



المملكة المغربية
وزارة التكوين المهني
والتعليم العالي والبحث العلمي



المملكة المغربية
وزارة التكوين 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 العلوم الفيزيائية - تخصص الصيانة الصناعية
Composante : Sciences physiques
Filière : Maintenance Industrielle

A. PRESENTATION

1. INTITULE DU BTS :

Maintenance Industrielle

2. CONTEXTE PROFESSIONNEL :

Pour assurer leur pérennité, les entreprises doivent fournir un produit ou un service de qualité. Pour cela, le produit ou le service doit :

- ✓ satisfaire le client ;
- ✓ être fourni à un prix compétitif ;
- ✓ générer un profit pour l'entreprise.

Afin d'atteindre ces objectifs, l'entreprise doit être en mesure de rentabiliser ses investissements en assurant, entre autres, la disponibilité de ses moyens de production et la sécurité des personnes, au moindre coût.

La complexité croissante des systèmes de production, leur caractère pluri-technologique et l'incidence économique des arrêts de production nécessitent que l'entreprise puisse disposer de personnels polyvalents, capables de contribuer à l'optimisation de la sûreté de fonctionnement¹ de ses installations. Ces personnels devront être capables de contribuer à l'organisation de la maintenance, d'améliorer la disponibilité des équipements à travers ses composantes de fiabilité et de maintenabilité, et être capables de développer la maintenance préventive.

Cette capacité à optimiser la maintenance et à améliorer la disponibilité des moyens de production, implique l'existence de personnels disposant de solides compétences dans les domaines de l'analyse et de la recherche de solutions s'appuyant sur de solides connaissances scientifiques et techniques, tant théoriques que pratiques, des domaines du génie mécanique et du génie électrique.

Cependant, si le niveau de compétences technico-économique s'avère important, il ne saurait se dispenser de solides compétences dans le domaine de la communication, de l'animation et de l'encadrement.

¹ Sûreté de fonctionnement : la sûreté de fonctionnement se caractérise par ses composantes de disponibilité et de sécurité

C'est pour répondre à cette demande, que le Ministère de l'Education Nationale a décidé de créer un Brevet de Technicien Supérieur en maintenance industrielle.

3. PROFIL DE L'EMPLOI DU TECHNICIEN SUPERIEUR EN MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Le technicien supérieur de maintenance industrielle, par ses aspects pragmatiques, est capable, au sein des entreprises de production et de service de :

- ✓ assurer des fonctions d'animation et d'encadrement ;
- ✓ assurer des fonctions techniques destinées à optimiser la sûreté de fonctionnement des moyens de production de l'entreprise.

4. FONCTIONS ET ACTIVITES

Les activités professionnelles du technicien supérieur en maintenance industrielle, peuvent être regroupées dans le cadre des fonctions suivantes :

✓ Fonctions d'animation et d'encadrement

- Assurer l'animation et l'encadrement

✓ Fonctions techniques

- Fonctions principales :
 - Définir, mettre en œuvre et optimiser la maintenance corrective
 - Définir, mettre en œuvre et optimiser la maintenance préventive
 - Améliorer la sûreté de fonctionnement des moyens de production de l'entreprise
- Fonction secondaire :
 - Intégrer des moyens nouveaux



5. DESCRIPTION DES ACTIVITÉS PROFESSIONNELLES ET DES TÂCHES ASSOCIÉES

ACTIVITÉS	TÂCHES ASSOCIÉES
Définir, mettre en œuvre et optimiser la maintenance corrective	✓ Identifier et prévenir les risques liés aux opérations de maintenance corrective ; ✓ Localiser et diagnostiquer les défaillances ; ✓ Préparer les interventions ; ✓ Assurer le suivi des interventions ; ✓ Participer à l'élaboration et/ou à la mise en place d'un système de gestion et d'analyse des interventions (historiques, coûts, indicateurs, ...) ; ✓ Participer à l'élaboration et /ou à la mise en place d'un système de gestion de la documentation technique ; ✓ Elaborer des aides aux interventions ; ✓ Définir les pièces de rechange et les consommables à tenir en stock ; ✓ Mettre à jour et enrichir les ressources concernées par l'intervention (historiques, schémas, ...).
Définir, mettre en œuvre et optimiser la maintenance préventive	✓ Définir et préparer les opérations de maintenance préventive systématique ; ✓ Planifier les opérations de maintenance préventive systématique ; ✓ Définir et préparer les opérations de maintenance préventive conditionnelle ou prévisionnelle ; ✓ Planifier les opérations de maintenance préventive conditionnelle ou prévisionnelle ; ✓ Mettre en œuvre les opérations de surveillance des équipements et exploiter les informations recueillies ; ✓ Mettre à jour et enrichir les ressources concernées par les opérations de maintenance préventive.
Améliorer la sûreté de fonctionnement des moyens de production de l'entreprise Nota : Sûreté = disponibilité + sécurité Disponibilité = fiabilité + maintenabilité + logistique	✓ Analyser la disponibilité des moyens ; ✓ Identifier et analyser les risques d'accident ; ✓ Participer à l'élaboration d'AMDEC (analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité) ; ✓ Proposer des solutions ; ✓ Mettre en œuvre les modifications ; ✓ Assurer le suivi des travaux ; ✓ Contribuer aux processus de certification qualité (ex : ISO 9000).
Intégrer des moyens nouveaux	✓ Contribuer à la conception des moyens dans ses aspects fiabilité et maintenabilité ; ✓ Contribuer à l'installation et à la réception des moyens ; ✓ Contribuer à la mise en service.
Assurer l'animation et l'encadrement	✓ Animer une réunion de travail ; ✓ Participer à la formation du personnel ; ✓ Encadrer un groupe de personnes.



6. TABLEAU DES CAPACITES ET COMPETENCES TERMINALES

C1	S'EXPRIMER ORALEMENT OU PAR ÉCRIT SUR DES PROBLÈMES TECHNIQUES, ECONOMIQUES, HUMAINS
	<i>C11 Rédiger une note, un rapport</i>
	<i>C12 Exposer Un Dossier</i>
C2	ANALYSER LES MOYENS DE PRODUCTION DANS SES ASPECTS FONCTIONNEL, STRUCTUREL, TEMPOREL, DE DISPONIBILITÉ ET DE SÉCURITÉ
	<i>C21 Analyser les moyens de production dans ses aspects fonctionnel, structurel, temporel</i>
	✓ C 211 Analyser les moyens de production d'un point de vue fonctionnel
	✓ C 212 Analyser le fonctionnement d'un point de vue mécanique
	✓ C 213 Analyser le fonctionnement d'un point de vue automatisme
	✓ C 214 Analyser le fonctionnement d'un moyen, d'un point de vue gestion et/ou distribution de l'énergie électrique
	<i>C22 Analyser la disponibilité des moyens de production</i>
	✓ C 221 Analyser l'utilisation et le comportement opérationnel et prévisionnel des moyens
	✓ C 222 Analyser l'efficacité de la maintenance à l'aide d'indicateurs, et les coûts liés à la maintenance
	<i>C23 Analyser les risques d'accident et d'atteinte à la santé liés aux activités de la fonction maintenance</i>
C3	AMÉLIORER LES MOYENS DE PRODUCTION DANS SES ASPECTS FONCTIONNEL, STRUCTUREL, DE DISPONIBILITÉ ET DE SÉCURITÉ, ET CONTRIBUER À LA CONCEPTION DES MOYENS NOUVEAUX
	<i>C31 Décrire les fonctions satisfaisant à un besoin et proposer des solutions d'amélioration</i>
	✓ C 311 Rechercher, argumenter et réaliser les dossiers des solutions d'amélioration des ensembles mécaniques
	✓ C 312 Rechercher, argumenter et réaliser les dossiers des solutions d'amélioration de l'automatisation
	✓ C 313 Rechercher, argumenter et réaliser les dossiers des solutions d'amélioration des installations électriques
	✓ C 314 Rechercher, argumenter et réaliser les dossiers des solutions d'amélioration de l'organisation et de la logistique de maintenance
	<i>C32 Préparer, optimiser et ordonnancer les travaux de maintenance, d'amélioration et les travaux neufs</i>
	✓ C 321 Préparer, optimiser et ordonnancer la maintenance corrective
	✓ C 322 Préparer, optimiser et ordonnancer la maintenance préventive
	✓ C 323 Préparer et ordonnancer les travaux d'amélioration et les travaux neufs
	<i>C33 Définir les mesures de prévention liées aux activités de la fonction maintenance</i>
	<i>C34 Participer à la politique de protection de l'environnement de l'entreprise</i>
C4	Mettre en œuvre Les travaux de maintenance et D'AMÉLIORATION
	<i>C41 Mettre en œuvre les opérations de maintenance corrective</i>
	<i>C42 Mettre en œuvre les opérations de maintenance préventive</i>
	<i>C43 Mettre en œuvre les travaux d'amélioration</i>
C5	ASSURER DES FONCTIONS D'ANIMATION ET D'ENCADREMENT
	<i>C51 Animer, former et conseiller le personnel en responsabilité.</i>
	<i>C52 Détecter les besoins des personnels en responsabilité et informer la hiérarchie</i>



7. TABLEAUX D'EVALUATION

a. Introduction

L'évaluation au sein du BTS MI vise à contrôler l'acquisition des différents savoirs nécessaires au développement des compétences requises du technicien supérieur en Maintenance Industrielle.

L'évaluation s'effectue selon deux modes :

- ✓ Une évaluation en cours de formation sous forme de contrôles continus ;
- ✓ Une évaluation ponctuelle sous forme :
 - D'un examen de passage à la deuxième année ;
 - D'un examen national de fin de formation.

b. Pondération des notes :

Niveau	Contrôle continu	Examen
Première année	50%	50%
Deuxième année	25%	75%



c. Modalités

- ✓ *Évaluation en première année de formation*
 - **Évaluation en cours de formation (contrôles continus) :** Elle est étalée sur l'année de formation.
 - **Évaluation en fin de première année (examen de passage) :** Elle est située en fin de la première année et organisée par le centre de formation.
- ✓ *Évaluation en deuxième année de formation*
 - **Évaluation en cours de formation (contrôles continus) :** Cette évaluation concerne uniquement les candidats scolarisés. Elle est étalée sur la deuxième année de formation.
 - **Évaluation en fin de formation (examen national) :** Cette évaluation concerne les candidats scolarisés et libres. Elle est située en début du mois de Mai de la deuxième année de formation.

La forme des épreuves, leurs coefficients ainsi que les temps alloués sont donnés dans le tableau suivant.

Unité	Constituant de l'unité	1 ^{ère} Année					2 ^{ème} Année				
		Evaluation en Cours de Formation		Examen de Passage		Coef	Evaluation en Cours de Formation		Examen de Sortie		Coef
		N° CC	Forme	Forme	Nb Heurs		N° CC	Forme	Forme	Nb Heurs	
Langue & Communication	Langue Arabe	3	Ecrit/Oral	Ecrit	2	10	3	Ecrit/Oral	Ecrit	2	10
	Langue Française	3	Ecrit/Oral	Ecrit	2	10	3	Ecrit/Oral	Ecrit	2	10
	Langue Anglais	3	Ecrit/Oral	Ecrit	2	10	3	Ecrit/Oral	Ecrit	2	10
	TEC	3	Ecrit/Oral	Ecrit	2	10	3	Ecrit/Oral	Ecrit	2	10
Sciences & Techniques	Environnement Juridique & Economique	3	Ecrit/Oral	Ecrit	2	10					
	Mathématique	3	Ecrit/Oral	Ecrit	3	20	3	Ecrit/Oral	Ecrit	3	15
	Sciences Physiques	3	Ecrit/TP	Ecrit	3	20	3	Ecrit/TP	Ecrit	3	10
	Analyse Fonctionnelle et Structurale	3	Ecrit/TP	Ecrit	6	20	3	Ecrit/TP	Ecrit	6	15
	Automatismes	3	Ecrit/TP	Ecrit	3	20	3	Ecrit/TP	Ecrit	3	15
	Génie Électrique	3	Ecrit/TP	Ecrit	3	20	3	Ecrit/TP	Ecrit	3	15
Professionnelle	Méthodes de Maintenance	3	Ecrit/TP	Ecrit	3	20	3	Ecrit/TP	Ecrit	3	10
	Diagnostic Sur Systèmes Industrielle	3	TP			30	3	TP		45 Min	30
	Rapport de Stage									30 Min	20
	Rapport de Projet									30 Min	30
Total		36			31	200	33				200



B. SPÉCIFICATION DES NIVEAUX D'ACQUISITION ET DE MAÎTRISE DES CONTENUS



**Indicateur de niveau d'acquisition
et de maîtrise des contenus**

Niveau

1	2	3	4
---	---	---	---

Le contenu est relatif à l'appréhension d'une vue d'ensemble d'un sujet :
les réalités sont montrées sous certains aspects de manière partielle ou globale.

Niveau d'information

--	--	--	--

Le contenu est relatif à l'acquisition de moyens d'expression et de communication :
définir, utiliser les termes composant la discipline.
Il s'agit de maîtriser un savoir.
Ce niveau englobe le niveau précédent.

Niveau d'expression

--	--	--	--

Le contenu est relatif à la maîtrise de procédés et d'outils d'étude ou d'action :
utiliser, manipuler des règles ou des ensembles de règles (algorithme), des principes, en vue d'un résultat à atteindre.
Il s'agit de maîtriser un savoir-faire.
Ce niveau englobe de fait, les deux niveaux précédents.

Niveau de la maîtrise d'outils

--	--	--	--

Le contenu est relatif à la maîtrise d'une méthodologie de pose et de résolution de problèmes :
assembler, organiser les éléments d'un sujet, identifier les relations, raisonner à partir de ces relations, décider en vue d'un but à atteindre.
Il s'agit de maîtriser une démarche : induire, déduire, expérimenter, se documenter.
Ce niveau englobe de fait, les trois niveaux précédents.

Niveau de la maîtrise méthodologique

--	--	--	--

Nota : les évaluations permettant la certification ne peuvent porter que sur des compétences utilisant des savoirs, savoir-faire et démarches de niveau 2, 3 et 4.

C. DEFINITION DE L'EPREUVE

Sciences Physiques

• Finalités et objectifs de l'épreuve :

L'enseignement de sciences physiques et physiques appliquées ne saurait avoir pour objet d'y former des spécialistes de physique, chimie ou d'électricité appliquée. cet enseignement doit permettre aux élèves de Développer la connaissance des lois physiques, qui leurs permettront :

- De comprendre le fonctionnement des structures qu'ils rencontrent dans leurs activités professionnelles ;
- De suivre l'évolution des techniques, et éventuellement accéder à des niveaux de qualification supérieurs.



• Conditions de réalisation :

Cet enseignement donnera aux étudiants :

La possibilité de continuer à pratiquer la méthode et le raisonnement scientifique, les outils nécessaires pour adopter une attitude critique et autonome à l'égard des systèmes rencontrés en maintenance industrielle.

Le candidat sera placé en totale autonomie.

• Forme de l'évaluation :

- ✓ Épreuve écrite ponctuelle
- ✓ Durée : 3 heures
- ✓ Coefficient : 10

D. CONTENUS

1-Machines électriques	Niveau			
	1	2	3	4
1-1 Courant alternatif : ▪ Courant alternatif monophasé (grandeur périodique, alternative, sinusoïdale, Représentation vectorielle, notation complexe, impédance, puissance) ; ▪ Système de courant alternatif triphasé (tension composée et simple, couplage en étoile et en tringle). ▪ Mesure de la puissance.				
1-2 Les transformateurs : ▪ Généralités (circuit magnétique en continu et en alternatif, constitution d'un transformateur) ; ▪ Fonctionnement à vide (équation de tension, diagramme vectoriel, bilan de puissance) ; ▪ Fonctionnement en charge dans l'hypothèse de Kapp ; ▪ Etude du rendement et de la chute de tension du transformateur ; ▪ Essais du transformateur ; ▪ Transformateur triphasé (schéma monophasé équivalent) ; ▪ Transformateur de mesure (sécurité de mise en œuvre).				
1-3 Machine à courant continu ▪ Généralités : - Rappel des lois d'électromagnétisme (Fem induit, Force électromotrice) ; - Production d'une fem, organisation fonctionnelle ; - Principe de réversibilité (Modes et quadrants de fonctionnement). ▪ Génératrice à courant continu : - Fonctionnement à vide ; - Fonctionnement en charge (Réaction magnétique d'induit, commutation) ; - Bilan énergétique. ▪ Moteur à courant continu : - Moteur à excitation séparée (Caractéristique électrique et mécanique : $C = f(I)$, $N = f(I)$, $N = f(U)$,....) - Moteur à excitation série (Caractéristique électrique et mécanique : $C = f(I)$, $N = f(I)$, $N = f(U)$,....) - Bilan de puissance.				



	Niveau			
	1	2	3	4
1-4 Machine asynchrone - Organisation fonctionnelle (description simplifiée) ; - Fonctionnement (transformateur et moteur) : vitesse, glissement... - Schéma équivalent simplifiée en fonctionnement normal ; - Calcul du couple électromagnétique ; - Bilan de puissance ; - Fonctionnement à V/f constant (paramètres agissant sur la vitesse de rotation).				
1-5 Machine synchrone - Alternateurs triphasés : - Principe de fonctionnement ; - Fonctionnement à vide (caractéristique à vide) ; - Fonctionnement en charge (Modèle électrique équivalent). - Fonctionnement en moteur synchrone : - Moment du couple électromagnétique ; - Couple de décrochage. - Bilan de puissance				



2- Electronique de puissance	Niveau			
	1	2	3	4
2-1 Généralités : - Définitions - Fonction de conversion d'énergie ; - Convertisseurs statiques. - Classification fonctionnelle des convertisseurs statiques ; - Caractérisation des sources.				
2-2 COMPOSANT DE L'ELECTRONIQUE DE PUISSANCE - Diode de puissance, Thyristor, Transistor de puissance ; - Symbole, - Caractéristiques statiques ; - Fonctionnement en commutation ; - Caractéristiques électriques. - Comparaison des performances des transistors : Bipolaire, MOS, IGBT	—	—	—	—
2-3 Redressement non commandé : - Principe du redressement par diodes (redressement, monoalternance, pont de Graëtz) ; redressement triphasé simple et double voie) ; - Filtrage par condensateur.				

2-4 Redressement commandé : ▪ Ponts redresseurs mixtes : - Principe ; - Fonctionnement ; - Caractéristiques ; - Applications ; ▪ Ponts redresseurs complets : - Principe ; - Fonctionnement ; - Caractéristiques ; - Fonctionnement en onduleur - Applications ; ▪ Débit sur charge résistive, débit sur charge inductive, débit sur charge avec force électromotrice. ▪ Lissage du courant par inductance.			
2-5 Hacheur dévolteur (série) : ▪ Constitution ; ▪ Analyse du fonctionnement ; ▪ Principe de fonctionnement sur charge : - Purement résistive ; - Purement inductive ; - Inductive avec force électromotrice. ▪ Détermination de l'ondulation, calcul de l'inductance de lissage. ▪ Application des hacheurs.			
2-6 Onduleur autonome : ▪ Principe de fonctionnement : - Onduleur à onde carré; - Onduleur à modulation de la largeur d'impulsions (MLI ou PWM) ; - Comparaison des deux types d'onduleurs ▪ Possibilité de varier la fréquence et l'amplitude de la tension de sortie ; ▪ Application industrielle (variateur de vitesse, alimentations) ;			
8. 2-7 GRADATEUR : ▪ Gradateur monophasé : - Principe de fonctionnement (expression de la valeur efficace) ; - Gradateur par déphasage ; - Gradateur par train d'ondes. ▪ Gradateur triphasé. ▪ Application.			

3- Association convertisseurs statiques machines tournantes	Niveau			
	1	2	3	4
3-1 Machine à courant continu à excitation indépendante et à excitation en série associée : ▪ A un hacheur série ; ▪ A un redresseur commandé. Définition et condition de réversibilité.				
3-2 Machine à courant alternatif (moteur synchrone ou asynchrone) : ▪ Associé à des onduleurs appropriés ; ▪ Intérêt des onduleurs à modulation de largeur d'impulsion (MLI) .				
3-3 Notions simples sur l'autopilotage des machines synchrones associées à des onduleurs..				

4- Thermodynamique	Niveau			
	1	2	3	4
4-1 Premier principe de la thermodynamique ou principe d'équivalence : ▪ Equivalence travail-chaleur. ▪ Gaz parfait : modèle, énergie interne ; enthalpie. Evolutions thermodynamiques réversibles d'un gaz parfait : travail et chaleur reçus par le gaz lors de ses évolutions. ▪ Etude des évolutions liées aux transvasements. ▪ Changement d'état : chaleur latente. ▪ Chaleur de réaction à volume ou principe d'évolution.				
4-2 Deuxième principe de la thermodynamique ou principe d'évolution				
4-3 Application des principes de thermodynamique à quelques modèles de cycles de compresseurs, de moteurs thermiques de thermopompes ou de dispositifs de réfrigération.				

5- Chimie	Niveau			
	1	2	3	4
5-1 La corrosion. Notion d'oxydoréduction. Protections industrielles contre la corrosion.				
5-2 Les eaux. Caractéristiques ioniques (pH, dureté) ; traitement industriel.				
5-3 Particularité des molécules entrant dans la constitution de quelques produits utilisés en maintenance : détergents ; Solvants ; lubrifiants.				



E. MATRICES DE REFERENCES

❖ TABLEAU DE DEGRE D'IMPORTANCE DES COMPETENCES :

Domaine principal	Sous- domaine	Taux d'importance
Machines électriques	-Transformateurs - Machines à courant continu - Machines synchrones - Machines asynchrones	40%
Electronique de puissance	- Redressement non commande - Redressement commande - Hacheur dévolteur - Onduleur autonome - Gradateur - Association de convertisseurs Et machines tournantes	30%
Thermodynamique- Chimie	- Premier et deuxième principe - Etude des cycles - Changement de phase - Corrosion - Les eaux - Lubrifiants, solvants, détergeant	30%

❖ TABLEAU DE SPÉCIFICATION DES CONTENUS :

Dans ce tableau la compétence N₃ est considérée comme la plus importante vu le savoir faire attendu par la formation.

DOMAINE	N ₂	N ₃	N ₄	Total
Machines électriques	10%	20%	10%	40%
Electronique de puissance	5%	20%	5%	30%
Thermodynamique & Chimie	5%	20%	5%	30%
TOTAL	20%	60%	20%	100%

