

REFERENTIEL DU CQPM

Titre du CQPM : **Technicien d'études et développement en conception électronique**

1. REFERENTIEL D'ACTIVITES DU CQPM

1.1. Mission (s) et activités visées par la certification professionnelle

Le technicien d'études et développement en conception électronique intervient dans le cadre de l'étude de création, d'évolution ou d'une adaptation de solutions électroniques, tant sur les matériels que sur les logiciels.

Il intervient dans le domaine du déploiement et de l'évolution de composants, de sous-ensembles, d'ensembles électroniques pour des applications dans le transport (notamment dans le cadre de l'électromobilité pouvant comporter de l'électronique embarquée ou de l'électronique de puissance), les dispositifs médicaux et d'aide à la personne, l'avionique, les outils de contrôle de process....

Dans ce cadre :

- *Il réalise des études et des essais sur tout ou partie d'un système électronique (composant, sous-ensemble ...)* ;
- *Il peut également étudier des sous-ensembles à partir d'éléments existants (adaptation de schémas, de logiciels, utilisation de simulateurs pour valider une fonction...) et peut être amené à réaliser de la rétro-ingénierie pour adapter au mieux des sous-ensembles existants. Il doit par ailleurs réécrire les nouvelles spécifications de l'élément à développer, analyser l'existant et proposer un nouveau schéma (matériel ou/et logiciel).*

Ces équipements intègrent, ou peuvent intégrer, des équipements pluri-technologiques (électronique de puissance, électronique hautes fréquences, optiques, mécaniques...). Ils combinent différentes technologies telles que :

- *L'électronique analogique avec la partie traitement du signal électrique : les composants utilisés sont appelés des composants passifs (on y retrouve des résistances des condensateurs, des bobines et transformateurs), ces composants sont assemblés sur des cartes électroniques destinées par exemple à transformer un signal alternatif en continu, filtrer les signaux parasites.*
- *L'électronique numérique du domaine des semi-conducteurs qui traitent des signaux numériques dit « logiques » composées de 0 et de 1. Ces signaux sont traités dans des circuits Intégrés (CI, appelé couramment « puces électroniques ») formant des circuits logiques pour assurer une fonction spécifique numérique.*
- *L'électronique de puissance est une branche de l'électronique qui traite les puissances et courants élevés. Ces courants électriques peuvent générer des courants induits qui parasitent les circuits et les signaux électroniques. Elle comprend l'étude, la réalisation de circuits électroniques dont la fonction est de moduler le transfert de puissance d'une source d'énergie vers un récepteur*

L'utilisation de logiciel de CAO est primordiale car ils permettent de simuler le fonctionnement du système électronique (courbes, valeurs, état des entrées et sorties...) et de faciliter leur mise au point.

Il réalise tous les tests de fonctionnement par simulation ainsi que tous les tests d'interconnexion.

Une fois la fonction validée, il procède à la phase de prototypage. Cette phase est conduite en interne ou confiée à une entreprise sous-traitante spécialisée ; dans ce cas, il assure la transmission des informations, suit le projet et valide le produit livré.

Il collabore avec des fonctions internes ou de sous-traitance. Pour cela, il peut mener une campagne d'essais pour valider une conception et une industrialisation. Dans ce cas, il doit aider dans la mise en place des équipements sous test, dans la configuration de l'ensemble des équipements de contrôle, de pilotage et d'enregistrement des résultats.

Il réalise le diagnostic des équipements non conformes et poursuit l'investigation et les adaptations pour obtenir un produit conforme.

En fonction des différents contextes et/ou organisations des entreprises, les missions ou activités du titulaire portent sur :

- **Traduction technique d'un besoin fonctionnel du domaine de l'électronique ;**

Dans le cadre de cette activité, le technicien d'études et développement en conception électronique doit définir les exigences et les spécifications. Cela consiste à décrire clairement l'objectif du circuit, en identifiant les caractéristiques clés, les critères de performance et toutes les exigences spécifiques telles que :

- La consommation d'énergie, les conditions de fonctionnement et l'intégrité du signal ;
- L'identification des fonctions que doit accomplir le circuit (par exemple : amplification, conversion de signal, communication, alimentation) ;
- La définition des contraintes (alimentation, dimensions, coût, environnement).

De plus, le technicien d'études et développement en conception électronique doit développer des schémas fonctionnels. Ce diagramme schématique représente un schéma simplifié avec un détail de la maille plus ou moins grande.

Les besoins du client sont décrits en fonctions principales pouvant constituer un cahier des charges (Par exemple : Modéliser un problème d'électronique en vue de concevoir la solution adaptée à la demande formulée dans le cahier des charges).

Ensuite, le technicien va devoir identifier toutes les fonctions secondaires liées aux fonctions principales qu'il va décrire lors de l'étude.

- **Etudes et simulations d'un système électronique ;**

À l'aide des outils de conception de type CAO (Conception Assistée par Ordinateur), cette activité consiste à créer un diagramme schématique qui illustre les fonctions secondaires à réaliser en y associant les composants électroniques et leurs connexions, en les raccordant au schéma de principe. Cette étape consiste à s'assurer que les composants critiques sont spécifiés et que les besoins en énergie sont calculés.

Ensuite, le technicien d'études et développement en conception électronique doit simuler le fonctionnement de tout ou partie d'un circuit imprimé : Cela consiste à utiliser des outils de simulation pour prédire le comportement des circuits dans diverses conditions et de vérifier les signaux sortants. Le cas échéant la simulation pourra être réalisée par parties puis regroupées par fonction (Simulation à l'aide de logiciels appropriés les fonctions définies dans le cahier des charges (utilisation des logiciels pour la simulation de circuits électroniques analogiques ou numériques, des logiciels de traitement du signal, de logiciels de calcul matriciel (MATLAB), ...).

Les objectifs de la simulation sont :

- La vérification du fonctionnement (amplitude, fréquence, réponse temporelle, etc.).
- L'analyse des performances (consommation d'énergie, ou le bruit).
- La détection des erreurs (problèmes de conception comme les surtensions, les surintensités, ou les oscillations indésirables).
- L'optimisation (Ajuster les valeurs des composants pour améliorer les performances.)

Ensuite, le technicien d'études et développement en conception électronique doit sélectionner des composants. Le choix des composants est réalisé en fonction de la conception schématique et des spécifications requises. Chaque composant, on a une fonction spécifique qui peut être ou pas variable (fixe : résistance, condensateur, LED, amplificateur, CAN ... ; variable : microcontrôleur, LCD ... Il est nécessaire de créer une nomenclature (BON) qui comprend tous les composants et matériaux nécessaires au circuit. Le cas échéant les circuits intégrés sont programmés avec les applications dédiées et validées par simulation.

Ensuite, le technicien d'études et développement en conception électronique doit définir le routage de la carte électronique : Développement de la disposition du circuit imprimé (PCB : Printed Circuit Board) , en tenant compte du placement et du routage des composants en fonction de leur encombrement. De garantir l'intégrité du signal, la gestion thermique et le respect des directives de conception.

Ensuite, le technicien d'études et développement en conception électronique doit exprimer le besoin de prototypage : conception et réalisation des solutions matérielles à l'aide d'outils de CAO, cartes de développement et concevoir et écrire des solutions logicielles dans le langage de programmation adapté.

Enfin, le technicien d'études et développement en conception électronique doit identifier les points de tests.

- **Tests et suivi technique de solutions électroniques ;**

A partir des points de tests identifiés permettant de valider les fonctions de la carte électronique, et en vue de l'écriture et la réalisation de tests, la validation de solutions matérielles et logicielles, le technicien :

Teste la solution pour confirmer le fonctionnement : cela consiste à effectuer des tests physiques sur des prototypes pour confirmer que le circuit fonctionne comme prévu dans des scénarios réels. Pour cela, il réalise une procédure de test en décrivant : les signaux d'entrées (alimentations, actionneurs, récepteurs à câbler), les appareils de mesures à utiliser ainsi que les routines de tests à réaliser.

Il assure un appui technique à la construction d'un prototype du circuit pour tester et valider sa fonctionnalité. Assister à des tests approfondis pour vérifier que le circuit répond à toutes les spécifications dans le respect des exigences de fabrication et de prototypage telles que par exemple :

- *Techniques d'assemblage : Savoir assembler, souder et tester des composants sur des cartes électroniques.*
- *Prototypage rapide : Aptitude à réaliser des prototypes pour valider les concepts.*

Sur la base des résultats du prototypage et des tests de fonctionnement, il affine la conception pour résoudre tout problème ou apporter des améliorations et affiner la conception. Ce processus itératif est crucial pour optimiser les performances et la fiabilité du circuit.

Le technicien d'études et développement en conception électronique doit vérifier la conformité au regard de la connaissance des normes industrielles comme IPC-A-610, ROHS, ou les normes CE/UL pour garantir la conformité des produits. : Cette étape consiste à s'assurer que le circuit est conforme aux normes industrielles en vigueur afin d'obtenir les certifications nécessaires en matière de sécurité et de fiabilité. Au regard des résultats des tests, il peut modifier son câblage, ses composants, sa programmation (par exemple : Programmation embarquée : Compétences en langages comme C, C++, ou Python pour microcontrôleurs (ARM, AVR, PIC, etc.) et/ou participation à l'industrialisation des produits et au choix des solutions techniques les plus adaptées (optimisation des coûts), à leur mise en conformité (réglementations spécifiques, CEM, ...).

Enfin, le technicien d'études et développement en conception électronique doit élaborer la documentation. Cette étape consiste à créer une documentation détaillée qui décrit la conception, la fonctionnalité et les résultats des tests du circuit. Cette documentation est indispensable à la fabrication et à la maintenance future.

1.2. Environnement de travail

Le technicien d'études et développement en conception électronique travaille dans un bureau d'études comportant des stations de travail équipées de logiciels de conception CAO (conception assistée par ordinateur) et des logiciels de simulation spécialisés dans le domaine de l'électronique.

La conception d'un circuit électronique implique une approche méthodique pour garantir que le produit final répond à toutes les exigences fonctionnelles et de performances. Pour cela, le Bureau d'études est organisé généralement d'équipes qui interagissent sur des études qu'elles peuvent se partager (par exemple : le technicien d'études et développement en conception électronique peut travailler dans un service recherche et développement, en laboratoire de tests et de mesures, dans une unité de fabrication ou un bureau d'études et méthodes des secteurs utilisant la mécatronique (informatique, automobile, électroménager, aéronautique, télécommunications, matériel médical, imprimerie...).

Les activités lui imposent d'être autonome dans la lecture de toute la documentation électronique, dans la réalisation de fonctions et schémas électroniques, dans l'utilisation de tous les logiciels de conception et de simulation ainsi que dans l'utilisation des langages de programmation.

Certains composants dits « programmables » sont des composants électroniques auxquels on peut injecter un programme. Ces composants s'appellent des « mémoires flash », ils sont très sensibles notamment aux décharges électrostatiques et nécessitent des précautions pour les manipuler et les déposer sur la carte électronique. L'environnement de montage est dit ESD (Electro-Static Discharge), les montages, tests, essais peuvent être réalisés dans les salles blanches.

Les personnes qui les manipulent doivent être contraintes à des règles de travail strictes pour éviter les décharges électrostatiques susceptibles de détruire ces composants, par le simple contact avec une source chargée en courant électrostatiques, comme une personne. Ces mêmes personnes devront se tester et se doter d'équipements de protection isolants ou reliés à un système de protections contre les décharges partielles.

D'ailleurs après montage et contrôle, ces cartes sont vernies pour protéger les composants de ces perturbations électrostatiques. Entre les différentes opérations, ces cartes sont déposées dans des contenants spécifiques adaptés à ces contraintes.

Le technicien d'étude et développement en conception électronique peut être amené à collaborer avec des prototypistes en électronique. Dans ce cadre, il peut être amené à se rendre en salle blanche¹ (salle avec des conditions atmosphériques et de propreté spécifiques) et/ou secteur ESD².

1.3. Interactions dans l'environnement de travail

Le technicien d'étude et développement en conception électronique, selon l'application de la carte électronique, peut être amené à écrire les routines bas niveau, c'est-à-dire qu'il analyse les données entrantes et sortantes, l'ensemble des contraintes informatiques et traduit dans le langage approprié les fonctions de la routine. Il connaît les protocoles de communication utilisés sur les systèmes qu'il développe et maîtrise les outils de validation.

Le technicien d'étude et développement en électronique fait partie d'une équipe de développement et travaille généralement sous la responsabilité d'un ingénieur de conception et développement.

Le technicien en conception d'études et développement électronique collabore aux études et essais en électronique avec différents techniciens spécialisés tel que ceux qui travaillent à l'implantation des composants sur la carte électronique et assurent le routage des informations ;

S'agissant de schémas complexes, les concepteurs peuvent se partager le développement d'une des fonctions d'un ensemble. Dans ce cadre, le technicien en conception d'études et développement électronique devra collaborer avec d'autres développeurs ou concepteurs.

1.4. Analyse et évolutions du métier

Les équipements électroniques, quelles que soient leurs finalités (industrielle, grand public, médicale, militaire...) intègrent de manière systématique des systèmes d'interconnexion. Ces fonctionnalités supplémentaires d'interconnexion modifient en profondeur leurs conceptions et leurs architectures. On peut à tout moment et en tout endroit les commander ou récupérer des informations ; les systèmes deviennent « intelligents », ce qualificatif sous-entendant plusieurs impératifs.

Les systèmes physiques ne décrivent pas entièrement leurs fonctions. Ce sont leurs configurations, les logiciels implémentés et les interconnexions activées qui déterminent les fonctions réelles que l'équipement pourra réaliser. Ces fonctions sont d'ailleurs évolutives et l'on peut reconfigurer l'équipement pour en modifier les performances selon le contexte.

Pour parvenir à cette agilité, les systèmes électroniques deviennent des systèmes numériques.

L'électronique intègre des interfaces homme-machine performantes, tout un ensemble de liaisons facilitant la mise en réseau des informations, des moyens de stockage et de traitement de l'information efficaces.

Les systèmes « ouverts » doivent toujours être sûrs. Pour cette raison les systèmes actuels intègrent des moyens sophistiqués de sûreté de fonctionnement et de sécurité.

¹ Une salle blanche (parfois dénommée salle propre selon l'usage et certaines spécificités) est une pièce ou une série de pièces où la concentration particulière est maîtrisée afin de minimiser l'introduction, la génération, la rétention de particules à l'intérieur, généralement dans un but spécifique industriel ou de recherche scientifique. Les paramètres tels que la température, l'humidité et la pression relative sont également maintenus à un niveau précis.

² Secteur ESD Certains composants sont très sensibles notamment aux décharges électrostatiques et nécessitent des précautions pour les manipuler et les déposer sur la carte électronique. L'environnement de montage est dit ESD (Electro-Static Discharge)

2. REFERENTIEL DE COMPETENCES

Compétences et connaissances afférentes au CQPM visé :

Pour cela, il (elle) doit être capable de :

<i>Blocs de compétences</i>	<i>Compétences professionnelles</i>	<i>Connaissances associées</i>
BDC + Code Bloc Traduction technique d'un besoin fonctionnel du domaine de l'électronique	1. <i>Définir les exigences et les spécifications techniques d'un besoin en électronique</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Connaissance sur les bases de l'électronique analogique et numérique, des composants électroniques, de l'automatique continue et discrète, de l'algorithmique et de la programmation, des systèmes à microprocesseurs, du traitement du signal, des techniques de communications numériques - Découpage fonctionnel et modélisation - Constitution et technologie de base des systèmes électroniques - Lois générales électriques en régime sinusoïdal et de l'électronique permettant l'étude des circuits
	2. <i>Développer un schéma fonctionnel en électronique</i>	
BDC + Code Bloc Etudes et simulations d'un système électronique	1. <i>Transcrire un schéma d'implantation et de connexions d'une carte électronique</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Rôles et principes des principales fonctions électroniques : filtrage, oscillation, conversion (Numérique Analogique et Analogique Numérique, de tension, ...), conditionnement de signaux... - Rôles et Technologies des composants passifs, actifs, programmables, d'interconnexions - Notions de base en traitement du signal / Utilisation des fonctions de saisie et de simulation de schémas de la CAO
	2. <i>Sélectionner des composants électroniques et élaborer une nomenclature</i>	
	3. <i>Simuler le fonctionnement d'un circuit électronique</i>	
BDC + Code Bloc Tests et suivi technique de solutions électroniques	1. <i>Définir un protocole de tests et les spécifications techniques d'un prototype pour confirmer le fonctionnement d'un circuit électronique</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pour les Test et validation : Utilisation d'outils comme l'oscilloscope, les multimètres et les analyseurs logiques pour vérifier le bon fonctionnement des circuits. Constitution et technologie de base des systèmes électroniques • Rôles et principes des principales fonctions électroniques : filtrage, oscillation, conversion (Numérique Analogique et Analogique Numérique, de tension, ...), conditionnement de signaux... • Rôles et Technologies des composants passifs, actifs, programmables, d'interconnexions • Notions de base en traitement du signal • Choix technologiques liés à la CEM • Technique de l'électronique (par exemple : Pour la Programmation embarquée : C, C++, ou Python pour microcontrôleurs) • Structuration et présentation de documents
	2. <i>Analyser des résultats issus de tests d'un circuit électronique</i>	
	3. <i>Proposer des améliorations d'un circuit électronique</i>	
	4. <i>Documenter les éléments nécessaires à la conformité et la certification d'une carte électronique</i>	

3. REFERENTIEL D'EVALUATIONS

3.1. Conditions de réalisation et d'évaluation des compétences professionnelles selon les critères mesurables, observables et les résultats attendus

Compétences professionnelles	Conditions de réalisation	Critères mesurables et observables	Résultats attendus
<p>1. Définir les exigences et les spécifications techniques d'un besoin en électronique</p>	<p>A partir d'un besoin exprimé en lien avec une fonction électronique à assurer.</p> <p>Les supports d'étude de conception sont fournis (logiciels de conception, supports documentaires en électronique, logiciels de calculs ou applications de calculs...)</p> <p>Les données et instructions nécessaires à l'étude de conception sont fournis (contexte de la demande, exigences de la fonction à assurer, contraintes techniques, contraintes de faisabilité...)</p>	<p><u>En matière de méthodes utilisées :</u></p> <p>La méthode de définition s'appuie sur une analyse détaillée :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Du cadre réglementaire • Du périmètre matériel de la conception • Des données fournies par le client et données complémentaires issues de recherches (par exemple : proposition techniques préliminaires issue de l'étude de faisabilité, liste des points spécifiques) • Des documents de conception à fournir (dossier de définition) <p><u>En matière de moyens utilisés :</u></p> <p>Le recueil des besoins est structuré et s'appuie sur les supports de l'entreprise (par exemple analyse fonctionnelle, tableaux de consolidation des données, dossier d'analyse...) il est exploitable dans le cadre de la phase d'étude de conception.</p> <p><u>En matière de liens professionnels / relationnels :</u></p> <p>Les données complémentaires sont recherchées auprès des interlocuteurs techniques dans un langage adapté au métier (ingénieur, responsable de projet ou de conception). Le cas échéant des précisions nécessaires sont demandées auprès du responsable et intégrées dans la phase de définition des exigences et spécifications techniques du besoin.</p> <p><u>En matière de contraintes liées au milieu et environnement de travail :</u></p> <p>Les contraintes de faisabilité, économiques, réglementaires, de fonctionnement et de performances de la fonction électronique sont prises en compte dans la phase de définition. Les risques liés à la sécurité, la qualité et l'environnement sont intégrés dans l'analyse.</p>	<p>Les exigences fonctionnelles et spécifications techniques sont clairement décrites.</p> <p>Les critères de performances sont définis (consommation d'énergie, les conditions de fonctionnement et l'intégrité du signal)</p> <p>Les objectifs du circuit électronique sont clairement décrits et les caractéristiques clés sont identifiées</p> <p>Les éléments de définition des exigences et spécifications techniques sont complets et exploitables.</p>

Compétences professionnelles	Conditions de réalisation	Critères mesurables et observables	Résultats attendus
<p>2. Développer un schéma fonctionnel en électronique</p>	<p>Dans le cadre d'une étude de fonction électronique à concevoir, à adapter ou à développer.</p> <p>A partir de la définition des exigences et des spécifications techniques d'un besoin en électronique.</p> <p>Les supports d'étude nécessaires sont fournis (logiciels de conception, supports documentaires en électronique, logiciels de calculs ou applications de calculs...)</p> <p>Les données et instructions nécessaires à l'étude de conception sont fournis (contexte de la demande, exigences de la fonction à assurer, contraintes techniques, contraintes de faisabilité...)</p>	<p><u>En matière de méthodes utilisées :</u></p> <p>Le schéma est structuré par fonction ou bloc fonctionnel et facilite la compréhension du système.</p> <p>Le cas échéant la configuration de blocs connus est utilisée (fonctions similaires déjà étudiées).</p> <p>Les calculs nécessaires pour justifier de la pertinence de l'association des fonctions électroniques sont réalisés et leurs cohérences vérifiées.</p> <p>Les symboles des fonctions sont judicieusement choisis et justifiés au regard du résultat que le système électronique doit délivrer (par exemple : amplification, commutation, oscillation...), leur combinaison conduit à assurer la fonction attendue.</p> <p>Les liaisons des composants et points de jonctions sont clairement représentés, les références sont indiquées selon les éléments normalisés, conventions d'écritures et de représentation (C pour un condensateur, R pour résistance, ainsi que pour les circuits intégrés, les transistors, les diodes, etc...) suivi d'un numéro. Les références de tension sont indiquées et orientées.</p> <p><u>En matière de moyens utilisés :</u></p> <p>Les supports techniques nécessaires à la réalisation de schéma fonctionnel sont parfaitement exploités (logiciel spécialisé).</p> <p><u>En matière de liens professionnels / relationnels :</u></p> <p>Les fonctions similaires sont recherchées auprès d'autres techniciens, les informations sont partagées pour faciliter la constitution d'une bibliothèque de schémas fonctionnels.</p> <p><u>En matière de contraintes liées au milieu et environnement de travail :</u></p> <p>Les contraintes, techniques, réglementaires et de performances et de sécurité sont prises en compte. L'analyse des conditions de sécurité est assurée en termes de points chauds, risques électriques, perturbations électromagnétiques...).</p>	<p>Le schéma fonctionnel établi correspond à la fonction à assurer.</p> <p>Le schéma est conforme aux règles de représentations, il comporte une représentation normalisée des différents composants utilisés.</p> <p>Les caractéristiques sont indiquées (par exemple : valeurs, unités, grandeur physique, signaux...)</p>

Compétences professionnelles	Conditions de réalisation	Critères mesurables et observables	Résultats attendus
<p>3. Transcrire un schéma d'implantation et de connexions d'une carte électronique</p>	<p>Dans le cadre d'une étude de fonction électronique à concevoir, à adapter ou à développer.</p> <p>A partir de la définition des exigences, des spécifications techniques d'un besoin en électronique et d'un schéma fonctionnel.</p> <p>Les supports d'étude nécessaires sont fournis (logiciels de conception ou des outils de conception de type EDA (Electronic Design Automation), supports documentaires en électronique, logiciels de calculs ou applications de calculs...)</p> <p>Les données et instructions nécessaires à l'étude de conception sont fournis (contexte de la demande, exigences de la fonction à assurer, contraintes techniques, contraintes de faisabilité...)</p>	<p><u>En matière de méthodes utilisées :</u></p> <p>Le transfert du schéma de circuit vers une topologie de carte de circuit imprimé est assuré méthodiquement.</p> <p>Le positionnement des composants électroniques, les pistes, les via (trou de raccordements en cuivre) pour former une liaison électrique entre les différentes couches du circuit imprimé permettent de garantir le bon fonctionnement et les performances électriques de la carte.</p> <p>L'application de règles de conception est favorisée en références aux pratiques de l'entreprise. (Protection contre les décharges électrostatiques, Choix de l'espacement adéquat pour les cartes de circuits imprimés, système d'installation de classes de réseaux).</p> <p><u>En matière de moyens utilisés :</u></p> <p>Les fonctionnalités du système de conception des circuits imprimés sont maîtrisées et permettent d'optimiser la performance du circuit imprimé.</p> <p><u>En matière de liens professionnels / relationnels :</u></p> <p>Les échanges entre techniciens et experts sont réalisés dans un souci de mutualiser les bonnes pratiques de conception.</p> <p><u>En matière de contraintes liées au milieu et environnement de travail :</u></p> <p>Les contraintes de conception, de qualité, de sécurité et de fiabilité sont prises en compte.</p> <p>Le soin apporté lors de la conception (et l'élaboration) du circuit imprimé numérique permet d'éliminer les problèmes tels que les discontinuités d'impédances dans les lignes de transmissions, la métallisation incorrecte des connexions à trou traversants et d'autres problèmes liés à l'intégrité du signal</p>	<p>Le schéma topographique des composants est réalisé dans le respect des éléments de définition et du schéma fonctionnel de principe.</p> <p>L'implantation est réalisée dans un souci d'optimisation de la carte électronique et de performance (routage, diffusion thermique, vitesse de transfert des données et signaux numériques et analogiques).</p> <p>Les composants critiques sont spécifiés et les besoins en énergie sont calculés.</p>

Compétences professionnelles	Conditions de réalisation	Critères mesurables et observables	Résultats attendus
<p>4. Sélectionner des composants électroniques et élaborer une nomenclature</p>	<p>Dans le cadre d'une étude de fonction électronique à concevoir, à adapter ou à développer.</p> <p>A partir de la définition des exigences et des spécifications techniques d'un besoin en électronique.</p> <p>Les supports d'étude nécessaires sont fournis (logiciels de conception ou des outils de conception de type EDA (Electronic Design Automation), supports documentaires en électronique, logiciels de calculs ou applications de calculs...).</p> <p>Les données et instructions nécessaires à l'étude de conception sont fournis (contexte de la demande, exigences de la fonction à assurer, contraintes techniques, contraintes de faisabilité...)</p>	<p><u>En matière de méthodes utilisées :</u></p> <p>Le choix des composants s'appuie sur des éléments techniques issus des documentations des constructeurs et identification des composants actifs et passifs.</p> <p>Les critères de couts, de fiabilité sont pris en compte dans le choix.</p> <p>La compatibilité est vérifiée, comme la vérification des caractéristiques techniques : s'assurer que chaque composant répond aux besoins (par exemple, la plage de tension supportée ou la fréquence de fonctionnement).</p> <p>Le cas échéant des calculs intermédiaires sont réalisés pour justifier de leur choix en consultant les fiches techniques (datasheets) : en étudiant des caractéristiques des composants pour les intégrer correctement.</p>	<p>Les composants sectionnés tiennent compte de leur fonctionnalité en lien avec le circuit à réaliser (résistance, condensateur. Diodes, microprocesseur...).</p> <p>Leurs caractéristiques sont vérifiées et justifiées au regard des valeurs attendues ou calculées (valeur de résistance, valeur d'impédance, l'inductance, la tolérance, la tension nominale, la température de fonctionnement...).</p>
		<p><u>En matière de moyens utilisés :</u></p> <p>Les nomenclatures sont renseignées de manière exhaustive, les caractéristiques mentionnées sont complètes et exploitables.</p> <p>Les ajouts des détails techniques nécessaires sont réalisés :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Annotations des composants (chaque composant comporte un identifiant unique (par exemple : R1, C2, U1). • Valeurs des composants (par exemple : Indications des valeurs de résistances, capacités, ou toute autre spécification (comme par exemple : 10 kΩ, 100 μF). 	
		<p><u>En matière de liens professionnels / relationnels :</u></p> <p>Les échanges avec d'autres techniciens sont favorisés, le développement ou la mise à jour d'une bibliothèque de composants est recherché.</p>	
		<p><u>En matière de contraintes liées au milieu et environnement de travail :</u></p> <p>Les contraintes techniques, économique et de fiabilité sont prises en compte.</p>	

Compétences professionnelles	Conditions de réalisation	Critères mesurables et observables	Résultats attendus
<p>5. Simuler le fonctionnement d'un circuit électronique</p>	<p>Dans le cadre d'une étude de fonction électronique en phase de simulation.</p> <p>A partir de la définition des exigences et des spécifications techniques d'un besoin en électronique.</p> <p>Les supports d'étude nécessaires sont fournis (logiciels de conception ou des outils de conception de type EDA (Electronic Design Automation), supports documentaires en électronique, logiciels de calculs ou applications de calculs...).</p> <p>Les données et instructions nécessaires à l'étude de conception sont fournies (contexte de la demande, exigences de la fonction à assurer, contraintes techniques, contraintes de faisabilité...)</p>	<p><u>En matière de méthodes utilisées :</u></p> <p>La méthode de simulation permet d'assurer une description du comportement du circuit en termes (par exemple selon domaine d'application) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • De fonction numérique, analogique à assurer ; • De simulation du comportement avec un logiciel pour vérifier la conformité avec les besoins, par l'utilisation d'outils de vérification électrique (ERC – Electrical Rule Check) pour s'assurer que le schéma est correct ; • De description structurelle (interconnexions entre les différentes fonctions ou modules) ; • De transfert ou d'envoi de données ou signaux ; • De fonctions logiques ; • ... <p>Différents scénarios de simulation sont prévus selon l'application électronique à assurer.</p> <p>Le cas échéant la méthode de correction mise en œuvre permet de revenir en arrière.</p>	<p>Les simulations réalisées permettent de vérifier que la fonction électronique étudiée est assurée (données de sorties conformes aux attentes).</p> <p>Le degré de finesse de la simulation est adapté à la précision que doit assurer le système.</p> <p>Le cas échéant tout écart est analysé et corrigé de manière itérative jusqu'à l'obtention d'une donnée ou valeur acceptable. (Exécution de la simulation : Lancer la simulation et observer les résultats sous forme de graphiques ou de données numériques.).</p>
		<p><u>En matière de moyens utilisés :</u></p> <p>Le système ou langage de simulation est adapté à l'application électronique et/ou au langage de description matériel (par exemple : HDL, vériilog, VHDL, ...) en cohérence avec les pratiques de l'entreprise.</p>	
		<p><u>En matière de liens professionnels / relationnels :</u></p> <p>Les échanges techniques avec les spécialistes et ingénieur de conception sont favorisés dans la phase de compréhension des résultats de simulation.</p>	
		<p><u>En matière de contraintes liées au milieu et environnement de travail :</u></p> <p>Les contraintes normatives, de sécurité, de fiabilité et de reproductibilité sont prises en compte dans la phase de simulation.</p>	

Compétences professionnelles	Conditions de réalisation	Critères mesurables et observables	Résultats attendus
<p>6. Définir un protocole de tests et les spécifications techniques d'un prototype pour confirmer le fonctionnement d'un circuit électronique</p>	<p>Dans le cadre de tests à définir sur un produit électronique dont les éléments de conception et de définitions sont fournis.</p>	<p><u>En matière de méthodes utilisées :</u></p> <p>La méthode de tests du circuit électronique prévoit des tests concourant à vérifier la performance globale du système.</p> <p>Différentes procédures de test, telles que des tests fonctionnels, des tests de performances, des tests de contrainte ou des tests d'utilisabilité sont prévus (par exemple tests de robustesse : surcharges, surtensions, températures élevées). Elles sont cohérentes et systématiques et permettent de fixer des marges de tolérance pour chaque paramètre mesuré.</p> <p>Les résultats issus des tests sont enregistrés selon les formats adaptés (graphiques, tableaux...).</p>	<p>Le protocole de tests décrit clairement les caractéristiques du système électronique à tester ou à essayer.</p> <p>Les tests physiques définis ainsi que les spécifications techniques des prototypes permettent de confirmer que le circuit fonctionne comme prévu dans des scénarios réels :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les spécifications techniques du prototype sont définies clairement et sont exploitables en vue des tests ; • Les objectifs de test sont définis clairement et sont mesurables ; • Les scénarios de tests réels tiennent compte des conditions dans lesquelles le futur appareil fonctionnera ; • Des relevés sont prévus en vue d'une analyse détaillée. <p>Les résultats de tests sont mis à disposition et exploitables en vue d'une analyse</p>
	<p>L'environnement de test est spécifié et connu.</p>	<p><u>En matière de moyens utilisés :</u></p> <p>Les outils de test sont sélectionnés en fonction des conditions de compatibilité et de fiabilité du test et selon l'application et judicieusement choisis en fonction des paramètres de l'appareil.</p>	
	<p>Les moyens techniques sont mis à disposition (oscilloscope, analyseur logique...)</p>	<p><u>En matière de liens professionnels / relationnels :</u></p> <p>Des échanges techniques ou appuis techniques sont favorisés avec les différents interlocuteurs en charge d'assurer les tests (internes ou externes).</p>	
		<p><u>Selon quelles contraintes liées au milieu et environnement de travail :</u></p> <p>Les risques liés à l'environnement de l'appareil à tester sont pris en compte.</p> <p>L'environnement de test est choisi en fonction des paramètres et conditions dans laquelle le test doit être assuré (par exemple : différentes températures de tests, niveau d'humidité, ...).</p> <p>Les contraintes de tests sont prises en compte (environnement ESD, propreté, sécurité...).</p>	

Compétences professionnelles	Conditions de réalisation	Critères mesurables et observables	Résultats attendus
<p>7. Analyser des résultats issus de tests d'un circuit électronique</p>	<p>A partir de résultats de tests fournis sur une application électronique connue.</p> <p>Les données de conceptions sont mises à disposition.</p> <p>L'ensemble des éléments relatifs aux conditions de tests, aux spécifications techniques sont fournis</p>	<p><u>En matière de méthodes utilisées :</u></p> <p>Les courbes et relevés sont analysés méthodiquement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les caractéristiques des relevés sont systématique comparées avec des valeurs de référence ou objectifs à atteindre (Définition des tolérances, comparaison des valeurs mesurées aux valeurs attendues, Identifier les écarts ; • L'analyse des relevés sont complets et couvre des paramètres de performance, de fonctionnement normal, de fonctionnement sous contraintes environnementales (la vérification que les conditions de test (température, alimentation, charges connectées) sont bien documentées ; • Le croisement des données est assuré dans le cadre de diagnostic pour recherche de dysfonctionnement (Collecte des données avec centralisation des résultats obtenus pour chaque test (valeurs mesurées, graphiques, oscillogrammes, etc.), vérification que les conditions de test (température, alimentation, charges connectées) sont bien documentées. 	<p>L'analyse réalisée permet de dégager les forces et faiblesses de l'appareil électronique. (Analyse des écarts, identification des causes possibles : Erreur de conception).</p> <p>Une comparaison des résultats avec les objectifs et critères de tests permet d'identifier le cas échéant des modifications ou améliorations nécessaires ou de confirmer le fonctionnement de l'appareil (pour réaliser les ajustements nécessaires avant la production ou l'intégration finale...).</p>
		<p><u>En matière de moyens utilisés :</u></p> <p>Les supports d'analyse sont adaptés aux phénomènes à observer (Tableaux des valeurs théoriques avec tolérances, courbes, échelles de données, exemples de graphiques ou courbes attendues, paramètres, tendances, rapport de test (Documentation des mesures réelles, comparaison des résultats obtenus aux valeurs attendues.) ...).</p> <p>Les outils et instruments de test (Oscilloscope, Multimètre, Générateur de signaux, Analyseur de spectre, Sonde de température, Alimentation stabilisée) sont prévus.</p>	
		<p><u>En matière de liens professionnels / relationnels :</u></p> <p>Des échanges sont favorisés avec les interlocuteurs techniques dans le cadre de la compréhension des phénomènes relevés lors des tests.</p>	
		<p><u>En matière de contraintes liées au milieu et environnement de travail :</u></p> <p>Les conditions de tests sont prises en compte et comparées, les données normatives sont intégrées.</p>	

Compétences professionnelles	Conditions de réalisation	Critères mesurables et observables	Résultats attendus
<p>8. Proposer des améliorations d'un circuit électronique</p>	<p>Sur la base d'un produit électronique défini et testé.</p> <p>Les résultats d'analyses d'un circuit sont connus et fournis.</p> <p>Sur la base d'un défaut identifié.</p> <p>Les conditions de fonctionnement du produit électronique sont connues, les résultats issus des tests sont mis à disposition.</p> <p>Les améliorations peuvent viser plusieurs objectifs : Performance, Fiabilité, Efficacité énergétique , Coût , Conformité.</p>	<p><u>En matière de méthodes utilisées :</u></p> <p>La méthode de recherche de cause est adaptée, elle s'appuie sur une méthodologie logique et structurée :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les effets du défaut sont analysés ; • Les causes sont identifiées ; • Les solutions permettant de réduire ou supprimer la cause sont formulées • Des tests de simulation pour valider les modifications avant de les appliquer sont prévus. 	<p>La proposition d'améliorations formulées est pertinente, réaliste et opérationnelle, elle conduit à supprimer ou réduire le défaut.</p>
		<p><u>En matière de moyens utilisés :</u></p> <p>Les supports documentaires et d'analyses sont adaptés au contexte de l'entreprise. Le cas échéant l'usage de supports de l'entreprise est favorisé.</p> <p>Des tests de confirmation ou de validation sont proposés (comme par exemple : soumettre le circuit à des tests de certification pour vérifier la conformité aux standards).</p>	
		<p><u>En matière de liens professionnels / relationnels :</u></p> <p>Des échanges techniques avec les interlocuteurs techniques sont favorisés.</p> <p>La recherche de solution est assurée avec les contributeurs des tests, les solutions sont partagées avec les parties prenantes (par exemple intégration des résultats dans un rapport détaillé pour validation par l'équipe ou le client).</p>	
		<p><u>En matière de contraintes liées au milieu et environnement de travail :</u></p> <p>Les contraintes techniques et réglementaires sont intégrées dans la phase de proposition de solutions.</p> <p>Les conditions de performances, de sécurité, de fonctionnalité sont prises en compte lors des propositions.</p>	

Compétences professionnelles	Conditions de réalisation	Critères mesurables et observables	Résultats attendus
<p>9. Documenter les éléments nécessaires à la conformité et la certification d'une carte électronique</p>	<p>Sur la base d'une étude électronique réalisée et sur un produit électronique testé. L'ensemble des données d'étude est mis à disposition.</p> <p>Le contexte normatif est connu, les normes et réglementations sont mises à disposition.</p> <p>Les conditions d'emploi du produit électrique sont connues.</p> <p>Les exigences du client sont connues.</p>	<p><u>En matière de méthodes utilisées :</u></p> <p>La documentation est structurée méthodiquement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elle comporte différentes rubriques ; • Elle suit une logique de classement ; • Elle s'appuie sur des supports à jour par exemple : Versions, dates d'application ; • ... 	<p>La documentation produite est exploitable et conforme aux attentes et exigences (exigences d'emploi, exigences environnementales, exigences liées aux normes en vigueur)</p>
		<p><u>En matière de moyens utilisés :</u></p> <p>Les supports documentaires sont adaptés aux pratiques de l'entreprise, ils sont accessibles et exploitables (comme par exemple : Schéma électronique et design PCB ,Dossier technique (Technical Construction File - TCF) , Tests et validations internes)</p>	
		<p><u>En matière de liens professionnels / relationnels :</u></p> <p>Les échanges avec les spécialistes sont favorisés, l'accord du responsable est recherché.</p>	
		<p><u>En matière de contraintes liées au milieu et environnement de travail :</u></p> <p>Les différents domaines réglementaires sont pris en compte (par exemple):</p> <ul style="list-style-type: none"> • La conformité aux directives basses tensions ; • Le marquage CE ; • Le marquage UL ; • La directive machine ; • ... 	

3.2. MODALITES D'EVALUATION

3.2.1. Conditions de mise en œuvre des évaluations en vue de la certification

- L'accès au CQPM ou blocs de compétences implique une inscription préalable du candidat à la certification auprès de l'UIMM territoriale centre de certification.
- L'UIMM territoriale centre de certification et l'entreprise ou à défaut le candidat (Salariés ; VAE ; Demandeurs d'emploi...) définissent dans un dossier qui sera transmis à l'UIMM centre de certification, les modalités d'évaluation qui seront mises en œuvre en fonction du contexte parmi celles prévues dans le référentiel de certification.
- Les modalités d'évaluation reposant sur des activités/missions ou projets réalisés en milieu professionnel sont privilégiées.

3.2.2. Mise en œuvre des modalités d'évaluation

A) Validation des compétences professionnelles

Les compétences professionnelles mentionnées dans le référentiel de certification sont évaluées par la commission d'évaluation à l'aide des critères mesurables, observables et les résultats attendus selon les conditions d'évaluation précisées dans le référentiel de certification, ceux-ci sont complétés par l'avis de l'entreprise d'accueil du candidat à la certification professionnelle (hors dispositif VAE).

<p style="text-align: center;">COMMISSION D'EVALUATION</p> <p>La commission d'évaluation est composée de plusieurs membres qualifiés ayant une expérience professionnelle leur permettant d'évaluer la maîtrise des compétences professionnelles du candidat identifiées dans le référentiel de la certification professionnelle sélectionnée.</p>	<p style="text-align: center;">ENTREPRISE</p> <p style="text-align: center;">(hors VAE)</p>
<p>Les différentes modalités d'évaluation sont les suivantes :</p> <p style="text-align: center;">ÉVALUATION EN SITUATION PROFESSIONNELLE RÉELLE.</p> <p>L'évaluation des compétences professionnelles s'effectue dans le cadre d'activités professionnelles réelles réalisées en entreprise</p>	<p style="text-align: center;">AVIS DE L'ENTREPRISE.</p> <p>L'entreprise (tuteur, responsable hiérarchique ou fonctionnel...) donne un avis au regard du référentiel d'activité.</p> <p style="text-align: center;">(hors VAE)</p>

ou en centre de formation habilité, ou tout autre lieu adapté. Celle-ci s'appuie sur :

1. une observation en situation de travail.
2. des questionnements avec apport d'éléments de preuve sur les activités professionnelles réalisées en entreprise par le candidat.

PRÉSENTATION DES PROJETS OU ACTIVITÉS RÉALISÉS EN MILIEU PROFESSIONNEL.

Le candidat transmet un rapport à l'UIMM territoriale centre de certification, dans les délais et conditions préalablement fixés, afin de montrer que les compétences professionnelles à évaluer selon cette modalité ont bien été mises en œuvre en entreprise à l'occasion d'un ou plusieurs projets ou activités.

La présentation de ces projets ou activités devant une commission d'évaluation permettra au candidat de démontrer que les exigences du référentiel de certification sont satisfaites.

4. CONDITIONS D'ADMISSIBILITE

Les CQPM, ou les blocs de compétences pour les CQPM inscrits au RNCP, sont attribués aux candidats³ par le jury paritaire de délibération sous le contrôle du groupe technique paritaire « Certifications », à l'issue des actions d'évaluation, et dès lors que toutes les compétences professionnelles ont été acquises et validées par le jury paritaire de délibération.

³ Le terme générique « candidat » est utilisé pour désigner un candidat ou une candidate.