation.

### ▪ Axe 5 : Documents réponses à rendre

Il comporte les documents à rendre avec la copie de rédaction même les non remplis.