

# Ingénieur diplômé de l'école nationale supérieure de techniques avancées, spécialité systèmes embarqués

RNCP42292 · RNCP · Publiée

## L'essentiel

|                         |                                   |
|-------------------------|-----------------------------------|
| Niveau de qualification | Niveau 7                          |
| Sigle                   | Titre ingénieur — Titre ingénieur |
| Code(s) NSF             | 255, 255n, 326                    |
| Formacode(s)            | 24346, 31054, 32062, 15099        |
| Code(s) ROME            | H1202, H1209, H1206, H2502        |
| Type d'enregistrement   | Enregistrement de droit           |
| Date d'échéance         | 31/08/2030                        |

## Certificateur(s)

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE · SIRET : 11004401300040

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE TECHNIQUES AVANCEES · SIRET : 19750003600029

## Partenaires habilités

3 organismes habilités, d'après la liste publiée par France compétences : 3 à former et organiser l'évaluation.

| Organisme                                | SIRET          | Habilitation                     |
|------------------------------------------|----------------|----------------------------------|
| CFAI DIAFOR                              | 39048242000028 | Former et organiser l'évaluation |
| INST TECHNI INGENIEURS INDUSTRIE BRETAGN | 43878554500023 | Former et organiser l'évaluation |
| UIMM BRETAGNE FORMATION                  | 35139572800048 | Former et organiser l'évaluation |

## Résumé de la certification

### OBJECTIFS ET CONTEXTE

La présente certification vise les ingénieurs, experts du domaine de l'informatique et de l'électronique embarquées, et capables d'assurer la conception et la réalisation de systèmes complexes et innovants. Cette certification répond à la demande du monde industriel pour soutenir le développement et l'innovation dans les domaines de l'électronique.

La notion de systèmes embarqués regroupe les systèmes de pilotage électronique omniprésents dans nos sociétés. Les systèmes embarqués perçoivent en permanence leur environnement à travers l'entremise d'un ensemble de capteurs périphériques. Il s'agit ainsi pour ces systèmes de gérer des flux de données continus issus de ces capteurs, de prendre des décisions, et d'agir en retour sur ce même environnement par le biais d'actionneurs. Prises isolément, ces techniques ont un socle commun autour d'un continuum électronique. La plupart des systèmes embarqués se révèlent profondément hétérogènes incluant en particulier la maîtrise d'ensemble d'une carte électronique et la mobilisation d'un très grand nombre de concepts du champ de l'électronique analogique et numérique.

Un temps éclipsé par l'essor des technologies informatiques, l'électronique reste la clef de voûte de l'ensemble de l'ingénierie des systèmes numériques. Mieux, l'électronique connaît depuis quelques années un rebond sans précédent : objets connectés, dispositifs communicants et intelligence artificielle façonnent le futur d'une industrie qu'il faut sans cesse repenser et ré-inventer. Nous sommes aujourd'hui confrontés, d'une part à la complexité grandissante de l'électronique des systèmes embarqués, qui se manifeste par des architectures électroniques

massivement hétérogènes, remplaçables, reconfigurables et résilientes, et d'autre part à la nécessité de développer, en Europe et de France en particulier, une filière industrielle devant assurer le maintien des compétences.

Ainsi, le besoin est à la fois de répondre aux impératifs industriels et technologiques dans le développement et la mise en œuvre de process, de méthodes et d'outil performants, mais également de spécifier, concevoir et développer l'électronique analogique et numérique d'un système, les logiciels embarqués sur différents matériels (microcontrôleurs, CPU, GPU, FPGA), et le traitement de l'information associé. A ces besoins scientifiques et techniques s'ajoutent les enjeux sociétaux et environnementaux dont la prise de conscience et la prise en compte dans les décisions stratégiques et organisationnelles devient aujourd'hui primordiale.

L'objet de cette certification est ainsi de soutenir le développement d'une filière industrielle appliquée à la maîtrise des matériels électroniques et du logiciel embarqué associé. Elle est le résultat d'une réflexion menée avec les partenaires industriels de l'ENSTA, soulignée par la demande de l'UIMM Bretagne et l'ITII Bretagne de proposer des formations d'ingénieurs électroniciens qui « .... disposeront de connaissances approfondies en électronique et pourront intervenir dans différents secteurs (électronique de puissance, hyperfréquences, radiofréquences, numérique, analogique...) dans le but de concevoir, de réaliser ou de tester des ensembles électroniques. »

C'est dans ce cadre que la certification d'ingénieur de spécialité systèmes embarqués s'est construite, avec l'ambition de garantir aux diplômés et aux employeurs une véritable expertise scientifique et technologique au plus près des réalités du monde professionnel.

#### ACTIVITÉS VISÉES

L'ingénieur diplômé de l'ENSTA, spécialité systèmes embarqués, est un ingénieur opérationnel dans des fonctions de conception, de développement, d'intégration et de maintenance de systèmes informatiques et électroniques.

Il est à même de prendre des responsabilités dans des choix techniques et organisationnels, et est apte à animer des équipes pour mener des projets d'ingénierie dans un environnement international, en prenant en compte les enjeux de transition sociétale et environnementale.

Ses activités concernent :

- La spécification de l'électronique analogique et numérique d'un système embarqué
- La planification, réalisation et analyse d'études et/ou de développements numériques
- Le prototypage, conception et réalisation de cartes électroniques
- La conception et réalisation des interfaces radiofréquences
- La conception d'architectures embarquées temps-réels
- La conception de systèmes de puces et d'accélérateurs de calculs
- L'implémentation de programmes informatique pour l'embarqué
- La manipulation des outils de conception (CAO)
- La veille et analyse dans la littérature scientifique (académique et/ou industrielle)
- La veille et l'application des réglementations et des normes applicables à la conception de systèmes embarqués
- La production de rapports et la présentation oralement d'un projet, y compris en langue anglaise.
- La spécification et formalisation d'une démarche de conception de systèmes embarqués
- La mise en œuvre de méthodologies de gestion de projet et de gestion des ressources
- L'interaction avec un commanditaire (maitre d'ouvrage, maitre d'œuvre, clients, ...)
- L'animation d'une équipe scientifique et technique
- La spécification et mise en œuvre d'organisations
- La mise en œuvre d'actions de leadership
- La gestion des relations humaines en contexte professionnel

#### COMPÉTENCES ATTESTÉES

- Aptitude à se positionner en tant que référence dans le champ des sciences fondamentales de l'électronique numérique et analogique.
- Mise en œuvre des méthodes d'ingénierie de conception et d'ingénierie système dans le domaine des systèmes électroniques embarqués.
- Conception et réalisation de cartes électroniques (CAO, schéma, routage, câblage, tests et programmation).
- Prototypage de systèmes embarqués avec intégration de cartes de prototypage rapide, conception et réalisation des interfaces, et architecture avancée ( Langage VHDL).
- Manipulation des outils conceptuels de l'ingénieur dans le domaine de l'électronique numérique (les microprocesseurs, la compilation) et conception d'architectures avancées temps-réels, de systèmes de puces et d'accélérateurs de calcul.
- Implémentation de logiciel pour l'embarqué via des langages de différents niveaux (la ligne de commande,

interpréteurs, programmation procédurale), et de méthodes d'apprentissage automatique (machine learning), des réseaux de neurones, des arbres de décision, ...

- Mobilisation des outils mathématiques et statistiques de base de l'ingénieur appliquée au traitement de l'information, à l'automatique et au traitement du signal.
- Mobilisation d'outils de traitement du signal et de filtrage analogique/numérique afin de comprendre, d'analyser et de caractériser des systèmes de mesure.
- Mise en œuvre des méthodologies de gestion de projet, de coordination de travail d'équipes d'experts scientifiques et techniques, et de pilotage d'études en pouvant préciser les méthodes et outils à employer et les niveaux de qualité et de performance attendus.
- Mobilisation des principes de gestion financière et de macro économie afin de pouvoir évaluer les bilans et appréhender ces éléments de gestion dans une stratégie d'entreprise.
- Raisonnement critique et conscience des enjeux et des risques stratégiques liés au management de l'innovation et à la gestion de la connaissance scientifique et technique afin de prendre des décisions en étant conscient du contexte et en ayant un comportement responsable.
- Pratique orale et écrite en langue anglaise, et application des techniques de la communication propre à l'entreprise anglophone afin de comprendre et interagir avec des interlocuteurs internationaux en autonomie.
- Mise en œuvre des actions de management (gestion des ressources, gestion d'indicateurs, gestion de crise, pilotage d'objectifs, ...) et faire preuve de leadership (motivation, exemplarité, ...) afin d'accompagner l'entreprise et ses membres dans la définition et la mise en œuvre des décisions stratégiques et organisationnelles.
- Application du cadre juridique des discriminations, du harcèlement et des violences sexuelles et sexistes, et appréhension de leurs réalités dans les organisations afin de pouvoir diagnostiquer des situations et agir pour y remédier.
- Identification et analyse des comportements dans le cadre des relations humaines, y compris l'autoévaluation, et savoir mettre en œuvre des moyens d'actions afin de pouvoir intervenir dans l'optimisation du travail en équipe.
- Conscience des organisations fonctionnelles et hiérarchiques et de leurs règles afin d'adapter son comportement dans le cadre des relations humaines et professionnelles.

## Blocs de compétences

### **RNCP42292BC01 — Gérer un projet d'étude, de conception, ou de mise en œuvre d'une architecture de systèmes embarqués**

#### LISTE DE COMPÉTENCES

- Mettre en œuvre des méthodologies de gestion de projet et s'approprier et structurer la réalisation d'un projet de développement de tout ou partie d'un système électronique embarqué en prenant en compte son objectif, son contexte et les ressources humaines et matérielles disponibles afin de satisfaire l'attendu des commanditaires.
- Assurer le pilotage d'études d'un système électronique en pouvant préciser les méthodes et outils à employer et les niveaux de qualité et de performance, afin de répondre à l'attendu et coordonner le travail d'équipes d'experts du domaine.
- Identifier les objectifs et analyser les enjeux stratégiques liés au développement d'un système embarqué.
- Identifier les composants et les concepts scientifiques et techniques (prototypage analogique et numérique, modélisation logicielle, ...) afin de spécifier le besoin et l'attendu d'un projet.
- Mettre en œuvre des actions de management (gestion des ressources, gestion d'indicateurs, gestion de crise, pilotage d'objectifs, ...) et faire preuve de leadership (motivation, exemplarité, ...), afin d'assurer le déroulement d'un projet.
- Utiliser la langue anglaise et appliquer les techniques de la communication propre à l'entreprise anglophone, afin de pouvoir communiquer et interagir avec des interlocuteurs internationaux sur le projet, en autonomie.
- Rédiger un rapport écrit (y compris en anglais) qui présente le contexte, l'objectif, les résultats et une analyse, en respectant un format défini par un cahier des charges et en respectant des règles de style et d'orthographe.
- Faire une présentation orale (y compris en anglais) claire, exacte, structurée et synthétique, devant un public en utilisant un support de présentation audio-visuelle respectant un cahier des charges et des modalités de présentation imposées.

#### MODALITÉS D'ÉVALUATION

Projet en équipe avec rédaction d'un rapport et soutenance orale.

La capacité de gestion et d'organisation est également analysée sur la base de missions d'études en entreprise

validées par des rapports et soutenances orales, et par des appréciations données par le maître d'apprentissage sur la base de critères d'évaluation.

Évaluations individuelles multimodales de l'usage des langues sur la base de restitutions écrites et orales sur des sujets de réflexions sociétales, culturelles ou technologique

## **RNCP42292BC02 — Réaliser une étude technique et modéliser un système embarqué**

### **LISTE DE COMPÉTENCES**

- Établir le cahier des charges fonctionnel d'un système électronique embarqué en lien avec son environnement en définissant les interfaces externes, les contraintes techniques et en maintenant une testabilité permanente.
- Choisir et utiliser un environnement de développement, une forge logicielle et les technologies d'intégration continues afin de s'adapter à un système embarqué.
- Définir et rationaliser les interfaces numériques et analogiques des capteurs, des actionneurs et des transmetteurs d'un système électronique embarqué en lien avec les fonctions du système et en s'appuyant sur les critères fournis par l'informatique, l'automatique et le traitement du signal.
- Spécifier les fonctions d'un système embarqué et proposer différentes solutions d'architecture physique en combinant électronique analogique et numérique.
- Mobiliser les outils mathématiques et statistiques de l'ingénieur et les outils du traitement du signal et de filtrage analogique/numérique afin de décrire, d'analyser et de caractériser un système électronique.

### **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

- Évaluation sur table sur la base de résolutions d'exercices et de restitution des connaissances. L'évaluation est individuelle.
- Implémentation et/ou définition des algorithmes en manipulant les concepts algorithmiques pour répondre à un problème donné.
- Projet ou Bureau d'études individuel ou en binôme comprenant la mise en œuvre d'outils et de méthodes métiers imposés pour répondre à un problème donné.
- La mise en œuvre des savoirs et des outils est aussi analysée sur la base de missions d'études en entreprise validées par des rapports et soutenances orales, et par des appréciations données par le maître d'apprentissage sur la base de critères d'évaluation. Les missions en entreprise concernent des études de cas spécifiques (rédaction d'une spécification, architecture matériel/logiciel, traçabilité des exigences, intégration et tests, calcul de coûts).

## **RNCP42292BC03 — Développer l'informatique et l'électronique analogique et numérique d'un système embarqué**

### **LISTE DE COMPÉTENCES**

- Manipuler les outils de conception numérique (CAO) afin de concevoir une carte électronique.
- Mettre en œuvre les outils et méthode de construction de cartes électronique (schéma, routage, câblage, tests et programmation).
- Modéliser et prototyper le traitement de l'information nécessaire au système embarqué en utilisant un langage de haut niveau (Matlab, Python, Java) afin de permettre au système embarqué d'intégrer les ressources processeur, mémoire et les interfaces.
- Utiliser les outils scientifiques de l'ingénieur (machine learning, automatique, traitement du signal, chiffres et codes) ainsi que les techniques spécifiques (OS, temps réel, architectures dédiées) afin d'implémenter le traitement de l'information lié à un système embarqué.
- Concevoir et mettre en œuvre des développements numériques avec des langages informatiques de plusieurs niveaux et des chaînes analogiques afin de mettre en place un développement piloté par les tests unitaires et fonctionnels, logiciels et matériels.

### **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

- Projet ou Bureau d'études individuel ou en binôme comprenant la mise en œuvre d'outils et de méthodes métiers imposés pour répondre à un problème de conception et de réalisation de cartes électroniques.
- Travaux pratiques mettant en œuvre des moyens d'essais et de mesures avec intégration de cartes de prototypage rapide avec Arduino, Raspberry Pi, ESP32 et interfaces capteurs sur étagère, implémentation avec langage de haut niveau de type Python ou Arduino.
- Rédaction de rapports de synthèse et/ou exposés oraux vécue par un élève ou rapportée. Évaluation par équipe projet ou individuelle.
- Implémentation et/ou définition des algorithmes en manipulant les concepts algorithmiques pour répondre à un problème donné.

- La mise en œuvre des savoirs et des outils est aussi analysée sur la base de missions d'études en entreprise validées par des rapports et soutenances orales, et par des appréciations données par le maître d'apprentissage sur la base de critères d'évaluation. Les missions en entreprise concernent les développements sur des cas spécifiques dépendant du terrain d'alternance.

## **RNCP42292BC04 — Gérer des personnels et des organisations**

### **LISTE DE COMPÉTENCES**

- Mobiliser les principes de gestion financière, de macro économie et du droit du travail afin de pouvoir évaluer les bilans et appréhender ces éléments de gestion dans une stratégie d'entreprise.
- Mettre en œuvre des outils et méthodes de management de la qualité afin de pouvoir diagnostiquer des processus internes et proposer des axes de développement.
- Faire preuve d'un esprit critique et avoir conscience des enjeux et des risques stratégiques liés au management de l'innovation et à la gestion de la connaissance scientifique et technique afin de prendre des décisions en étant conscient de la situation de la filière électronique.
- Mettre en œuvre des actions de management (gestion des ressources, gestion d'indicateurs, gestion de crise, pilotage d'objectif, ...) et faire preuve de leadership (motivation, exemplarité, ...) afin d'accompagner l'entreprise et ses membres dans la définition et la mise en œuvre des décisions stratégiques et organisationnelles.
- Utiliser le cadre juridique des discriminations, du harcèlement et des violences sexuelles et sexistes, et appréhender leurs réalités dans les organisations afin de pouvoir diagnostiquer des situations et agir pour y remédier.
- Analyser les comportements dans le cadre des relations humaines, y compris l'auto-évaluation, et mettre en œuvre des moyens d'actions afin de pouvoir intervenir dans l'optimisation du travail en équipe.

### **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

- Évaluation sur table sur la base de résolutions d'exercices et de restitution des connaissances. L'évaluation est individuelle.
- Simulation de situation sous la forme de jeux d'entreprise (un challenge de création d'entreprise est organisé lors du colloque de l'ITII ) et évaluation par équipe.
- Rédaction de rapports de synthèse et/ou exposés oraux vécue par un élève ou rapportée. Évaluation par équipe projet ou individuelle.
- Sur la base d'un scénario imaginaire réaliste ou d'une situation réelle documentée, mise en œuvre d'un exercice de gestion de crise réalisé en groupe sous la forme de jeux de rôles. L'évaluation est commune à l'ensemble du groupe d'élèves.
- Activité sportive et management d'équipes.
- Les compétences liées à la prise de responsabilité et à la gestion d'équipe sont également validées par l'appréciation du maître d'apprentissage pendant les séquences en entreprise sur la base de mises en situation réelles.

## **Secteur d'activité et type d'emploi**

### **SECTEURS D'ACTIVITÉS**

Les secteurs d'activités visés sont principalement l'électronique, la microélectronique, l'informatique industrielle, la robotique et les systèmes autonomes et intelligents.

Les propositions d'emplois émanent de grandes entreprises et des PME répondant aux prestations de services en électronique appliqués aux domaines de la défense et de l'aéronautique, de l'énergie, du transport ou de l'espace.

### **TYPE D'EMPLOIS ACCESSIBLES**

Les détenteurs de la certification occupent, dans le domaine des systèmes embarqués, des fonctions de :

- ingénieur concepteur de systèmes électroniques embarqués,
- ingénieur développement logiciel embarqué,
- ingénieur intégrateur de systèmes embarqués,
- ingénieur architecte système,
- ingénieur manager de projets systèmes embarqués.

## Marché du travail

Indicateurs au niveau des familles professionnelles (FAP) des métiers visés, agrégés au niveau national — France Travail / DARES (open data).

|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tension de recrutement (DARES 2024) | Très élevée (5/5)<br>Moyenne pondérée par l'emploi ; les familles ci-dessous s'échelonnent de 4 à 5 sur 5.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Facteurs principaux                 | Manque de main-d'œuvre disponible                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Salaire médian (mensuel)            | 2 876 €                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Familles professionnelles (FAP)     | E5X70 — Techniciens des industries de process · tension 4/5 (Élevée)<br>E5X80 — Agents de maîtrise et assimilés des industries de process · tension 5/5 (Très élevée)<br>H0X91 — Techniciens du dessin industriel · tension 5/5 (Très élevée)<br>H1X90 — Ingénieurs et cadres de fabrication et de la production · tension 4/5 (Élevée)<br>N0X70 — Techniciens d'étude, recherche et développement · tension 5/5 (Très élevée)<br>N1X90 — Ingénieurs et cadres d'étude, recherche et développement (industrie) · tension 5/5 (Très élevée) |
| Projets de recrutement (BMO 2026)   | 26 625                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Jugés difficiles à recruter         | 45 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Emplois saisonniers                 | 7 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Familles professionnelles (FAP)     | E5X70 — Techniciens des industries de process<br>E5X80 — Agents de maîtrise et assimilés des industries de process<br>H0X91 — Techniciens du dessin industriel<br>H1X90 — Ingénieurs et cadres de fabrication et de la production<br>N0X70 — Techniciens d'étude, recherche et développement<br>N1X90 — Ingénieurs et cadres d'étude, recherche et développement (industrie)                                                                                                                                                               |

## Voies d'accès

### MODALITÉS D'ACCÈS

Formation continue, Apprentissage, VAE

### PRÉREQUIS À L'ENTRÉE EN FORMATION

L'entrée en formation se fait après avoir validé un diplôme de niveau 6 (licence BUT), ou présenté un excellent dossier après avoir validé un niveau 5 (CPGE, BUT2) dans les domaines, entre autres, du génie électrique et informatique industrielle, de la mesure physique et des systèmes numériques.

### PRÉREQUIS À LA VALIDATION

Outre la validation des compétences détaillées ci-dessus, l'apprenant obtient le titre – ingénieur diplômé de l'école nationale supérieure de techniques avancées, spécialité systèmes embarqués, – sous condition de :

- Pour la langue anglaise, validation par un test externe du niveau B2 du référentiel CECRL.
- Validation de l'aptitude à travailler à l'international, attestée par une obligation de mobilité à l'international (durée de 12 semaines minimum).

### COMPOSITION DU JURY — FORMATION CONTINUE, APPRENTISSAGE

- Le directeur général de l'ENSTA ou son représentant ;
- Le directeur de la formation de l'ENSTA ou son représentant ;
- Le responsable du cycle de formation d'ingénieurs par alternance ou son représentant ;
- Le directeur des relations internationales de l'ENSTA ou son représentant ;
- Un représentant choisi parmi les enseignants-chercheurs ;
- Deux représentants des entreprises partenaires, dont au moins un ancien élève de l'école ;

- Deux représentants des centres de formation d'apprentis ou des organismes de formation professionnelle continue partenaires.

#### COMPOSITION DU JURY — VAE

- Le directeur général de l'ENSTA ou son représentant ;
- Le directeur de la formation de l'ENSTA ou son représentant ;
- Le responsable du cycle de formation d'ingénieurs par alternance ou son représentant ;
- Deux représentants choisis parmi les enseignants-chercheurs ;
- Deux représentants des entreprises partenaires ;
- Deux représentants des centres de formation d'apprentis ou des organismes de formation professionnelle continue partenaires.

## Base légale

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| Date d'échéance de l'enregistrement | 31/08/2030 |
|-------------------------------------|------------|

|                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| Date de dernière délivrance possible | 31/08/2033 |
|--------------------------------------|------------|

## Liens avec d'autres certifications

#### ANCIENNES VERSIONS

RNCP41162

## Pour plus d'informations

### Fiche officielle (France Compétences)

<https://www.francecompetences.fr/recherche/rncp/42292/>

## Se former en apprentissage

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Formations en apprentissage | 1 |
|-----------------------------|---|

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Organismes gestionnaires (CFA) | 1 |
|--------------------------------|---|

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Organismes formateurs | 1 |
|-----------------------|---|

|                   |   |
|-------------------|---|
| Régions couvertes | 1 |
|-------------------|---|

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Départements couverts | 1 |
|-----------------------|---|

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Organismes certifiés Qualiopi | 1 |
|-------------------------------|---|

|          |                      |
|----------|----------------------|
| Sessions | de 09/2024 à 08/2029 |
|----------|----------------------|

Catalogue des formations en apprentissage — réseau des Carif-Oref. Sans frais pour l'alternant : formation financée par l'OPCO de la branche (NPEC).