

# Référentiel de Compétition

# MÉTIER N° 16

# ÉLECTRONIQUE

Soumis par :

Bertrand Massot, Expert WorldSkills France

Date : 14/02/2024

# TABLE DES MATIÈRES

1.	NOM ET DESCRIPTION DU MÉTIER .....	3
2.	CONNAISSANCES ET PORTÉE DU TRAVAIL.....	4
3.	LE SUJET D'ÉPREUVE.....	6
4.	NOTATION .....	8
5.	EXIGENCES DE SÉCURITÉ LIÉES AU MÉTIER .....	10
6.	ÉQUIPEMENTS ET MATÉRIAUX .....	11

# 1. NOM ET DESCRIPTION DU MÉTIER

## LE NOM DU MÉTIER EST ÉLECTRONIQUE

### DESCRIPTION DU MÉTIER

L'industrie électronique consiste en la conception, le développement, la fabrication et le maintien en condition de systèmes automatisés. Elle s'est développée ces dernières années avec la complexification et la miniaturisation des fonctions essentielles à la vie quotidienne, tant pour le grand public que pour le professionnel.

Les activités clés de l'électronique comprennent l'assemblage et le câblage de produits électroniques ; la conception de circuits prototypes, l'installation et la mise en service des équipements. Les métiers doivent également prendre en compte la prestation de support à la clientèle ; l'entretien, la maintenance, et les services de réparation. Souvent, ces dispositifs sont soumis à des réglementations gouvernementales ou internationales, faisant état de l'interopérabilité ou la mondialisation des produits et fonctions.

L'électronique est partie prenante de multiples domaines d'activité, tant dans des secteurs historiques (automobile, industrie) que dans les secteurs innovants. Les objets connectés, l'électromobilité, l'efficacité énergétique ainsi que la transformation numérique de l'industrie s'appuient majoritairement sur l'électronique pour leur développement.

Les techniciens en génie électronique ont un haut niveau de qualification. Ils maîtrisent les logiciels pour concevoir/vérifier/simuler des circuits imprimés, ainsi que des dispositifs électroniques analogique et numérique, programmer les microcontrôleurs et transmettre des informations. Ils créent les documents de production tels que les dossiers matériaux, les dossiers Gerber ainsi que d'autres dossiers d'équipement automatisé. Ils doivent travailler avec un degré élevé de précision, en se conformant aux spécifications détaillées et aux normes de qualité internationales et en démontrant une grande compétence technique. Ils peuvent travailler directement avec les clients et devront donc démontrer d'excellentes compétences en matière de service à la clientèle et de communication et respecter efficacement les échéanciers.

Le spécialiste de l'électronique travaille avec un large éventail d'outils. Ces outils sont souvent spécialisés et comprennent de l'équipement de test et de mesure (oscilloscopes, analyseurs). Les ordinateurs et les outils de développement de logiciels spécialisés sont utilisés pour créer des programmes pour les systèmes embarqués, les dispositifs programmables. De plus, les tâches nécessitent l'utilisation d'outils manuels spécialisés pour l'assemblage, l'entretien et le retravail des circuits. Les technologies de montage en surface (SMC) et traversant (*cross-through*) sont désormais complétées de composants plus complexes nécessitant de nouvelles technologies : *fine pitch*, BGA (*ball grid array*), insertion en force... Le spécialiste en électronique doit en permanence actualiser ses compétences étant donné que les évolutions sont permanentes dans ce domaine.

L'industrie compte également sur les techniciens/technologues en ingénierie pour mettre en œuvre des solutions logicielles. L'intégration de microcontrôleurs (MCU) dans les systèmes constitue la base de l'ingénierie des systèmes embarqués et constitue une autre spécialité de l'électronique. La conception du système intégré implique l'interface des MCU avec le monde extérieur via des capteurs/interfaces de communication. Il implique également la rédaction de logiciels de qualité pour effectuer les tâches requises. Le technicien doit donc maîtriser également les problématiques de programmation et d'interface logicielle.

### DOCUMENTS COMPLÉMENTAIRES AU RÉFÉRENTIEL DE COMPÉTITION

Le Référentiel de Compétition Métier ne contient que des informations relatives au métier. Il doit donc être utilisé en association avec le règlement de la Compétition Nationale des Métiers et ne peut contredire ce Règlement. En cas de contradiction qui resterait dans le présent document, c'est le Règlement de la Compétition qui prime.

## 2. CONNAISSANCES ET PORTÉE DU TRAVAIL

La compétition est une démonstration et évolution de tout ou partie des compétences associées avec le métier en question. Le sujet d'épreuve est uniquement composé de travaux pratiques.

### COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES

Connaissances	<p>Lire un plan d'implantation  Lire un schéma électronique  Maîtriser la chaîne de tests d'un équipement électronique : in situ, fonctionnel, déverminage, diélectrique  Concevoir des circuits analogiques et numériques  Réaliser la programmation logicielle de composants ou systèmes  Connaître les composants électroniques : fonction, comportement, fiabilité  Maîtriser les principes de dissipation thermique et optimisation de consommation  Maîtriser les principes de la CEM (compatibilité électromagnétique) et ses impacts sur la fonctionnalité d'équipements électroniques  Algorithmique et optimisation de code</p>
Conception/Développement	<p>Réaliser un plan d'implantation  Réaliser un schéma de câblage électronique  Réalisation de fonctions : captage/transmission de données, mesures, traitement et calcul de données  Maîtrise des outils de simulation, d'optimisation et de routage  Réaliser un programme embarqué sur microcontrôleur</p>
Fabrication/Réparation	<p>Assembler une carte électronique (composants)  Assembler un produit électronique  Brancher des câbles et connecteurs  Manipuler les matières premières pour l'électronique  Respecter les précautions liées aux règles ESD (<i>Electrostatic discharge</i>) et à la fragilité des PCB  Visser, serrer au couple  Coller des étiquettes d'identification  Diagnostiquer et dépanner des cartes et équipements en défaut</p>
Contrôle	<p>Calibrer, étalonner des équipements  Contrôler des cartes  Contrôler des soudures  Contrôle qualité d'une pièce mécanique  Maîtrise de la configuration d'une carte ou d'un équipement (compatibilité de composants, d'indices ou de modification)  Mesure</p>
Compétences	<p>Rigueur  Précision et minutie  Concentration  Organisation spatiale  Maîtrise du temps  Communication  Optimisation de coûts  Autonomie  Esprit d'analyse Initiative  Ouverture d'esprit et adaptabilité</p>

## CONNAISSANCES THÉORIQUES

**Les connaissances théoriques sont requises mais ne seront pas testées à proprement parler :**

Comportement :

- Créativité dans la conception des circuits, la disposition des circuits imprimés et la programmation ;
- Travail en équipe ;
- Connaissance des langages de programmation.

Santé, sécurité, développement durable :

- Habilitation électrique et maîtrise du risque électrique ;
- Connaissance de l'impact environnemental et optimisation des énergies ;
- Écoconception et maîtrise du coût du cycle de vie (conception, production, utilisation, maintenance, recyclage).

**La connaissance des règles et règlements de compétition ne sera pas testée.**

## TRAVAUX PRATIQUES

**Épreuve de brasage :**

- Propreté des brasures effectuées ;
- Choix des composants ;
- Contrôle qualité.

**Épreuve de conception :**

- Définition de fonction ;
- Définition des composants ;
- Réalisation de schémas électriques.

**Épreuve d'algorithmie :**

- Optimisation.

**Abréviations :**

Acronyme	Description	Signification
PCB	<i>Printed circuit board</i>	Circuit imprimé nu
PCBA	<i>Printed circuit board assembly</i>	Circuit imprimé avec composants
EHS	<i>Environmental Health and safety</i>	Santé sécurité environnement
ESD	<i>Electrostatic discharge</i>	Décharges électrostatiques
MCU	Microcontrôleur	
CEM	Compatibilité électromagnétique	

# 3. LE SUJET D'ÉPREUVE

## FORMAT / STRUCTURE DU SUJET D'ÉPREUVE

### **Module A : Prototypage de circuits électroniques**

#### **Critère A1 : Conception et schématisation**

À l'aide d'un cahier des charges, de diagrammes explicatifs et de documents techniques, les compétiteurs doivent concevoir et dimensionner des fonctions électroniques analogiques et numériques.

Les outils utilisés pour cette épreuve sont :

- Le logiciel LT Spice pour la simulation de circuits et le dimensionnement des valeurs de composants
- Le logiciel Fusion 360 Electronics pour la création de schématisation au sein d'un projet de conception électronique

Durée : environ 3 h

#### **Critère A2 : Routage de circuit imprimé**

À partir d'un schéma électronique et d'une librairie de composants fournie, les compétiteurs doivent router le circuit selon des contraintes énoncées dans un cahier des charges :

- Dimensions du circuit
- Positionnement imposé de certains composants
- Nombre de couches
- Contraintes de fabrication (largeur minimum de piste, isolation, diamètres de perçage)

Il peut être demandé aux compétiteurs de créer de nouveaux composants (symboles et empreintes) au sein de la librairie fournie.

Durée : environ 3 h

#### **Critère A3 : Assemblage manuel de circuits**

À l'aide d'un plan d'implantation et d'une nomenclature, les compétiteurs doivent assembler les composants sur un circuit imprimé.

Pour cette épreuve un fer à souder classique, fourni avec un set de pannes à souder, est utilisé. Les composants seront traversants ou montés en surface, avec une taille de boîtier minimale de 0805 pour les composants passifs et un pas de 0,5 mm minimum entre broches.

Des tests de fonctionnalités de la carte peuvent être inclus dans l'épreuve.

Durée : environ 2 h

### **Module B : Programmation embarquée sur microcontrôleur**

Dans ce module les compétiteurs doivent concevoir un micrologiciel embarqué sur un microcontrôleur de type STM32L052/053 à l'aide du logiciel STMCubeIDE.

Les fonctions à implémenter peuvent concerner la configuration et l'usage de périphériques internes du microcontrôleur tout comme des composants externes, via des signaux de contrôle ou des bus de communication série.

Le module se décompose en deux critères B1 et B2 dont les objectifs sont :

**Critère B1 : Interfaçage de composants externes au microcontrôleur et usage des périphériques**

Durée : environ 3 h

**Critère B2 : Algorithmie et machines d'état**

Durée : environ 3 h

### **DISTRIBUTION / CIRCULATION DU SUJET D'ÉPREUVE**

Il est recommandé de concevoir un sujet d'épreuve dont le projet est maintenu secret jusqu'au jour de la compétition. Lors de la compétition, les sujets sont connus critères par critère au fur et à mesure de la compétition, par demi-journée.

## 4. NOTATION

### CRITÈRES D'ÉVALUATION

Répartition des points par critères.

Le barème ci-dessous est proposé à titre indicatif et des variations peuvent être apportées selon le sujet de l'épreuve.

Le tableau est toujours sur 100.

SECTION	Domaines de compétences	NOTE		
		Judgement (si applicable)	Measurement	Total
A	Critère A1	5	15	20
	Critère A2	10	10	20
	Critère A3	10	10	20
B	Critère B1	0	20	20
	Critère B2	0	20	20
	<b>Total =</b>	<b>25</b>	<b>75</b>	<b>100</b>

### SPÉCIFICATION D'ÉVALUATION DU MÉTIER

Pour information, le « Judgement » est une notation subjective qui fait appel à l'appréciation des membres du jury (exemple : esthétique, finition...) Le « Measurement » est une notation objective correspondant à des critères mesurables (exemple : dimensions, tâche réalisée ou non...).

Concernant tous les sous-critères de type « Jugement », un document détaillé est fourni en annexe en tant que référence pour les niveaux de qualité de chacun des sous-critères.

Tous les critères sont évalués par une équipe de 3 jurés et d'un juré « superviseur », qui ne participe pas à la notation mais apporte des explications quant aux sous-critères et effectue la saisie des notes. Un juré ne peut pas noter le compétiteur de sa région, un échange de rôle est fait entre ce juré et le juré « superviseur » le cas échéant.

Les critères A1 et A2 sont évalués à partir de fichiers de conception et de fabrication générés à l'aide des logiciels LT Spice et Fusion 360, ainsi que d'un fichier Word de compte-rendu contenant des captures d'écran et un texte de justification.

Les sous-critères de type « Measurement » sont évalués directement par constatation des éléments présents et réalisés dans ces fichiers avec à titre d'exemple :

- Schématique correct ;
- Simulation fonctionnelle ;
- Routage de tous les composants ;
- Respect des contraintes imposées dans le sujet ;
- Valeurs calculées ;
- Etc.

Les sous-critères de type « Judgement » sont évalués à l'aide d'un document de référence fourni.

Le critère A3 est évalué par observation visuelle de la carte assemblée par le compétiteur et comporte des sous-critères de type « Measurement » pour les éléments quantifiables de type :

- Nombre de composants assemblés ;
- Orientation des composants polarisés ;
- Etc.

Les sous-critères de type « Judgement » sont évalués à l'aide d'un document de référence fourni.

Les critères B1 et B2 sont évalués par vérification par l'équipe de notation des fonctionnalités implémentées sur la carte microcontrôleur. A l'issue de l'épreuve les compétiteurs fournissent aux jurés une carte programmée par leurs soins qui sera placée sur un banc de test pour la vérification de ces fonctionnalités.

**Le code source n'est pas consulté** sauf en cas de problème pour le test de la carte du compétiteur.

Ce critère ne comporte donc pas de sous-critères de type « Judgement ».

## 5.EXIGENCES DE SÉCURITÉ LIÉES AU MÉTIER

Liste des mesures de sécurité à respecter sur l'espace de concours.

Les candidats ont une habilitation électrique et respectent les règles habituelles du métier électronique :

- Règles ESD sur la manipulation de produits électroniques
- Règles de sécurité lors des épreuves de brasage (risque brûlure et coupure, manipulation de produits chimiques)

Les équipements de protection individuels sont optionnels sur l'espace de concours :

- Masque FFP2 (brasure)
- Lunettes de protection (brasure)
- Blouse ESD
- Bracelet ESD
- Chaussures ou talonnettes ESD

# 6.ÉQUIPEMENTS ET MATÉRIAUX

## LISTE D'INFRASTRUCTURES

*La liste des infrastructures reprend tous les équipements courants, matériaux et installations mis à disposition des compétiteurs sur les espaces de concours en général.*

La liste suivante est générique et non exhaustive.

Les spécificités du sujet de l'épreuve peuvent nécessiter des équipements spécifiques.

- Alimentation de table
- Oscilloscope
- Multimètre
- Ordinateur munis des logiciels MS Office, LTSpice, Fusion 360 et STM32CubeIDE
- Carte Nucleo STM32L052/53
- Fer à souder avec set de pannes pour composants traversant et CMS
- Support pour circuit imprimé
- Lampe loupe de bureau
- Kits d'outils à main : pince brucelles, pince coupante, stylo flux, tresse à dessouder, pompe à dessouder

## MATÉRIAUX, ÉQUIPEMENTS ET OUTILS QUE LES COMPÉTITEURS APPORTERONT DANS LEUR CAISSE A OUTILS

Aucune caisse à outils n'est à apporter par les compétiteurs.

Les compétiteurs sont libres d'apporter leurs EPI.

*Une liste complémentaire pourra être distribuée lors du séminaire de préparation à la Compétition Nationale et/ou apparaître sur le sujet d'épreuve.*

## MATÉRIAUX ET ÉQUIPEMENTS INTERDITS SUR L'ESPACE DE COMPÉTITION

Non applicable dans le cas où aucun matériau ni équipement n'est apporté par le compétiteur.

*Une liste complémentaire pourra être distribuée lors du séminaire de préparation à la Compétition Nationale et/ou apparaître sur le sujet d'épreuve.*