

INGÉNIEUR LOGICIEL EMBARQUÉ

Appellations anglaises : Embedded system engineer, embedded software engineer, embedded digital technology development engineer

Code ROME : M1802 - Expertise et support en systèmes d'information

Familles de métiers

Architecture et conception de la solution / Développement et test de la solution

Finalité

L'ingénieur logiciel embarqué participe à la conception et au développement de la part logicielle (*software*) des systèmes et sous-systèmes embarqués, en intégrant les contraintes techniques, économiques et physiques (consommation, gestion du temps réel...) du projet. Selon les situations, l'ingénieur logiciel embarqué peut être spécialisé dans un domaine de compétences particulier.

Missions principales

- *Traduire techniquement le besoin fonctionnel*

L'ingénieur logiciel embarqué participe à la définition du projet en comprenant les besoins fonctionnels et les contraintes d'un projet et en les traduisant en fonctionnalités et capacités techniques.

- *Concevoir et développer un logiciel embarqué*

L'ingénieur logiciel embarqué participe en parallèle à la définition et au développement des programmes logiciels du système permettant de répondre aux besoins exprimés. Il prend en compte les contraintes de fiabilité, de sécurité ou encore de prix dans les logiciels qu'il développe.

- *Réaliser les tests et la validation du système*

L'ingénieur logiciel embarqué participe à réalisation des tests unitaires et d'intégration du système pour garantir sa fiabilité, son respect des normes réglementaires et sa sécurité.

Variables spécifiques au métier

L'ingénieur logiciel embarqué peut disposer d'expertises :

- *Sectorielles*

Compte tenu de la criticité de certains systèmes et de la diversité des normes et réglementations existantes, l'ingénieur logiciel embarqué doit maîtriser un environnement de contraintes variable en fonction du secteur applicatif des systèmes qu'il conçoit.

- *Technologiques*

En fonction des projets, l'ingénieur logiciel embarqué peut intervenir sur des systèmes simples ou des systèmes de systèmes ou systèmes cyberphysiques nécessitant des compétences en intelligence artificielle, fonctionnant en temps réel, connectés et fonctionnant en cloud ou en edge computing, systèmes de systèmes et nécessitant des protections cyber.

Contextes organisationnels

- *Taille et type d'entreprise*

Dans les TPE/PME les besoins sont davantage tournés vers des profils polyvalents participant à l'ensemble des missions et/ou vers des profils disposant d'une expertise forte dans l'un des domaines technologiques ou sectoriels. Dans les grands groupes les missions plus restreintes autour de l'une des activités du métier avant d'évoluer vers d'autres missions.

- *Taille et type de projets*

En début de carrière les ingénieurs logiciel embarqué interviennent sur des petits projets ou des missions de test et validation. Au fur et à mesure leur champ d'action s'étend et ils participent davantage à des projets de systèmes interconnectés et de systèmes de systèmes nécessitant une compréhension globale et systémique d'équipements multifonctionnels.

Comportementales

- Actualiser ses connaissances et s'adapter – *Niveau de maturité 2*
- Communiquer efficacement – *Niveau de maturité 2*
- Créer et maintenir une relation client favorable – *Niveau de maturité 3*
- Faciliter les projets et transformations – *Niveau de maturité 1*
- Développer son autonomie – *Niveau de maturité 3*
- Influencer et convaincre – *Niveau de maturité 2*
- Innover et animer un processus d'innovation – *Niveau de maturité 2*
- Participer et animer un travail d'équipe – *Niveau de maturité 1*
- Suivre un cadre d'intervention défini – *Niveau de maturité 3*
- Utiliser l'anglais en contexte professionnel – *Niveau de maturité 2*

Organisationnelles

- Animer une démarche agile et innovante – *Niveau de maturité 1*
- Gérer un projet – *Niveau de maturité 2*
- Gérer une proposition commerciale – *Niveau de maturité 2*
- Prioriser et hiérarchiser son activité – *Niveau de maturité 3*
- Se conformer aux normes et à la réglementation – *Niveau de maturité 3*

Techniques

- Animer une concertation – *Niveau de maturité 1*
- Assister la maîtrise d'ouvrage en cadrage projet – *Niveau de maturité 1*
- Collecter et exploiter les informations liées au projet – *Niveau de maturité 3*
- Développer une solution digitale – *Niveau de maturité 4*
- Gérer et exploiter les données massives – *Niveau de maturité 2*
- Gérer une architecture fonctionnelle SI – *Niveau de maturité 4*
- Gérer une architecture technique – *Niveau de maturité 3*
- Intégrer des outils IA/Data Science – *Niveau de maturité 2*
- Mener un diagnostic ou un test/essai technique – *Niveau de maturité 3*
- Mener un processus de test en cybersécurité – *Niveau de maturité 2*

Techniques spécifiques aux systèmes embarqués

- Concevoir l'architecture embarquée d'un système en prenant en compte les exigences de fiabilité, sécurité, poids, volume, prix – *distribution multicoeur, architectures modulaires et systèmes de systèmes, connectivité sans fil, interface et interaction entre le système, architecture modulaire...*
- Développer une solution digitale en utilisant les langages de programmation des systèmes embarqués – *Linux, C, C++...*
- Concevoir des systèmes informatiques Temps réel – *RTLinux, ...*
- Intégrer les contraintes de cybersécurité dans la conception de la solution logicielle – *cryptographie des données, sélection des composants électroniques...*
- Intégrer des solutions d'intelligence artificielle au sein des équipements embarqués – *machine learning, traitement automatique du langage naturel, data science, algorithmie...*

INGÉNIEUR EN ELECTRONIQUE EMBARQUÉE

Ingénieur électronique embarqué, Ingénieur hardware embarqué

Appellations anglaises : *Embedded system engineer, embedded electronics engineer, embedded hardware engineer*

Code ROME : *M1802 - Expertise et support en systèmes d'information*

Familles de métiers

Architecture et conception de la solution / Développement et test de la solution

Finalité

L'ingénieur en électronique embarquée participe à la conception et au développement de la part électronique (*hardware*) des systèmes ou sous-systèmes embarqués en intégrant les contraintes physiques, normatives, industrielles et économiques du projet.

Missions principales

- *Traduire techniquement le besoin fonctionnel*

L'ingénieur en électronique embarquée participe à la définition du projet en comprenant les besoins fonctionnels exprimés en les traduisant en fonctionnalités et capacités techniques.

- *Concevoir et développer un système embarqué*

L'ingénieur en électronique embarquée participe à la spécification des éléments techniques et au dimensionnement des composants électroniques du système en prenant en compte les contraintes de poids, volume, fiabilité, sécurité ou encore de prix.

- *Réaliser les tests et la validation du système*

L'ingénieur en électronique embarquée réalise les tests unitaires et d'intégration du système pour garantir sa fiabilité, son respect des normes réglementaires et sa sécurité.

Variables spécifiques au métier

L'ingénieur en électronique embarquée peut disposer d'expertises :

- *Sectorielles*

Compte tenu de la criticité de certains systèmes et de la diversité des normes et réglementations existantes, l'ingénieur en électronique embarquée doit maîtriser un environnement de contraintes variable en fonction du secteur applicatif des systèmes ou sous-systèmes qu'il conçoit.

- *Technologiques*

En fonction des projets, l'ingénieur en électronique embarquée peut intervenir sur des systèmes simples, des sous-systèmes, des systèmes de systèmes ou systèmes cyberphysiques nécessitant des compétences en intelligence artificielle, fonctionnant en temps réel, connectés et fonctionnant en cloud ou en edge computing, systèmes de systèmes et nécessitant des protections cyber.

Contextes organisationnels

- *Taille et type d'entreprise*

Dans les TPE/PME les besoins sont davantage tournés vers des profils polyvalents participant à l'ensemble des missions et/ou vers des profils disposant d'une expertise forte dans l'un des domaines technologiques ou sectoriels. Dans les grands groupes les missions plus restreintes autour de l'une des activités du métier avant d'évoluer vers d'autres missions.

- *Taille et type de projets*

En début de carrière les ingénieurs électronique embarquée interviennent généralement sur des projets d'ampleur limitée, ou sur des missions de test et de validation. Au fur et à mesure leur champ d'action s'étend et ils participent davantage à des projets de systèmes interconnectés et de systèmes de systèmes nécessitant une compréhension globale de l'architecture des systèmes.

Comportementales

- Actualiser ses connaissances et s'adapter – *Niveau de maturité 2*
- Communiquer efficacement – *Niveau de maturité 2*
- Créer et maintenir une relation client favorable – *Niveau de maturité 3*
- Faciliter les projets et transformations – *Niveau de maturité 1*
- Développer son autonomie – *Niveau de maturité 3*
- Influencer et convaincre – *Niveau de maturité 2*
- Innover et animer un processus d'innovation – *Niveau de maturité 2*
- Participer et animer un travail d'équipe – *Niveau de maturité 1*
- Suivre un cadre d'intervention défini – *Niveau de maturité 3*
- Utiliser l'anglais en contexte professionnel – *Niveau de maturité 2*

Organisationnelles

- Animer une démarche agile et innovante – *Niveau de maturité 1*
- Gérer un projet – *Niveau de maturité 2*
- Gérer une proposition commerciale – *Niveau de maturité 2*
- Prioriser et hiérarchiser son activité – *Niveau de maturité 3*
- Se conformer aux normes et à la réglementation – *Niveau de maturité 3*

Techniques

- Animer une concertation – *Niveau de maturité 1*
- Assister la maîtrise d'ouvrage en cadrage projet – *Niveau de maturité 1*
- Collecter et exploiter les informations liées au projet – *Niveau de maturité 3*
- Développer une solution digitale – *Niveau de maturité 2*
- Gérer et exploiter les données massives – *Niveau de maturité 2*
- Gérer une architecture fonctionnelle SI – *Niveau de maturité 2*
- Gérer une architecture technique – *Niveau de maturité 4*
- Intégrer des outils IA/Data Science – *Niveau de maturité 2*
- Mener un diagnostic ou un test/essai technique – *Niveau de maturité 4*
- Mener un processus de test en cybersécurité – *Niveau de maturité 2*

Techniques spécifiques aux systèmes embarqués

- Concevoir l'architecture embarquée d'un système en prenant en compte les exigences de fiabilité, sécurité, poids, volume, prix – *distribution multicoeur, architectures modulaires et systèmes de systèmes, connectivité sans fil, interface et interaction entre le système, architecture modulaire...*
- Dimensionner les composants électroniques – *composants actifs et passifs, connecteurs (bus, microprocesseurs, microcontrôleurs...)*
- Gérer l'architecture des équipements matériels d'un système embarqué – *électronique analogique et numérique, architecture des processeurs...*
- Intégrer les contraintes de cybersécurité dans la conception du matériel – *cryptographie des données, sélection des composants électroniques...*
- Intégrer des solutions d'intelligence artificielle au sein des équipements embarqués – *machine learning, traitement automatique du langage naturel, data science, algorithmie...*

INGÉNIEUR IA EMBARQUÉE

Ingénieur IA embarquée, ingénieur systèmes embarqués spécialisé IA, ingénieur intelligence artificielle des systèmes embarqués

Appellations anglaises : *Embedded AI engineer*
Code ROME : *M1802 - Expertise et support en systèmes d'information*

Familles de métiers

Architecture et conception de la solution / Développement et test de la solution

Finalité

L'ingénieur en intelligence artificielle embarquée participe à la conception et au développement de solutions embarquées intégrant de l'intelligence artificielle. Il peut intervenir autant dans la conception des architectures spécifiques à l'IA que dans le développement de solutions IA et dans la sélection de matériels *hardware* adaptés. L'ingénieur en IA embarquée est également responsable de la justesse et de la sûreté des modèles d'intelligence artificielle qu'il déploie.

Missions principales

- *Mettre en œuvre des algorithmes d'intelligence artificielle dans les systèmes embarqués*

L'ingénieur en intelligence artificielle embarquée conçoit et développe des briques logicielles dédiées à l'intelligence artificielle à partir de règles algorithmiques permettant de réaliser d'importants calculs. Il participe à leur mise en œuvre dans un environnement d'exécution donné.

- *Analyser des solutions de calcul pour l'intelligence artificielle*

L'ingénieur en intelligence artificielle embarquée participe à l'évaluation et à l'analyse de solutions de calcul pour l'IA, allant des outils de programmation jusqu'aux architectures de calcul et à la sélection des composants *hardware*.

- *Réaliser les tests et la validation du système*

L'ingénieur en intelligence artificielle embarquée réalise les tests unitaires, fonctionnels et d'intégration du système pour garantir sa fiabilité et ses performances (puissance de calcul, vitesse de calcul, taille des mémoires...).

Variables spécifiques au métier

En fonction des secteurs d'application et des projets, l'ingénieur en intelligence artificielle embarquée doit répondre à diverses contraintes (consommation énergétique, puissance de calcul, calculs en temps réel, coûts...). Selon les exigences de performances des systèmes, l'ingénieur en intelligence artificielle embarquée doit maîtriser les composants électroniques spécifiques à l'intelligence artificielle et être capable de programmer directement sur ces derniers.

Contextes organisationnels

- *Taille et type d'entreprise*

Dans les TPE/PME, les missions de l'ingénieur en intelligence artificielle embarquée peuvent être intégrées au métier d'ingénieur logiciel embarqué. Dans les grands groupes et certaines TPE/PME spécialisées les besoins sont davantage tournés vers des profils disposant d'une expertise et d'une expérience professionnelle importantes en algorithmie spécifique intelligence artificielle.

- *Taille et type de projets*

En début de carrière les ingénieurs en intelligence artificielle embarquée participent davantage à l'ingénierie des tests, de validation et/ou d'intégration. Au fur et à mesure leur champ d'action s'étend et ils interviennent davantage sur dans le cadre de la conception des architectures et sur des projets de R&D.

Comportementales

- Actualiser ses connaissances et s'adapter – *Niveau de maturité 2*
- Communiquer efficacement – *Niveau de maturité 2*
- Créer et maintenir une relation client favorable – *Niveau de maturité 3*
- Faciliter les projets et transformations – *Niveau de maturité 1*
- Développer son autonomie – *Niveau de maturité 4*
- Influencer et convaincre – *Niveau de maturité 3*
- Innover et animer un processus d'innovation – *Niveau de maturité 2*
- Participer et animer un travail d'équipe – *Niveau de maturité 1*
- Suivre un cadre d'intervention défini – *Niveau de maturité 3*
- Utiliser l'anglais en contexte professionnel – *Niveau de maturité*

Organisationnelles

- Animer une démarche agile et innovante – *Niveau de maturité 1*
- Gérer un projet – *Niveau de maturité 2*
- Prioriser et hiérarchiser son activité – *Niveau de maturité 3*
- Se conformer aux normes et à la réglementation – *Niveau de maturité 3*
- Développer son autonomie – *Niveau de maturité 3*

Techniques

- Assister la maîtrise d'ouvrage en cadrage projet – *Niveau de maturité 1*
- Collecter et exploiter les informations liées au projet – *Niveau de maturité 3*
- Développer une solution digitale – *Niveau de maturité 4*
- Gérer et exploiter les données massives – *Niveau de maturité 3*
- Gérer une architecture fonctionnelle SI – *Niveau de maturité 2*
- Gérer une architecture technique – *Niveau de maturité 3*
- Participer aux projets de R&D de l'entreprise – *Niveau de maturité 3*
- Intégrer des outils IA/Data Science – *Niveau de maturité 4*
- Mener un diagnostic ou un test/essai technique – *Niveau de maturité 4*

Techniques spécifiques aux systèmes embarqués

- Développer et intégrer des solutions d'intelligence artificielle (modules prédictifs, apprentissage automatique par renforcement...) au sein des équipements embarqués – *machine learning, gestion du temps réel, traitement automatique du langage naturel, data science, rédaction des algorithmes spécialisés...*
- Participer à l'élaboration d'architectures des systèmes embarqués optimisées pour l'intégration d'intelligence artificielle – *intelligence distribuée, réseaux neuromorphiques...*
- Analyser et développer les capacités d'intelligence des solutions embarquées en mobilisant des techniques d'optimisation logicielle – *parallélisation, vectorisation, pipelining*
- Utiliser des bibliothèques spécialisées en intelligence artificielle de type OpenCV ou Nvidia
- Dimensionner les composants électroniques adaptés à l'intelligence embarquée – *microprocesseurs, microcontrôleurs, Puce d'accélération de réseaux de neurones (NPU)...*
- Programmer des algorithmes directement sur des composants électroniques de types FPGA et les processeurs SoC et MPSoC
- Maîtriser les normes et process de certifications relatifs à l'intelligence artificielle
- Assurer l'interprétabilité des modèles d'intelligence artificielle développé

INGÉNIEUR CYBERSÉCURITÉ POUR SE

Ingénieur en sécurité informatique, expert cybersécurité

Appellations anglaises : Cybersecurity engineer, IT Security Engineer, Cyber Embedded Systems Engineer

Code ROME : M1802 - Expertise et support en systèmes d'information

Famille de métiers

Architecture et conception de la solution

Finalité

L'ingénieur cybersécurité pour systèmes embarqués protège les systèmes des attaques cyber, notamment pour des applications critiques, en développant des protocoles spécifiques. Il intervient à la fois au niveau du logiciel et de l'architecture des réseaux et au niveau du matériel électronique qui compose le système.

Missions principales

- *Identifier les risques cyber liés à l'environnement des systèmes embarqués*

L'ingénieur cybersécurité pour systèmes embarqués conduit une analyse des risques potentiels auxquels s'exposent les systèmes embarqués (connectivité, risques matériels, données critiques...) afin d'identifier leurs implications au niveau technique.

- *Assurer le caractère « safe and secure by design » dans les systèmes*

L'ingénieur cybersécurité pour systèmes embarqués intervient conjointement avec les architectes et ingénieurs *safety* dans la conception des solutions et des spécifications de sûreté et sécurité. Il assure la juste prise en compte des menaces cyber à toutes les phases de la conception et du développement des systèmes.

- *Réaliser les tests de sécurité sur la partie matérielle et logicielle des systèmes*

L'ingénieur cybersécurité pour systèmes embarqués définit et met en œuvre les procédures de test relatifs à la cybersécurité du matériel et de la partie logicielle des systèmes.

Variables spécifiques au métier

L'ingénieur cybersécurité pour systèmes embarqués peut disposer d'expertises :

- *Sectorielles*

Compte tenu de la diversité du niveau de criticité des systèmes embarqués et de la diversité des réglementations relatives aux secteurs d'application, le métier d'ingénieur cybersécurité système embarqué doit maîtriser l'environnement réglementaire et technique spécifique au secteur d'application de son activité.

Contextes organisationnels

- *Taille et type d'entreprise*

Le métier d'ingénieur cybersécurité pour systèmes embarqués est davantage présent dans les entreprises de taille intermédiaire ou importante. Dans les TPE/PME les missions associées à ce métier relèvent davantage du métier d'ingénieur système embarqué. Elles peuvent toutefois employer des experts en cybersécurité notamment sur des projets de systèmes critiques pour des secteurs tels que la défense ou la santé.

- *Diffusion de l'expertise*

Le métier d'ingénieur cybersécurité pour systèmes embarqués peut également intervenir dans l'accompagnement et l'acculturation des équipes aux problématiques relatives à la cybersécurité.

Comportementales

- Actualiser ses connaissances et s'adapter – *Niveau de maturité 3*
- Communiquer efficacement – *Niveau de maturité 2*
- Créer et maintenir une relation client favorable – *Niveau de maturité 3*
- Faciliter les projets et transformations – *Niveau de maturité 1*
- Développer son autonomie – *Niveau de maturité 3*
- Influencer et convaincre – *Niveau de maturité 1*
- Innover et animer un processus d'innovation – *Niveau de maturité 3*
- Participer et animer un travail d'équipe – *Niveau de maturité 1*
- Suivre un cadre d'intervention défini – *Niveau de maturité 3*
- Utiliser l'anglais en contexte professionnel – *Niveau de maturité 2*

Organisationnelles

- Animer une démarche agile et innovante – *Niveau de maturité 1*
- Gérer un projet – *Niveau de maturité 2*
- Gérer une proposition commerciale – *Niveau de maturité 2*
- Prioriser et hiérarchiser son activité – *Niveau de maturité 3*
- Se conformer aux normes et à la réglementation – *Niveau de maturité 3*

Techniques

- Animer une concertation – *Niveau de maturité 1*
- Assister la maîtrise d'ouvrage en cadrage projet – *Niveau de maturité 1*
- Collecter et exploiter les informations liées au projet – *Niveau de maturité 3*
- Développer une solution digitale – *Niveau de maturité 2*
- Gérer une architecture fonctionnelle SI – *Niveau de maturité 3*
- Gérer une architecture technique – *Niveau de maturité 2*
- Mener un processus de test en cybersécurité – *Niveau de maturité 4*

Techniques spécifiques aux systèmes embarqués

- Maîtriser l'information bas niveaux et sélectionner les protocoles à mettre en place afin d'assurer la cybersécurité des communications des systèmes – *architecture réseau, outils d'analyse de protocole réseau, hyperviseur...*
- Participer à la sélection et à la structuration des composants électroniques pour assurer la sécurité des systèmes – *composants actifs et passifs, connecteurs (bus, microprocesseurs, microcontrôleurs...), gestion de la ségrégation des composants...*
- Gérer l'architecture des équipements matériels d'un système embarqué – *électronique analogique et numérique, architecture des processeurs...*
- Développer une solution digitale en utilisant les langages de programmation des systèmes embarqués – *Linux, C, C++...*
- Intégrer les contraintes de cybersécurité dans la conception de la solution logicielle – *sélection de l'OS, cryptographie des données, sélection des composants électroniques...*
- Réaliser les tests d'évaluation cyber des composants électroniques – *tests d'intrusion...*
- Concevoir et intégrer des protocoles de cryptographie au sein des systèmes embarqués – *cryptographie homomorphe...*
- Intégrer sur l'ensemble des niveaux des systèmes embarqués et tout au long de leur développement les exigences relatives à la cybersécurité – *noyau de systèmes d'exploitation, couche bas niveau des microprocesseurs, couches réseaux, communications/interfaces*

ARCHITECTE EN SE

Architecte logiciel embarqué, architecte système embarqué

Appellations anglaises : Embedded systems architect, Embedded software Architect

Code ROME : M1803 - Expertise et support en systèmes d'information

Famille de métiers

Architecture et conception de la solution

Finalité

Métier central au développement des systèmes embarqués, l'architecte est responsable de la conception de l'architecture des systèmes dont il a la charge. Sa vision globale et sa double maîtrise des parties logicielles et électroniques des systèmes lui permet d'intervenir et d'accompagner les équipes techniques tout au long du processus de développement.

Missions principales

- *Traduire techniquement le besoin fonctionnel*

L'architecte système embarqué supervise la définition du projet en comprenant les besoins fonctionnels exprimés et en les traduisant en une architecture système répondant aux exigences techniques et réglementaires.

- *Concevoir l'architecture d'un système embarqué*

L'architecte systèmes embarqués est responsable de la spécification des éléments techniques, de l'intégration des parties logicielles et du dimensionnement des composants électroniques du système dont il a la charge. Il prend en compte les contraintes de poids, volume, fiabilité, sécurité, et de coût dans l'élaboration d'une architecture optimale. Il attribue les exigences techniques et fonctionnelles aux différents éléments du design système et les transcrit dans le dossier d'architecture du projet.

- *Vérifier et adapter la solution*

L'architecte systèmes embarqués adapte les solutions à chaque finalité dans l'organisation (R&D, production, commerce, logistique, fonctions supports, etc.) et aux données que les applications des systèmes demandent. Il répond donc aux besoins des différents métiers et anticipe leurs évolutions, en fonction de la veille technologique qu'il effectue dans son domaine.

Variables spécifiques au métier

L'architecte en systèmes embarqués peut disposer d'expertises :

- *Sectorielles*

Compte tenu de la criticité de certains systèmes et de la diversité des normes et réglementations existantes, l'architecte systèmes embarqués doit maîtriser un environnement de contraintes variable en fonction du secteur applicatif des systèmes qu'il conçoit.

- *Technologiques*

En fonction des projets, l'architecte systèmes embarqués peut concevoir des architectures pour des systèmes simples ou des systèmes de systèmes ou systèmes cyberphysiques nécessitant des compétences en intelligence artificielle, en fonctionnement en temps réel, en fonctionnement en *cloud* ou en *edge computing*, en cybersécurité, en *model-based design*, en architectures distribuées et en intégration de processeurs multicœurs.

Contextes organisationnels

- *Taille et type d'entreprise*

Les attributions de l'architecte peuvent varier selon le type et la taille de son entreprise. Dans les TPE/PME les besoins sont plus tournés vers des profils polyvalents participant à l'ensemble des missions. Dans les entreprises plus importantes, les missions peuvent être plus spécifiques, et demander des expertises précises.

- *Dimension et type de projets*

Selon le type de projet, l'architecte système embarqué peut encadrer une équipe technique de plusieurs ingénieurs spécialisés ou non. Sur certains projets de moindre dimension, il peut au contraire être amené à assurer à la fois le rôle d'architecte et celui d'ingénieur systèmes.

ARCHITECTE EN SE

Compétences

Comportementales

- Actualiser ses connaissances et s'adapter – *Niveau de maturité 3*
- Communiquer efficacement – *Niveau de maturité 2*
- Créer et maintenir une relation client favorable – *Niveau de maturité 3*
- Faciliter les projets et transformations – *Niveau de maturité 2*
- Développer son autonomie – *Niveau de maturité 4*
- Influencer et convaincre – *Niveau de maturité 3*
- Innover et animer un processus d'innovation – *Niveau de maturité 3*
- Participer et animer un travail d'équipe – *Niveau de maturité 2*
- Suivre un cadre d'intervention défini – *Niveau de maturité 3*
- Utiliser l'anglais en contexte professionnel – *Niveau de maturité 2*
- Manager la connaissance – *Niveau de maturité 1*
- Former et transmettre ses savoirs – *Niveau de maturité 1*

Organisationnelles

- Animer une démarche agile et innovante – *Niveau de maturité 2*
- Gérer un projet – *Niveau de maturité 3*
- Gérer une proposition commerciale – *Niveau de maturité 2*
- Prioriser et hiérarchiser son activité – *Niveau de maturité 4*
- Se conformer aux normes et à la réglementation – *Niveau de maturité 3*
- Dimensionner les moyens humains ou matériels pour un projet – *Niveau de maturité 2*
- Encadrer une équipe – *Niveau de maturité 2*
- Participer aux projets de R&D de l'entreprise – *Niveau de maturité 2*

Techniques

- Animer une concertation – *Niveau de maturité 2*
- Assister la maîtrise d'ouvrage en cadrage projet – *Niveau de maturité 2*
- Collecter et exploiter les informations liées au projet – *Niveau de maturité 4*
- Développer une solution digitale – *Niveau de maturité 2*
- Gérer une architecture fonctionnelle SI – *Niveau de maturité 3*
- Gérer une architecture technique – *Niveau de maturité 3*
- Intégrer des outils IA/Data Science – *Niveau de maturité 2*
- Mener les études et la conception d'un équipement – *Niveau de maturité 4*

Techniques spécifiques aux systèmes embarqués

- Opérer les choix techniques et technologiques nécessaires à la conception et à la mise en œuvre l'architecture embarquée d'un système en prenant en modelant la répartition entre les parties matérielles et logicielles des systèmes – *distribution multicœur, architectures modulaires et systèmes de systèmes, connectivité sans fil, interface et interaction entre le système, architecture modulaire, model-based design*
- Gérer et comprendre l'architecture des équipements matériels d'un système embarqué – *électronique analogique et numérique, gestion du temps réel, architecture des processeurs...*
- Gérer et comprendre l'architecture des équipements logiciels d'un système embarqué – *Operating systems, connaissance langages C/C++ et différentes couches software (cloud, applicatif, middleware...)*
- Intégrer les contraintes de cybersécurité dans la conception du matériel et de la solution logicielle – *cryptographie des données, sélection des composants électroniques...*
- Assurer la fiabilité des systèmes conçus et anticiper leur certification

CHEF DE PROJET SYSTÈMES EMBARQUÉS

Appellations anglaises : Project leader, Project manager (Embedded systems)

Codes ROME : M1803 – Direction des systèmes d'information ; H1206 - Management et ingénierie études, recherche et développement industriel

Famille de métiers

Pilotage de projet

Finalité

Le chef de projet systèmes embarqués s'assure de la satisfaction client et de la bonne animation des équipes pendant toute la phase de développement des systèmes dont il a la charge. Il veille au respect des objectifs initiaux des projets et à la maîtrise QCD (qualité, coûts, délais) dans les limites de son périmètre contractuel. Le chef de projet est en charge d'encadrer une équipe technique et de gérer la relation avec les éventuels sous-traitants – il s'agit d'un métier stratégique nécessitant une expérience importante sur les projets systèmes embarqués.

Missions principales

- Cf. Fiche métier « Chef de projet » du référentiel métier OPIIEC (Numérique)

Variables spécifiques au secteur des systèmes embarqués

- *Techniques*

Le chef de projet systèmes embarqués anime une équipe nécessairement pluridisciplinaire, où coexistent des expertises techniques variées (*hardware, software, IA, FPGA, validation...*). Il doit disposer d'un niveau de compréhension et de connaissance suffisant pour chacune de ses dimensions techniques. L'évolution technologique des systèmes embarqués implique d'assurer la gestion de systèmes de plus en plus complexes, souvent développés selon des architectures modulaires.

- *Sectorielles*

Compte tenu de la criticité de certains systèmes et de la diversité des normes et réglementations existantes, le chef de projet systèmes embarqués doit maîtriser un environnement de contraintes variable en fonction du secteur applicatif des systèmes dont il a la charge.

Contexte organisationnel

- *Taille et type d'entreprise*

Les attributions et le portefeuille du chef de projet systèmes embarqués peuvent différer selon le type et la taille de son entreprise. La taille de l'équipe projet dont il a la charge peut varier : dans une grande entreprise, celle-ci pourra dépasser les 10-15 personnes, tandis qu'elle n'excèdera pas quelques ingénieurs dans une PME/TPE.

- *Adaptabilité*

Le chef de projets systèmes embarqués doit faire preuve de grandes capacités d'adaptation en fonction des réalités de la structure à laquelle il est intégré et des projets qu'il est amené à diriger.

CHEF DE PROJET SE

Compétences

Comportementales

- Créer et maintenir une relation client favorable – *Niveau de maturité 3*
- Innover et animer un processus d'innovation – *Niveau de maturité 1*
- Participer et animer un travail d'équipe – *Niveau de maturité 3*
- Influencer et convaincre – *Niveau de maturité 2*

Organisationnelles

- Encadrer une équipe – *Niveau de maturité 4*
- Animer une démarche agile et innovante – *Niveau de maturité 3*
- Gérer un projet – *Niveau de maturité 4*
- Dimensionner les moyens humains et matériels pour un projet ou un chantier – *Niveau de maturité 3*
- Réaliser un chiffrage et un budget – *Niveau de maturité 3*

Techniques

- Assister la maîtrise d'ouvrage en cadrage projet – *Niveau de maturité 2*
- Collecter et exploiter les informations liées au projet – *Niveau de maturité 4*
- Utiliser les outils bureautiques – *Niveau de maturité 3*
- Négocier et gérer une relation contractuelle – *Niveau de maturité 3*

Techniques spécifiques aux systèmes embarqués

- Gérer un projet de système embarqué – *étudier la faisabilité d'un projet, préconiser une solution technique, définir le périmètre et les principales phases du développement d'un système, proposer une architecture technique conforme au cahier des charges, évaluer les risques de la mise en œuvre d'un système embarqué, utiliser les outils et logiciels adaptés...*
- Superviser la conception d'une solution logicielle de système embarqué – *définir le langage de la solution et de l'infrastructure, définir le respect des normes graphiques et le temps de réponse, modéliser les solutions fonctionnelles et techniques du projet logiciel, définir l'interaction et la communication entre logiciel et matériel...*
- Superviser la conception d'une solution matérielle de systèmes embarqués – *déterminer les composants nécessaires au développement d'un système embarqué, traduire en spécifications techniques ou fonctionnelles une commande client, décrire le circuit numérique à base d'une langage de description matériel, réaliser des simulations afin de vérifier le fonctionnement des systèmes électroniques...*
- Conduire la phase de validation d'une solution de système embarqué par le contrôle des tests, de la qualité et de la sûreté – *réaliser la phase de recettage du système embarqué, superviser la réalisation des tests validant le fonctionnement de la solution, participer à la rédaction des procédures de test, superviser l'interprétation des résultats de test, assurer le respect des attendus qualité...*

ÉLECTROTECHNICIEN

Technicien en électronique embarquée,
technicien des systèmes embarqués, technicien
systèmes embarqués

Appellations anglaises : Electrical technician

Code ROME : I1304 - Installation et maintenance
d'équipements industriels et d'exploitation

Familles de métiers

Mise en œuvre et réalisation du projet / Exploitation, contrôle et durée de vie du projet

Finalité

Sous la direction d'un ingénieur en électronique embarquée, l'électrotechnicien participe aux différentes phases de conception, de développement et de validation des systèmes embarqués. Il est en charge du bon fonctionnement des équipements électroniques. Il peut également intervenir dans l'installation et la maintenance des systèmes, ainsi que dans la phase de maquettage des systèmes.

Missions principales

- *Participer à la conception et au développement/manufacturing de nouveaux produits électroniques*

L'électrotechnicien, sous la direction d'un ingénieur, participe à la création et au maquettage de nouveaux produits. Il réalise notamment des calculs des bobinages, des plans ou schémas.

- *Réaliser des tests physiques*

L'électrotechnicien participe et/ou organise des tests physiques et des essais des systèmes électroniques. Il configure et élabore les bancs de tests en vérifiant le respect des normes des équipements électroniques.

- *Effectuer des contrôles durant le processus de fabrication des équipements*

L'électrotechnicien, à l'aide d'appareils de mesure, intervient sur le processus de fabrication des équipements. Il veille à la qualité des produits fabriqués, en effectuant des contrôles en cours ou en fin de fabrication afin de repérer la cause des défauts et proposer des solutions d'amélioration.

- *Réaliser des opérations de maintenance*

L'électrotechnicien est en charge de repérer des dysfonctionnements et effectuer les réparations et remplacements nécessaires

Variables spécifiques au métier

L'électrotechnicien peut disposer d'expertises :

- *Sectorielles*

Compte tenu de la diversité des réglementations relatives aux secteurs d'application, le métier d'électrotechnicien doit maîtriser l'environnement technique et réglementaire (normes en vigueur, règles de sécurité...) spécifique au secteur d'application de son activité.

Contextes organisationnels

- *Taille et type de projets*

En fonction des projets et de la position de son entreprise dans la chaîne de valeur des systèmes embarqués (bureaux d'étude, équipementiers...), l'électrotechnicien peut intervenir davantage dans la phase de conception et/ou d'essai des systèmes embarqués, lors de la phase d'installation et de mise en service des systèmes, ou lors de la maintenance de ces équipements.

ÉLECTROTECHNICIEN

Compétences

Comportementales

- Actualiser ses connaissances et s'adapter – *Niveau de maturité 2*
- Communiquer efficacement – *Niveau de maturité 1*
- Développer son autonomie – *Niveau de maturité 1*
- Influencer et convaincre – *Niveau de maturité 1*
- Participer et animer un travail d'équipe – *Niveau de maturité 1*
- Suivre un cadre d'intervention défini – *Niveau de maturité 3*
- Utiliser l'anglais en contexte professionnel – *Niveau de maturité 1*

Organisationnelles

- Prioriser et hiérarchiser son activité – *Niveau de maturité 2*
- Se conformer aux normes et à la réglementation – *Niveau de maturité 2*
- Développer son autonomie – *Niveau de maturité 3*

Techniques

- Assister la maîtrise d'ouvrage en cadrage projet – *Niveau de maturité 2*
- Assurer la maintenance d'un équipement – *Niveau de maturité 3*
- Collecter et exploiter les informations liées au projet – *Niveau de maturité 2*
- Exploiter les solutions et matériels audiovisuels – *Niveau de maturité 1*
- Mener un diagnostic ou un test/essai technique – *Niveau de maturité 2*

Techniques spécifiques aux systèmes embarqués

- Participer aux études préliminaire et détaillée d'un projet de système embarqué – *interprétation d'un besoin client et d'un cahier des charges, modélisation des briques du système, dimensionnement et sélection des composants électroniques, rédaction de la documentation technique...*
- Développer les solutions électrotechniques liées aux systèmes embarqués – *câblage des composants électroniques, configuration du matériel, application des protocoles de mise en service...*
- Réaliser les tests et essais techniques des systèmes embarqués – *mesure des grandeurs caractéristiques du système, diagnostic de performance, identification des dysfonctionnements, proposition de solutions correctives...*
- Réaliser des opérations de maintenance des systèmes embarqués – *contrôle de circuits (avioniques, automobiles...), diagnostics de dysfonctionnement, production d'une procédure de maintenance...*
- Disposer d'une expertise sur les composants électroniques des systèmes, leur dimensionnement et leur configuration.