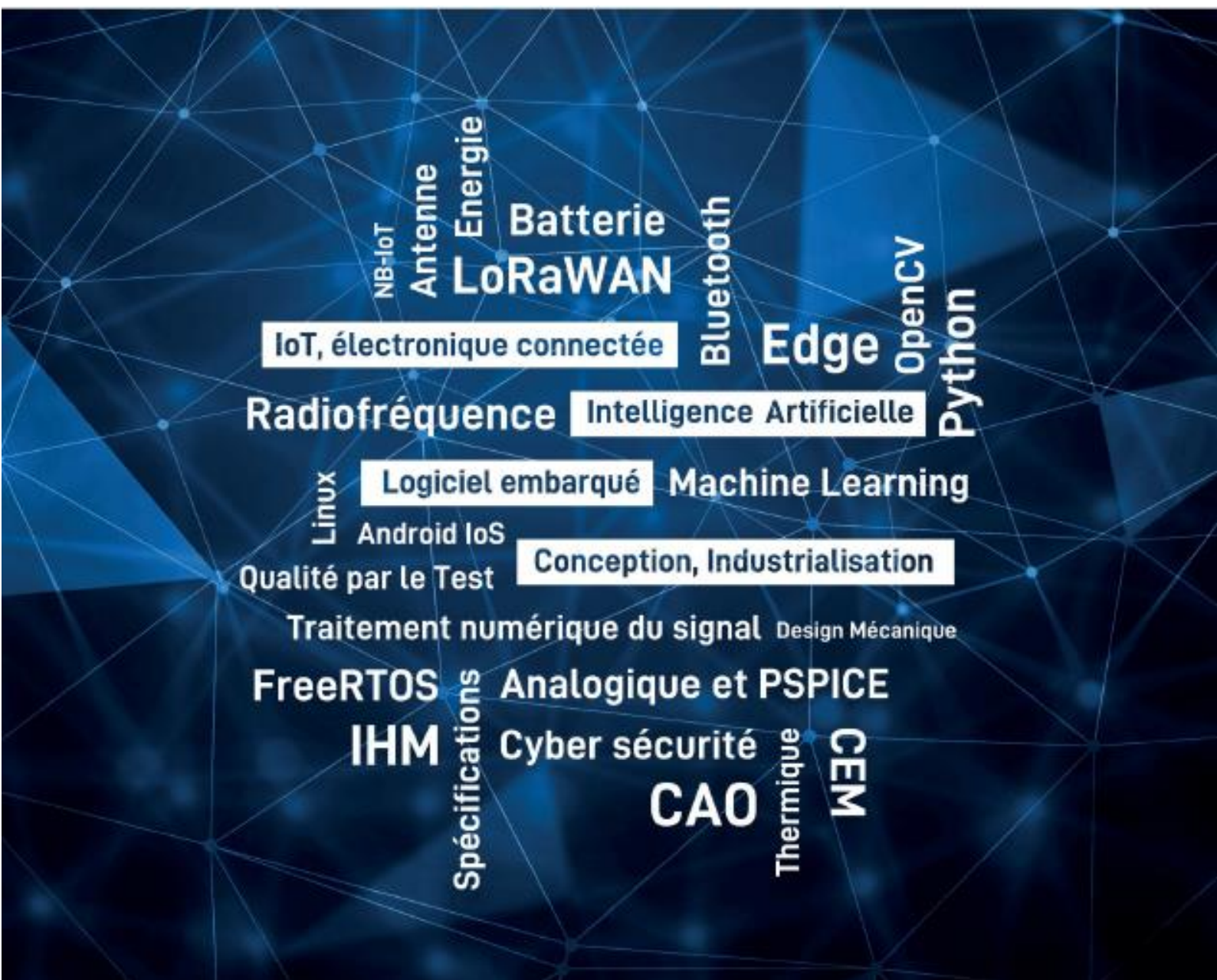


# CATALOGUE DES FORMATIONS 2022

FORMATIONS EN PRESENTIEL OU A DISTANCE, EN INTER OU INTRA-ENTREPRISES



■ ■ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

La certification qualité a été délivrée au titre de la catégorie d'action suivante :  
ACTIONS DE FORMATION

# A PROPOS DE CAP'TRONIC

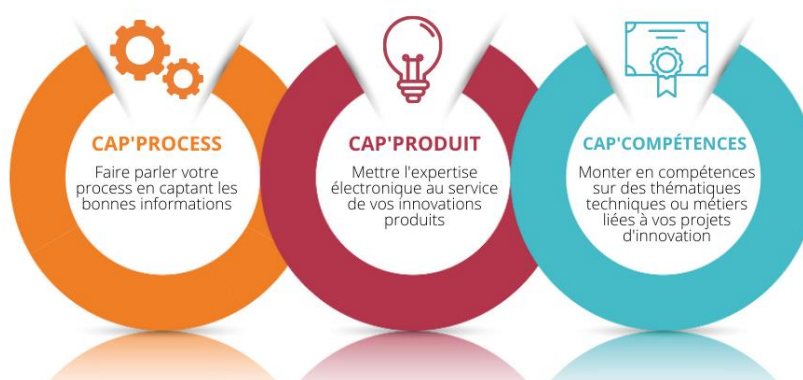
**L'expertise "systèmes électroniques" au service de l'innovation de vos produits et de vos process de production.**

Le programme CAP'TRONIC, porté par l'association **JESSICA France**, a été fondé **il y a 30 ans** par le **CEA** (Commissariat à l'Énergie Atomique et aux énergies alternatives) et **Bpifrance** (Banque Publique d'Investissement).

La mission de CAP'TRONIC, en qualité d'expert en électronique reconnu, est d'accompagner les entreprises françaises dans la transformation numérique de leurs produits et process de production grâce aux systèmes électroniques connectés.

Elle est mise en œuvre par une équipe de 15 ingénieurs, répartis sur **tout le territoire national**, au plus près des entreprises locales et bénéficie du **soutien des dispositifs régionaux**.

## SYSTÈMES ÉLECTRONIQUES



Cette mission se décline en deux types de services :

- **L'ACCOMPAGNEMENT** : réalisé par les ingénieurs-conseils CAP'TRONIC, présents en région, ils portent sur les produits (**CAP'PRODUIT**) ou les process de production (**CAP'PROCESS**) des entreprises françaises.

Exemples : consolider la problématique initiale, identifier les verrous techniques ou technologiques d'un projet, étudier la faisabilité, constituer un dossier de consultation et d'industrialisation, effectuer le suivi technique et opérationnel d'un projet...

L'ingénieur-conseil CAP'TRONIC vous conseille dans la construction de votre projet de mise en œuvre de solutions électroniques aussi bien sur un plan technique que sur un plan économique.

L'ingénieur-conseil CAP'TRONIC vous orientera également vers les aides à l'innovation les plus adaptées à votre projet.

- **LES FORMATIONS (CAP'COMPÉTENCES)** : organisme de formations certifié Datadock et QUALIOPi pour ses actions de formations, CAP'TRONIC dispense chaque année près de 100 sessions partout en France et à distance. L'offre de formation, orientée électronique et logiciel embarqué, est composée de **thématiques techniques** (Machine Learning, Lora Wan, Bluetooth, Risc-V, NB-IoT, cybersécurité...) et **métiers** (méthode agile, Test Driver Development, aide à la rédaction d'un cahier des charges...).

Organisées sous forme de **sessions pratiques de 2 à 3 jours assurées par des experts du domaine**, les formations CAP'TRONIC s'adressent soit aux ingénieurs, techniciens électroniciens ou logiciel embarqué qui souhaite monter en compétence sur la mise en œuvre de solutions spécifiques, soit aux dirigeants et chefs de projets qui souhaitent mieux appréhender les spécificités d'un projet d'innovation incluant des systèmes électroniques.

# CAP'COMPETENCES

## CAP'COMPETENCES, LES THEMATIQUES DE FORMATIONS

Les formations CAP'TRONIC répondent à plusieurs besoins. Vous pourrez notamment monter en compétence sur des **aspects purement techniques liés aux systèmes électroniques**. Vous pourrez également prendre en compte de **nouvelles notions** telles que la cybersécurité, les sources d'énergie ou encore vous mettre à jour sur la connectivité radiofréquence et les normes et réglementations (CEM, RED, marquage CE.). Vous pourrez monter en compétence sur des **problématiques métiers**, liées à la gestion d'un projet d'innovation allant de la formation méthodologique de conduite de projet (méthode TDD pour "Test Driven Development", méthode Agile, création de valeur avec l'IoT...), jusqu'à des formations plus ciblées sur des problématiques de conception ou d'industrialisation.

Mêlant **théorie et pratique**, les formations CAP'TRONIC sont construites à partir de remontées terrains, au plus proche des besoins et projets actuels des entreprises françaises.

## CAP'COMPETENCES, EN CHIFFRES



## LES FORMATIONS SUR CATALOGUE

Le catalogue de formations a été spécialement conçu pour vous donner une **vue claire et exhaustive de toute l'offre de formations CAP'COMPETENCES**. Tous les programmes détaillés des formations inter-entreprises sont disponibles sur le catalogue et sur notre site Internet. Si toutefois vous avez une question pratique ou technique, une équipe dédiée répond à vos demandes.

**Une réduction est accordée aux adhérents de notre association.** Pour en savoir plus sur les avantages adhérents, rendez-vous à la fin du catalogue.

## LES FORMATIONS INTRA-ENTREPRISES

Toutes les formations du catalogue sont disponibles en intra-entreprises. Au plus près des besoins et problématiques des entreprises françaises, nous pouvons également vous proposer des formations intra-entreprises, **sur-mesure**, pour vous et vos équipes.

## LES FORMATIONS A DISTANCE

Nous proposons une large offre de formations à distance, à l'aide d'outils de travail collaboratifs performants et toujours réalisées avec le support de nos ingénieurs-conseils, présents lors des formations.

Nous mettons tout en œuvre pour rendre ces **formations interactives** à travers des travaux pratiques et des études de cas réalisées même à distance. L'offre à distance permet de suivre des formations où que vous soyez en France, vous permettant de réaliser ainsi des économies sur les frais de déplacement.

## CERTIFICATION QUALIOP1

Notre certification QUALIOP1 vous garantit un process certifié sur nos actions de formation, et permet un financement des formations CAP'TRONIC par votre Opérateur de Compétences (OPCO).



La certification qualité a été délivrée au titre de la catégorie d'action suivante :  
ACTIONS DE FORMATION

# SOMMAIRE

## METHODOLOGIE ET GESTION DE PROJET

---

**Gestion des achats pour la maîtrise des coûts de mon produit ..... 10**

Les 03 et 04 octobre 2022 - Formation à distance

**Méthode Agile : découverte de SCRUM ..... 12**

Le 22 septembre 2022 - Formation à distance

**Gestion de l'obsolescence des composants électroniques : Assurez la pérennité de vos équipements ! ..... 14**

Les 20 et 21 juin 2022 - Formation à distance

## IOT & PROTOCOLE DE COMMUNICATION

---

**Concevoir l'antenne d'un objet connecté IoT : Caractérisation, mesure, optimisation ..... 16**

Les 17 au 18 mars 2022 - 11 au 12 octobre 2022 - Formation à distance

**Protocoles de communication pour l'IoT : de la RFID à la 5G..... 18**

Du 22 au 24 mars 2022 - Du 20 au 22 septembre 2022 - Formation à distance

**Introduction et Sensibilisation aux plateformes IOT..... 20**

Les 19 et 20 avril 2022 - Formation à distance

**Choisir la fréquence radio d'un produit IoT à partir de son usage..... 22**

Du 10 au 12 mai 2022 (matin) - Formation à distance

**Conception d'un produit LoRaWAN..... 24**

Les 19 et 20 mai 2022 - Formation à distance

**Développer un IoT : spécification, conception et industrialisation ..... 26**

Les 21 et 22 juin 2022 - Formation à distance

**Mise en œuvre de Bluetooth Low Energy ..... 28**

Les 16 et 17 juin 2022 - Villefontaine (38)

**Introduction à la conception d'un système radiofréquence ..... 30**

Les 06 et 07 juillet 2022 - Formation à distance

**Intégration d'une solution radio dans vos systèmes connectés par la pratique ..... 32**

Du 13 au 15 juin 2022 - Gardanne (13)

LOGICIEL EMBARQUE

---

<b>Le langage C++ pour l’Embarqué .....</b>	<b>34</b>
Les 15 et 16 février 2022 - Formation à distance	
<b>Langage C++ pour l’Embarqué, perfectionnement.....</b>	<b>36</b>
Les 05 et 06 juillet 2022 - Formation à distance	
<b>Initiation au temps réel avec FreeRTOS sur STM32 .....</b>	<b>38</b>
Du 17 au 19 mai 2022 - Formation à distance	
<b>Le Microcontrôleur STM32 par la pratique .....</b>	<b>40</b>
Du 1 <sup>er</sup> au 3 juin 2022 - Gardanne (13)	
<b>Qt Widgets pour votre IHM .....</b>	<b>42</b>
Du 17 au 20 mai 2022 - Formation à distance	
<b>Qt Quick pour votre IHM .....</b>	<b>44</b>
Du 4 au 7 octobre 2022 - Formation à distance	
<b>Qt : les fondations pour votre IHM .....</b>	<b>46</b>
Du 21 au 25 novembre 2022 - Formation à distance	
<b>Linux Temps Réel .....</b>	<b>48</b>
Les 10 et 11 mai 2022 - Formation à distance	
<b>UML/SysML pour la modélisation d’un système .....</b>	<b>50</b>
Les 15 et 16 mars 2022 - Formation à distance	
<b>Noyau Linux et développement de drivers .....</b>	<b>52</b>
Du 11 au 13 avril 2022 - Formation à distance	
<b>Initiation aux techniques modernes de traitement numérique du signal pour l’Embarqué .....</b>	<b>54</b>
Les 14 et 15 septembre 2022 - Formation à distance	
<b>Gestion du logiciel embarqué - Rédiger correctement un document de spécifications .....</b>	<b>56</b>
Les 9 et 10 mars 2022 - Les 29 et 30 novembre 2022 - Formation à distance	
<b>Concevoir un système embarqué Linux avec YOCTO .....</b>	<b>58</b>
Les 12 et 13 avril 2022 - Formation à distance	
<b>Des outils pour fiabiliser son code embarqué : le TDD « Test Driven Development » .....</b>	<b>60</b>
Les 18 et 19 mai 2022 - Formation à distance	
<b>Une méthodologie pour fiabiliser son code embarqué. le TDD « Test Driven Development » .....</b>	<b>62</b>
Les 16 et 17 mai 2022 - Formation à distance	

<b>Bus CAN, le protocole J1939 et ses déclinaisons .....</b>	<b>64</b>
Le 5 juillet 2022 - Formation à distance	
<b>Développez un Système embarqué sur SoC FPGA .....</b>	<b>66</b>
Du 17 au 19 mai 2022 - Formation à distance	
<b>Le Langage VHDL .....</b>	<b>68</b>
Du 4 au 6 octobre 2022 - Orléans (45)	
<b>Android pour smartphones et tablettes .....</b>	<b>70</b>
Les 10 et 11 mai 2022 - Labège (31)	
<b><u>IA, MACHINE LEARNING, DEEP LEARNING</u></b>	
<b>Initiation au Deep learning.....</b>	<b>72</b>
Du 14 au 17 juin 2022 - Formation à distance	
<b>IA : Les bases pour comprendre les technologies et les enjeux.....</b>	<b>74</b>
Les 05 et 06 avril 2022 - Formation à distance	
<b>Initiation au langage Python .....</b>	<b>76</b>
Les 14 et 15 juin 2022 - Formation à distance	
<b>Initiation au Machine learning .....</b>	<b>78</b>
Du 15 au 18 mars 2022 - Formation à distance	
<b>Machine Learning pour le traitement d'image .....</b>	<b>80</b>
Du 21 au 23 juin 2022 - - Labège (31)	
<b>Les algorithmes pour l'IA.....</b>	<b>82</b>
Les 18 au 19 octobre 2022 - Labège (31)	
<b><u>NORMES &amp; CERTIFICATION</u></b>	
<b>Développement technique des dispositifs médicaux pour aboutir à la certification.....</b>	<b>84</b>
Les 29 et 30 mars 2022 - Les 18 et 19 octobre 2022 - Formation à distance	
<b>Conception CEM des équipements électroniques : du PCB au système .....</b>	<b>86</b>
Du 7 au 9 juin 2022 - Du 6 au 8 décembre 2022 - Formation à distance	
<b>Conception CEM des équipements électroniques : du PCB au système .....</b>	<b>88</b>
Du 05 au 07 avril 2022 - Talence (33)	
<b>La CEM par la pratique : comprendre des phénomènes complexes à l'aide de montages simples.....</b>	<b>90</b>
Le 06 octobre 2022 - Toulouse (31)	

**CEM : comprendre les phénomènes ,évaluer et pré-qualifier..... 92**

1<sup>er</sup> semestre (Juin ou juillet) 2022 - Orléans (45)

**Sécurité FERROVIAIRE : les EN 50126, 50128 et 50129 et leurs évolutions ..... 94**

Les 17 et 18 mai 2022 - Formation à distance

**GESTION DE L'ENERGIE**

---

**La thermique pour l'électronique..... 96**

Du 5 au 8 avril 2022 - Formation à distance

**Batteries, piles, chargeurs et solutions d'alimentation avec stockage pour les systèmes autonomes ..... 98**

Les 13 et 14 avril 2022 - Les 28 et 29 septembre 2022 - Formation à distance

**Electronique de puissance : Conversion d'énergie et alimentations à découpage ..... 100**

Du 23 au 25 mai 2022 - Formation à distance

**Electronique de puissance perfectionnement : Modélisation, simulation d'un convertisseur DC/DC ..... 102**

Du 11 au 13 octobre 2022 - Massy (91)

**CONCEPTION & INDUSTRIALISATION**

---

**Comprendre les contraintes de l'industrialisation pour réussir la conception de vos cartes électroniques .. 104**

Du 11 au 13 mai 2022 - Formation à distance

**Eco-conception des systèmes électroniques et services numériques associés..... 106**

Les 17 et 18 mai 2022 - Villefontaine (38)

**Intégrer de l'électronique à vos designs mécaniques ..... 108**

Les 1 et 2 juin 2022 - Formation à distance

**Industrialisation cartes et sous-ensembles électroniques : Conduite de projet ..... 110**

Le 7 et 8 juin 2022 - Formation à distance

**Conception IPC intégrée, des Circuits imprimés Flexibles ..... 112**

Les 1<sup>er</sup> et 2 juin 2022 - Villefontaine (38)

**Fiabilité des composants électroniques..... 114**

Les 5 et 6 juillet 2022 - Formation à distance

**Sécurité Fonctionnelle et Sûreté de Fonctionnement en conception électronique ..... 116**

Les 28 au 29 septembre 2022 - Formation à distance

**Comment faire du routage dans les règles de l'art ..... 118**

Les 1<sup>er</sup> et 02 juin 2022 - Labège (31)

**CYBERSECURITE**

---

**Hacking et contre-mesure : Protégez votre réseau informatique et votre infrastructure IoT..... 120**

Les 25 et 26 janvier 2022 - Les 30 et 31 mai 2022 - Formation à distance

**Introduction à la Cybersécurité Industrielle ..... 122**

Le 17 mars 2022 - Formation à distance

**Sécurité des systèmes embarqués et des objets connectés. : comprendre les attaques hardware/software pour se prémunir ..... 124**

Du 6 au 8 avril 2022 - Formation à distance

**La sécurité des systèmes embarqués et des objets connectés ..... 126**

Du 14 au 16 juin 2022 - Labège (31)

**Architecture Cybersécurisée des Systèmes Industriels ..... 128**

Du 12 au 14 septembre 2022 - Formation à distance

**LES FORMATIONS A LA DEMANDE**

---

**Sensibilisation à la conformité ATEX ..... 130**

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise - Formation à distance ou en présentiel

**Créer de la valeur avec l’Internet des objets : pourquoi pas moi ? ..... 132**

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise - Formation à distance ou en présentiel

**Maîtrise des ESD ..... 134**

Sur demande - Formation dispensée en intra-entreprise - Formation en présentiel

**Maîtrise des ESD pour coordinateur..... 136**

Sur demande - Formation dispensée en intra-entreprise - Formation en présentiel

**Prévention et maîtrise des ESD ..... 138**

Sur demande - Formation dispensée en intra-entreprise - Formation en présentiel

**Sécurité FERROVIAIRE : les EN 50126, 50128 et 50129 et leurs évolutions ..... 140**

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise - Formation à distance ou en présentiel

**Simplifiez la gestion de vos développements logiciels embarqués et cloud : initiez-vous aux outils d’une forge logicielle ..... 142**

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise - Formation à distance ou en présentiel

**Initiez-vous au framework multimédia Gstreamer sur cible ..... 144**

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise - Formation en présentiel



<b>Introduction à ROS .....</b>	<b>146</b>
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise - Formation à distance ou en présentiel	
<b>Process et conception d’interfaces graphiques multi-plateformes avec MicroEJ .....</b>	<b>148</b>
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise - Formation à distance ou en présentiel	
<b>Process et conception de plateformes virtuelles embarquées avec MicroEJ .....</b>	<b>150</b>
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise - Formation à distance ou en présentiel	
<b>ROS et la fusion de données.....</b>	<b>152</b>
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise - Formation en présentiel	
<b>Introduction à l’Industrie 4.0.....</b>	<b>154</b>
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise - Formation à distance ou en présentiel	
<b>Introduction à la CEM – tracé de circuits .....</b>	<b>156</b>
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise - Formation en présentiel	

CONTACTEZ-NOUS POUR TOUTES INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES SUR CES FORMATIONS

INTRA-ENTREPRISES : [FORMATION@CAPTRONIC.FR](mailto:FORMATION@CAPTRONIC.FR)

## Gestion des achats pour la maîtrise des coûts de mon produit

*La croissance d'une entreprise n'est pas uniquement assurée par les ventes. La bonne gestion des achats assure également sa capacité à maîtriser les coûts de son produit pour améliorer sa marge. Quel que soit le volume d'achats annuel, une méthodologie, un processus de gestion des fournisseurs et des stocks de pièces constituant son produit doivent être mis en place...*

*Cette formation propose de comprendre les difficultés liées aux achats techniques (composants, cartes, sous-ensembles, pièces sur plan...), de connaître les caractéristiques des marchés concernés, de vous approprier une méthode, une démarche, des outils permettant de bâtir une stratégie Achats globale pour votre produit, afin de la mettre en place pour passer du prototype à la série sereinement et enfin de raisonner en coût global.*

### OBJECTIFS

Bâtir une stratégie d'achat pour la production série de votre produit innovant

S'approprier une méthodologie

Mettre en place des outils de gestion des fournisseurs.

### PUBLIC VISE

Responsable achats, Responsables de projets, Ingénieurs, Techniciens en charge de la conception d'un produit souhaitant maîtriser la fonction achat.

### PREREQUIS

Pas de prérequis.

Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Ingénieur conseil et formation spécialisation achat et supply chain, plus de 20 ans d'expérience.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Etude de cas - Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

03 au 04 octobre 2022

### LIEU

Formation à distance

*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 000 € HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

✉ cathalinat@captronic.fr

☎ 06 79 49 15 99

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### GESTION DES ACHATS POUR LA MAITRISE DES COUTS DE MON PRODUIT

#### *Tour de table*

#### **Les achats techniques, des marchés complexes**

Au-delà de la complexité technique, des structures économiques particulières.

Fournisseurs et clients : des tailles d'entreprises souvent peu équilibrées.

Des marchés extrêmement dynamiques et délocalisés.

#### **Les Contraintes liées aux Achats techniques**

Une pérennité des systèmes et équipements difficile à garantir : comment gérer au mieux le cycle de vie des composants et sous-ensembles ?

Les canaux de vente des composants électroniques, marchés parallèles et contrefaçon.

Pièces sur plan : propriété des outillages, estimation des coûts objectifs.

Contraintes environnementales (ROHS, REACH...) et réglementaires (ITAR/ECCN, positions douanières...)

Les actions de prévention des risques majeurs liés aux marchés techniques (en phase de conception, de production, d'après-vente).

#### **Bâtir une Stratégie Achat**

Une approche en 6 étapes :

la segmentation des achats

connaître ses besoins

connaître les marchés fournisseurs

modéliser ses achats

analyser la situation actuelle

définir le plan d'action pour mettre en place la stratégie définie.

Bien définir son besoin : notions de cahier des charges technique, fonctionnel...

Susciter l'offre : consultation, appel d'offre...

Analyser les réponses aux consultations :

grilles d'évaluation

processus de sélection des fournisseurs.

La négociation Achat et la contractualisation du besoin.

La commande d'achat et son suivi : le processus Approvisionnement.

#### **Etude de cas : sélection de fournisseur.**

#### **Une approche « coût global », du prototype à la série**

Les phases de développement, le cycle en V, les coûts associés.

Conception, industrialisation, fabrication : les relations et les contrats entre Bureau d'Etudes et EMS ou sous-traitants.

Anticiper le coût série de vos sous-ensembles.

#### **Etude de cas : gestion des risques et coût global – sous-traitance de carte.**

#### *Tour de table*

## Méthode Agile : découverte de SCRUM

*Les méthodes Agiles sont de plus en plus utilisées dans la conduite de projet et SCRUM est la plus connue. Les méthodes Agiles permettent de mieux maîtriser les projets de développement de produit sous les angles : délais, coûts et résultats. Elles préconisent le travail itératif, une bonne communication entre les acteurs. Cela permet d'augmenter la crédibilité de la conduite de projet par une plus grande prévisibilité et une plus grande satisfaction des utilisateurs. Cette formation vous donnera les éléments de base à mettre en place pour travailler par itérations et améliorer en continu la démarche engagée.*

### OBJECTIFS

Être capable de comprendre les méthodes Agiles et les principes itératifs afin d'être en mesure de l'adapter à son contexte interne de gestion de projet

### PUBLIC VISE

Responsables de projets, Ingénieurs, Techniciens en charge de la conception d'un produit et/ou de la qualité du développement des systèmes embarqués.

### PREREQUIS

Connaissances de base en conduite de projet.  
Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Ingénieur développement logiciel expérimentée dans l'utilisation de SCRUM.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Etude de cas – Démonstration et/ou travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

22 septembre 2022

### LIEU

Formation à distance  
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

### DUREE

1 jour – 7 h

### PRIX

600 € HT (480 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Florence CAGNARD

✉ cagnard@captronic.fr

☎ 06 70 73 23 43

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### METHODE AGILE : DECOUVERTE DE SCRUM

#### Introduction

Tour de table  
Différences entre méthodes traditionnelles/méthodes agiles

#### SCRUM

Théorie SCRUM  
Valeurs

#### Acteurs SCRUM

Scrum master  
Product owner  
Equipe de développement

#### Expression du besoin

Backlog  
User stories  
Personas  
Notion de "fini"

#### Estimation et planification

Sprint planning  
Vélocité  
Planification des releases  
Planning poker

#### Pratiques quotidiennes et pilotage

Radiateur d'information  
Burndown charts  
Standups

#### Pratiques de fin de sprint

Reuves  
Rétrospectives

#### Extreme programming

Test-Driven development  
Pair programming  
Intégration continue

#### Tour de table

## Gestion de l'obsolescence des composants électroniques : Assurez la pérennité de vos équipements !

*L'obsolescence s'accélère avec les évolutions des marchés, celles des technologies et avec les décisions commerciales des fabricants d'envergure mondiale. Les entreprises utilisatrices ne peuvent, pour la grande majorité et notamment les plus petites d'entre elles, que subir les conséquences. Cette formation a pour but de vous aider à appréhender, mettre en place des outils et apprendre à gérer les conséquences de l'obsolescence des composants électroniques.*

### OBJECTIFS

Appréhender les principes fondamentaux du management de l'obsolescence,  
Apprendre à mettre en application au sein de l'entreprise, en fonction des produits concernés, des moyens et des organisations, Savoir gérer les conséquences de l'obsolescence et de la pénurie temporaire ou définitive des composants électroniques (stockage, recours au réseau non-franchisé pour l'approvisionnement, nouvelle conception).

### PUBLIC VISE

Chefs de projets, Techniciens, Designers et Ingénieurs concepteurs d'équipements et de systèmes embarqués électroniques, Acheteurs, Responsables et Correspondants qualité,

### PREREQUIS

Connaissances de base en électronique. Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Ingénieur conseil et formation spécialisation achat et supply chain, plus de 20 ans d'expérience.  
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. Etude de cas. Démonstration. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Les 20 et 21 juin 2022

### LIEU

Formation à distance  
*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

2 jours – 14 h

### PRIX

1000 € HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Florence CAGNARD

✉ cagnard@captronic.fr

☎ 06 70 73 23 43

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### GESTION DE L'OBsolescence DES Composants Electroniques : ASSUREZ LA PERENNITE DE VOS EQUIPEMENTS !

#### **Tour de table**

##### **Introduction**

Présentation de la formation, tour de table

Autoévaluation de votre management de l'obsolescence via le guide « Prévention, Détection et Traitement »

##### **Risques pour l'entreprise liés a l'absence de management de l'obsolescence**

Impact financier

Contrefaçon

Impact juridique

Impact qualité

##### **Principes du management de l'obsolescence**

###### **Traiter**

###### **ETUDE DE CAS n°1**

Eventail des solutions de traitement de l'obsolescence

Validation d'une solution de remplacement (équivalente ou proche)

Approvisionnement sur réseau non franchisé et stockage

Reconception (partielle ou complète)

Analyse globale des réponses des stagiaires sur la partie TRAITER, échanges participatifs

###### **Détecter**

###### **ETUDE DE CAS n°2**

Evaluation des risques (criticité et probabilité)

Plan de management des obsolescences

Mise en place d'un processus et d'indicateurs (Statut obsolescence, ...)

Analyse globale des réponses des stagiaires sur la partie DETECTER, échanges participatifs

###### **Prévenir**

Différents canaux de vente des composants électroniques

Pérennité des systèmes et équipements, cycle de vie, ...

Contraintes environnementales (RoHS, REACH, ...) et réglementaires (exportation, ...)

Documents de référence

Mise en place d'indicateur (Pérennité, ...)

Analyse globale des réponses des stagiaires sur la partie PREVENIR, échanges participatifs

###### **ETUDE DE CAS n°3**

Plan d'action individuel

L'objectif est que chaque stagiaire ressorte avec un plan d'actions prioritaires à déployer dans sa propre entreprise, avec des notions de coût, de besoin en termes de ressources, de temps de déploiement, d'objectifs d'organisation à mettre en œuvre (travailler en mode projet).

##### **Conclusion / questions diverses**

#### **Tour de table**

## Concevoir l'antenne d'un objet connecté IoT : Caractérisation, mesure, optimisation

*Un objet connecté peut intégrer une ou plusieurs fonctions radio telles que Wi-Fi, BLUETOOTH, GNSS (GPS, GALILEO...), NB-IoT, LTE-M, WLAN (SIGFOX, LoRaWAN...). L'antenne doit être adaptée à l'application radio développée, un important choix d'antennes et de technologies existent : visible, invisible (intégrée), de différentes dimensions.*

*Cette formation vous apportera les connaissances et la méthodologie nécessaires pour la sélection, la mise en œuvre et le test de l'antenne de votre objet connecté.*

### OBJECTIF

Connaitre le fonctionnement de différentes technologies d'antennes et la méthodologie à mettre en œuvre pour réussir l'intégration d'une antenne dans un objet connecté.

### PUBLIC VISE

Personnes en charge de la conception d'un objet connecté sans fil.

### PREREQUIS

Connaissances générales en conception électronique radiofréquence, physique, électromagnétisme.

Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Senior RF Engineer, 10 ans d'expérience en radiofréquence.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Etude de cas et travaux pratiques – Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

17 au 18 mars 2022

11 au 12 octobre 2022

### LIEU

Formation à distance

*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 000 € HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

✉ [cathalinat@captronic.fr](mailto:cathalinat@captronic.fr)

☎ 06 79 49 15 99

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap



## PROGRAMME DETAILLE

### CONCEVOIR L'ANTENNE D'UN OBJET CONNECTE – IOT CARACTERISATION, MESURE, OPTIMISATION

#### JOUR 1

##### *Tour de table*

##### **Les bases en Radiofréquence**

- Propagation des ondes électromagnétique
- Bilan de liaison
- Principaux équipements de mesure en laboratoire RF : analyseur de réseaux vectoriel : principe et méthode de mesure d'impédance / paramètre S, Analyseur de spectre, Générateur RF...

##### **Les caractéristiques fondamentales d'une antenne**

- Champ proche et champ lointain
- Caractéristiques en champs lointains : polarisation, gain, diagramme de rayonnement, directivité, bande passante
- Impédance, coefficient de réflexion et rapport d'ondes stationnaires (T.O.S/R.O.S)
- Présentation de l'abaque de Smith

##### **Atelier 1**

- Mise en œuvre d'un analyseur de réseau pour l'adaptation d'impédance
- Comment optimiser l'Adaptation d'Impédance (Smith Chart) : conception du circuit électronique d'adaptation : exemples à 433 MHz, 868/915 MHz, 2.4 GHz.

##### **Les différents types d'antennes pour les objets connectés : (PARTIE I)**

- Les antennes externes au boîtier : sur connecteur
- Les antennes internes/intégrées : imprimées, à souder sur le PCB (de type céramiques, ...)
- Critères de sélection d'une antenne et lecture de datasheet

#### JOUR 2

##### **Les différents types d'antennes pour les objets connectés : (PARTIE II)**

- Quelle antenne pour quelle application radio ? de la définition du besoin à la sélection (antennes omnidirectionnelles, antennes directives/Satellites...)
- Comment optimiser l'intégration d'une antenne dans les règles de l'art suivant l'application radio, les contraintes du produit (encombrement, environnement)

\*Influence du milieu de propagation Indoor/Outdoor

\*Influence du boîtier de l'objet, du circuit imprimé, de l'environnement proche du boîtier

\*Démonstration d'une modélisation et simulation d'une antenne imprimée sur PCB pour application à 2.4 GHz avec le logiciel SONNET

##### **Atelier 2 : Mesures rayonnées et comparaison de différentes antennes**

- Certification et caractérisation du rayonnement produit
- Cohabitation Systèmes/Antennes

##### **Atelier 3 : Modélisation et Simulation d'antenne : exemples avec le logiciel gratuit 4NEC2**

##### *Tour de table*

## Protocoles de communication pour l'IoT : de la RFID à la 5G

*Pour mener à bien un projet IoT, il est nécessaire de maîtriser toutes les strates du monde des objets connectés comme le choix des capteurs ou la collecte et l'analyse des données. La transmission de ces dernières se fait via un protocole de communication qui varie en fonction des besoins liés au projet. Cette formation a pour but de vous aiguiller dans le choix et l'utilisation de ces protocoles.*

### OBJECTIFS

- Acquérir ou enrichir le vocabulaire de l'IoT
- Découvrir les principales technologies radio pour l'IoT, ses caractéristiques et ses perspectives
- Comprendre l'utilité des protocoles applicatifs IoT
- Être capable d'établir le lien entre cas d'application et réseaux IoT optimal
- Découvrir l'écosystème des opérateurs IoT

### PUBLIC VISE

Chefs de projet, Responsables de service, Dirigeants, Développeurs et intégrateurs de solutions IoT

### PREREQUIS

Connaissances de base en électronique et/ou logiciel embarqué.  
Notions de communications sans fil  
Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Experte en protocole de communication  
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. Méthode pédagogique alternant théorie et pratique au travers d'études de cas ou de travaux dirigés. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Du 22 au 24 mars 2022  
Du 20 au 22 septembre 2022

### LIEU

Formation à distance  
*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

3 demi-journées – 10,5 h

### PRIX

800€ HT (650 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Bérénice RABIA  
✉ [rabia@captronic.fr](mailto:rabia@captronic.fr)  
☎ 06 09 86 49 44

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### PROTOCOLES DE COMMUNICATION POUR L'IOT : DE LA RFID A LA 5G

#### Introduction et tour de table

#### Définition et enjeux de l'IoT industriel

#### Architecture et composants des solutions IoT

##### Présentation des principales technologies radio IoT :

Panorama des solutions techniques

Communication radio courte portée et réseaux sans fil (RFID/NFC, ZigBee, Bluetooth, WiFi)

- Focus technique sur chaque technologie
- Illustration avec des cas d'usage et des exemples de produits
- Maturité de chaque technologie et perspectives
- Comparaison entre protocoles

Réseaux maillés

- Définitions et principe de fonctionnement
- Technologies et exemples de produits du marché

##### Présentation des principales technologies radio IoT (suite)

Réseaux mobiles longue portée (SigFox, LoRa, LTE-M, NB-IoT, 5G)

- Focus technique sur chaque technologie
- Illustration avec des cas d'usage et des exemples de produits
- Maturité de chaque technologie, acteurs majeurs (opérateurs) et perspectives
- Comparaison entre protocoles

##### Présentation des principaux protocoles applicatifs pour l'IoT :

Panorama des protocoles et applications

Principe de fonctionnement et exemples d'application :

- Protocoles de messagerie (MQTT)
- Protocoles de transfert web (coAP, API REST)
- Outils et passerelles (Node-RED, IFTTT)

#### Vision prospective des technologies et protocoles IoT

#### Clôture et tour de table

## Introduction et Sensibilisation aux plateformes IOT

*Les plateformes sont devenues des outils indispensables pour la gestion au quotidien des objets connectés. Face à l'offre pléthorique de plateforme IoT, comment faire le bon choix : fonctions à implémenter, critères de sélection, acteurs... Cette formation vous permettra de vous orienter dans la jungle des plateformes IoT !*

### OBJECTIFS

-Acquérir une bonne vision des différentes technologies qui constituent la réalisation d'un produit IIoT architecture, transport et traitement des données sur plateforme.

-Identifier les éléments importants pour choisir et apprécier les offres de plateforme IoT du marché.

### PUBLIC VISE

Direction de Projet, Chef de Projet, Consultant, Développeur logiciel, Concepteur électronique en charge d'un projet IoT.

### PREREQUIS

Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Expert des systèmes en réseau, sécurité et développements d'applications en réseau, sur systèmes embarqués, IoT, M2M.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. Etude de cas. Démonstration et/ou travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Le 19 et 20 avril 2022

### LIEU

Formation à distance

*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 000 € HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Florence CAGNARD

✉ cagnard@captronic.fr

☎ 06 70 73 23 43

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### INTRODUCTION ET SENSIBILISATION AUX PLATEFORMES IOT

#### *Tour de table*

#### **Introduction à l'IoT**

- Introduction générale sur l'IOT contexte et objectifs
- Grand public : Qui sont les acheteurs ? Quels sont les produits les plus vendus ?
- Profil des consommateurs grand public,
- Segmentation du marché, exemple avec la santé, le transport,
- Comment bien débuter dans le monde de l'IoT ?
- Quelle stratégie adopter ? Quels outils d'ingénierie utiliser ?

#### **Architectures des systèmes**

- Architecture globale du cyber-système,
- Modèle abstrait d'architecture de l'IoT,
- Notion d'architecture système,
- Architectures classiques : self, home, city, work, commune,
- Les architecture verticales et les évolutions,
- Les architectures Cloud, Edge, Fog,
- Les services cloud comme solution industrielle : LaaS, PaaS, SaaS, Caas, Daas, Baas,
- Les solutions open source : notion de l'open source, licence, mise en oeuvre, communauté,
- Les composants d'une plateforme open source,
- IoT et design pattern.

#### **Le transports des données dans les systèmes IoT**

- Les flux de communications dans les systèmes,
- Organisation des protocoles de communications dans les réseaux,
- La convergence des protocoles,
- Protocoles standard de transport réseau: 5G/NB-IoT, Wifi Halow, ZigBee, Thread, 6LoWPAN, LoRa, Sigfox,
- Protocoles de transport de données : REST, MQTT, CoAP, Websocket, XMPP, AMQP, OPCUA,
- Les bus de terrain : BacNET, ModBus, KNX, M-Bus,
- Les systèmes multi-protocoles,
- Tableau comparatif des protocoles.

#### **Interopérabilité des systèmes, notion de M2M**

- Notion d'interopérabilité des systèmes,
- Architecture interopérable,
- WoT Thing Description,
- Intérêt des systèmes M2M,
- Apport du M2M pour l'interopérabilité,
- Les standards M2M en Europe, USA, Asiatique,
- Critère de choix pour une plateforme M2M,

- Présentation du standard ETSI, projet Européen,
- M2M légers pour l'embarqué – OPC UA,
- Impact des standards M2M sur l'électronique et le logiciel.

#### **Choisir une plateforme IoT :**

- Présentation d'un panorama des outils open source modulables proposés par le marché
- Comparatif et critères de choix
- Les développements spécifiques à prévoir pour répondre à un besoin spécifique
- Les différents offreurs d'hébergement et préparation de la partie cloud

#### **Démonstrations d'une plateforme**

##### **« Thingsboard » :**

- Présentation de l'architecture du système « Thingsboard » avec ces deux volets front-END et back-END :
  - Bloc fonctionnel du système,
  - Interface d'administration,
  - Modèle d'architecture de la plateforme.

#### **Scénario de mise en œuvre pratique qui permet de découvrir les éléments suivants dans la plateforme Thingsboard :**

- Présentation du principe du « Tenant »
- Présentation du principe des « Assets »
- Répartition des rôles d'administration et de la sécurité
- Configuration générale de la plateforme (mail, sms ...)
- Création des users et attributions à un asset
- Sécurisation de la plateforme (certificat, HTTPS, MQTT)

#### *Tour de table*

## Choisir la fréquence radio d'un produit IoT à partir de son usage

*Cette formation vous permettra d'identifier et connaître les principes et les contraintes des réglementations radiofréquence internationales et de comprendre leurs conséquences, afin de spécifier les technologies de connectivité de son produit IoT.*

### OBJECTIFS

Connaître les principes de la réglementation spectrale internationale.

Connaître les contraintes réglementaires sur les fréquences radio de l'IoT.

Savoir déterminer les fréquences radio IoT adaptées à son besoin.

Savoir spécifier la configuration des technologies radio IoT pour son produit IoT.

### PUBLIC VISE

Ingénieurs et techniciens impliqués dans le développement de produits connectés - Ingénieurs et techniciens déployant des systèmes IoT radio - Responsable du bureau d'études électronique/logiciel - Responsable marketing désireux de monter en compétence sur la radio.

### PREREQUIS

La formation utilise une approche top-down qui ne nécessite pas de connaissances pointues en radio. Les quelques notions de base utilisées (puissance en dBm, bilan de liaison, gain d'antenne, latence) seront rappelées.

Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Expert indépendant en réglementation du spectre et standards radios. Membre actif de comités techniques radio au 3GPP, ETSI/ERM, CEPT, AFNOR et ISO. Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Etude de cas - Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Du 10 au 12 mai 2022 (matin)

### LIEU

Formation à distance

*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

3 demi-journées – 10h30

### PRIX

800 € HT (650 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

✉ [cathalinat@captronic.fr](mailto:cathalinat@captronic.fr)

☎ 06 79 49 15 99

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### CHOISIR LA FREQUENCE RADIO D'UN PRODUIT IOT A PARTIR DE SON USAGE

#### ***Tour de table***

**Les fréquences radio : un bien national, une ressource renouvelable**

**Principes mondiaux de gestion du spectre ; régions radio ITU**

**Spectre à licence d'utilisation ; spectre à autorisation générale**

**Mécanismes de partage du spectre ; conséquences sur l'usage**

**Coexistence et interférence des systèmes radio**

**Technologies radio et caractéristiques clé pour un usage IoT :**

- SRD/ISM
- 2G, 3G, 4G, 5G publique, 5G privée
- LTE-M et NB-IoT
- LPWAN (Sigfox, LoRa, Mioty)
- WLAN faible énergie
- DECT/NR
- IoT par satellite

**Exemples illustratifs étudiés :**

- Conteneurs connectés
- Reusable Industrial Packaging
- Industrie 4.0
- Villes intelligentes

**Démonstration en vidéo de technos IoT**

#### ***Tour de table***

## Conception d'un produit LoRaWAN

*LoRaWAN (Long Range Wide-Area Network) est un protocole de télécommunication permettant la communication longue portée à bas débit, par radiofréquence, de capteurs et d'objets avec une faible consommation électrique. La technologie de modulation liée à LoRaWAN est LoRa.*

*Dans l'IoT le choix de la technologie de connectivité dépend de l'usage. Cette formation vous permettra de découvrir ce protocole, de l'acquisition des données au contrôle de paramètres jusqu'à leur visualisation et leur exploitation.*

*Kit offert pour les travaux pratiques !*

### OBJECTIFS

Comprendre le protocole de communication radiofréquence LoRa.  
S'exercer par la pratique à la mise en œuvre d'un protocole LoRaWAN exploitant un réseau existant  
Créer son propre réseau - application LoRaWAN

### PUBLIC VISE

Ingénieurs ou Techniciens hardware / logiciel embarqué impliqués dans le développement de produits connectés

### PREREQUIS

Les stagiaires devront disposer d'une expérience minimum en développement en langage C/C++ ou python.  
Le matériel pour les TP sera fourni aux participants qui pourront le garder après la formation.  
Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Expert spécialisé dans l'intégration de solutions Open Source. Il est également l'auteur d'ouvrages sur "Linux embarqué".  
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. Etude de cas. Démonstration et travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Les 19 et 20 mai 2022

### LIEU

Formation à distance  
*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 120 € HT (920 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Florence CAGNARD

✉ cagnard@captronic.fr

☎ 06 70 73 23 43

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap



## PROGRAMME DETAILLE

### CONCEPTION D'UN PRODUIT LORAWAN

#### *Tour de table*

#### **Introduction**

- Rappel sur les caractéristiques de LoRaWAN par rapport aux autres technologies
- Définition et structure d'un réseau LoRaWAN
- Réseaux d'opérateurs et privés
- Mise en œuvre rapide d'une passerelle LoRaWAN

#### **Démonstration et TP**

- Démonstration et pratique pour activer un premier objet connecté LoRaWAN
- Démonstrations et pratiques sur différentes configurations d'un objet connecté : notions de classe, de type d'activation, d'authentification, de chiffrement

#### **Le Réseau LoRaWAN**

- Démonstrations et pratiques sur différentes configurations d'un objet connecté : explications de notions complémentaires
- Présentation approfondie de la solution TTN
- Enregistrer et gérer sa / ses passerelle(s)
- Gérer plusieurs applications, objets connectés

#### **Formater son Payload**

- Analyser et optimiser les trames LoRaWAN
- Comprendre le format payload et le configurer (décoder, convertir, valider)

#### **Questions / Bilan**

#### **Exploiter les données**

- Intégrer des protocoles de communications HTTP, MQTT, pour exploiter les données (visualisation, gestion de stockage, intégration dans une application)
- Utiliser des services et des outils logiciels de développement pour gérer le flux de données dans ses applications

#### **TP : Créer sa solution indépendante de réseau - application LoRaWAN**

- Installer et configurer une pile logicielle sur son système (pc ou embarqué)
- Configurer une passerelle, une application, un objet connecté
- Intégrer des services pour échanger avec d'autres applications

#### **Questions / Bilan**

#### *Tour de table*

## Développer un IoT : spécification, conception et industrialisation

*La réussite de l'industrialisation d'un produit électronique connecté dit « IIoT », réside dans la maîtrise des différentes étapes du processus. Du capteur au cloud, l'industrialisation d'un IIoT nécessite la maîtrise de process ayant des outils et des pratiques métiers très divers. La production d'un logiciel embarqué ne monopolise pas les mêmes outils, les mêmes compétences ni les mêmes contraintes réglementaires, que la production d'une électronique connectée. C'est ce que cette formation vous propose de découvrir.*

### OBJECTIFS

- Acquérir une vision synthétique des multiples étapes pour les différentes technologies qui constituent la réalisation d'un produit IIoT.
- Apprendre les connaissances ainsi que le vocabulaire nécessaire pour exprimer son besoin, apprécier les offres des intervenants du secteur de l'embarqué (bureau d'études, fabricants, assembleurs...) pour dialoguer avec eux, et assurer le suivi de son projet.

### PUBLIC VISE

Direction de Projet, Chef de Projet, Consultant, Développeur logiciel, Concepteur électronique.

### PREREQUIS

Première expérience en gestion de projet préférable mais non indispensable. Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Ingénieur électronicien chez Captronic, expérimenté en gestion de projet IoT, formateur IoT.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Etude de cas – Démonstration et travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Les 21 et 22 juin 2022

### LIEU

Formation à distance  
*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 000€ HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothee WALLART

✉ wallart@captronic.fr

☎ 04 38 78 37 38

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### DEVELOPPER UN IOT : SPECIFICATION, CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION

#### *Tour de table*

#### **1 - LA PHASE DE DEFINITION ET DE SPECIFICATION**

##### **Expression du besoin et définition des exigences**

- Présentation générale du projet, les besoins et les exigences
- Particularité de l'IIoT : spécifier le matériel et le logiciel.
- La spécification technique du besoin logiciel (STBL).

#### **2 - LA PHASE DE CONCEPTION**

##### **Quelle pratique de pilotage et de réalisation du projet**

- Les méthodes agiles (CRUM, ASD, BDD...), le Cycle en V
- Notion d'expérience utilisateur.

##### **Consulter les prestataires**

- Le dossier de consultation

##### **Savoir lire un devis**

##### **La faisabilité**

- Etat de l'art et spécificité de l'IIoT
- Les différentes formes de preuve de concept (matériel, UX expérience)
- Identifier les points critiques (à risques)
- Les différentes maquettes (matérielles, d'usage, maquette dynamique des IHM...)
- Les plateformes matérielles de développement (arduino, rasbery pi, modules SigFox, LoRa)
- Notions et concepts logiciels : de VM (machine virtuelle), de conteneur et de docker.

##### **Le prototypage**

- Valider les fonctionnalités du produit incluant côté matériel, le design, la mécanique, l'électronique et les logiciels embarqués et back office
- Les différents démonstrateurs, le prototypage rapide

##### **Le développement détaillé**

- Conception / design DFM (Design for Manufacturing) / DFT (Design for testability)
- Règles de conception et de fabrication du Circuit imprimé
- Notion ESD (Electrostatic Sensitive Device) et CEM (Compatibilité ElectroMagnétique)
- Règles de conception du logiciel, TDD : Test-Driven Development, contraintes liées à la cybersécurité, le versioning : une spécificité du développement logiciel.
- Typologie du process d'assemblage / contraintes de fabrication
- Moyens de contrôle et de test – stratégie de test : électronique et logiciel
- Le dossier de définition produit

#### **3 - LA PHASE D'INDUSTRIALISATION**

##### **La fabrication**

- Le dossier de fabrication : que doit-il contenir ?
- PCB, assemblage (description d'une ligne d'assemblage), présérie, ...
- Le banc de test (Contrôle fonctionnel et in situ)
- La notice d'utilisation
- Le logiciel et la gestion des mises à jour :
- Testabilité du logiciel

#### **4 - LA CERTIFICATION**

- La classification d'un produit
- Les normes et directives (basse tension, CEM, RED, Atex...)
- Les indices de protection
- Le marquage (CE, recyclage...)

#### *Tour de table*

## Mise en œuvre de Bluetooth Low Energy

*Au cœur de l'IoT et de votre smartphone, BLE (Bluetooth Low Energy) est une des technologies de connectivité, une norme de communication permettant l'échange bidirectionnel de données à courte distance. Cette formation vous permettra de comprendre et mettre en œuvre le fonctionnement de BLE et ses évolutions les plus récentes afin de l'intégrer efficacement dans vos produits.*

*Kit offert pour les travaux pratiques !*

### OBJECTIFS

- Comprendre le protocole de communication radiofréquence Bluetooth Low Energy.
- S'exercer par la pratique à la mise en œuvre d'une liaison radio BLE
- Découvrir les évolutions des versions 5.0 et 5.2.

### PUBLIC VISE

Ingénieurs ou techniciens hardware / logiciel embarqué impliqués dans le développement de produits connectés.

### PREREQUIS

Les stagiaires devront disposer d'une expérience minimum en développement en langage C.  
PC avec droits administrateurs requis.

### INTERVENANT

Spécialiste en conception Radiofréquence, 15 ans d'expérience.  
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours numérique - Démonstration et travaux pratiques  
- Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

Les 16 et 17 juin 2022

### LIEU

CCI NORD ISERE : Parc  
Technologique - 5 rue Condorcet -  
38 090 VILLEFONTAINE

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 300€ HT (1 000 € HT pour les  
adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothee WALLART

✉ wallart@captronic.fr

☎ 04 38 78 37 36

Pour toute question y compris les  
conditions d'accès pour les publics  
en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### MISE EN ŒUVRE BLUETOOTH LOW ENERGY

#### ***Tour de table***

#### **Introduction**

- Rappel BLE vs Bluetooth
- Overview BLE
- Présentation PHY BLE
- Link Layer
- GAP (Topologie & Timing) : Topologie, timing et consommation associée
- Choix d'une antenne
- L'Advertising : Contenu, connexion, impact consommation et vitesse de connexion (GAP)

#### **Le protocole, les profils :**

- L2CAP & ATT
- GATT (profile, service, caractéristique) – enregistrements disponibles et cas d'usage
- Notion de sécurité en BLE
- Qualification auprès de Bluetooth.org
- Spécificités du BLE 5.0, 5.1 et 5.2
- Synthèse : Bonnes pratiques, pièges à éviter et règles/préconisations.

#### ***Tour de table***

## Introduction à la conception d'un système radiofréquence

*Vous souhaitez acquérir les bases pour développer un produit radiofréquence et vous initier à la conception RF (radiofréquence) d'un produit connecté, alors cette formation vous donnera satisfaction. Le formateur partage son expérience et les bonnes pratiques.*

### OBJECTIFS

Acquérir les bases en radiofréquences et la méthodologie de conception.

Comprendre les architectures et apprécier les performances des émetteurs/récepteurs RF.

Identifier les protocoles IOT : LoRaWAN, Sigfox, BLE, Zigbee, Z-Wave...

### PUBLIC VISE

Personnes débutantes ou qui souhaitent se remettre à niveau en RF et devant concevoir un système/produit communicant /radiofréquence.

### PREREQUIS

Connaissances générales en conception de produits/cartes électroniques.

Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Consultant RF, Formateur expérimenté, intervenant dans des missions de conseil et d'assistance technique aux entreprises.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Démonstrations. Assistance pédagogique sur le cours assuré par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Du 06 au 07 juillet 2022

### LIEU

Formation à distance

*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 000 € HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

✉ [cathalinat@captronic.fr](mailto:cathalinat@captronic.fr)

☎ 06 79 49 15 99

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

**PROGRAMME DETAILLE****INTRODUCTION A LA CONCEPTION D'UN SYSTEME RADIOFREQUENCE****Tour de table****1) Introduction à la radio**

- Les ondes radiofréquence : la notion de dB, les unités en radiofréquence, bilan de liaison (puissance, sensibilité, notion de SNR...), influence de la fréquence, les pertes en espace libre (Formules de Friis...), transfert d'énergie et adaptation d'impédance, limitations normatives, modulation analogique/digitale (LoRa, ASK, 4FSK, QAM, FM...), notion d'orthogonalité, étalement de spectre, lignes de transmission (PCB, câbles...),

**2) Architecture**

- Architecture des émetteurs/récepteurs RF : Simple, hétérodyne...Boucle à verrouillage de phase/PLL  
- Principaux paramètres des émetteurs/récepteurs RF ; sensibilité, immunité aux interférences, rayonnement non essentiel, intermodulation, bande passante, pureté spectrale...

**3) Les antennes**

- L'antenne d'un émetteur/récepteur RF : caractéristiques (bande passante, gain, directivité, polarisation...)  
- Les différents types d'antennes : antennes extérieures, antennes intégrées (invisibles), choix d'une antenne, intégration et optimisation de performances, techniques de miniaturisation et performances, analyse d'une datasheet...

**4) Conception et matériel RF**

- Les principaux équipements nécessaires pour développer un produit/système RF : l'analyseur de spectre, l'analyseur de réseau (VNA), les logiciels en RF.  
- Introduction à la conception d'un circuit imprimé RF : lignes de transmission (microstrip, stripline, lignes coplanaires...), substrat (nature et influence), guide et bonne pratique de routage RF, Stack-up d'un PCB RF...  
- Énergie et durée de vie/Autonomie : énergie et capacité électrique, profil et mesure de consommation, techniques d'optimisation de la consommation, analyse d'une datasheet d'une pile...

**5) Présentation succincte des protocoles IOT**

- Les principaux protocoles Radio/IOT : modèle OSI, caractéristiques.  
- Les protocoles non cellulaires : LoRaWAN, Sigfox, ZigBee, Bluetooth, BLE, Wifi...  
- Les protocoles cellulaires : LTE-M, NB-IOT  
- Critères de choix d'une technologie radiofréquence : Coût, application, portée, débit, mobilité, standards Vs protocoles propriétaires...

**6) Marquage et certification**

- Marquage CE d'un produit communicant : Cadre réglementaire et marquage, démarches générale et processus de certification, la directive RED 2014/53/UE et les exigences essentielles, up-date de la recommandation pour les produits SRD (Short Range Device, ERC 70-03 :12/02/2021), notions techniques (Duty Cycle, classes de récepteurs, LBT, AFA...), normes harmonisées et évolutions (EN 300 220...)

**Démonstrations :**

- Modulation et mise en œuvre d'un analyseur de spectre : Étude des modulations principales utilisées par les protocoles IOT (AM/FM/PM/ASK/FSK/PSK/QAM...) et impact des paramètres de modulation sur les signaux dans le domaine temporel et fréquentiel.  
- Mise en œuvre d'un analyseur de réseau (VNA) : Mise en œuvre, calibration et méthodologie de mesure d'impédance.  
- Adaptation d'impédance/Matching : Introduction aux abaques de Smith et méthodologie d'adaptation d'impédance (433MHz/868MHz/2,4GHz)  
- Antenne et simulation : Simulation d'une antenne patch 2,4GHz avec le logiciel Sonnet  
- Impédance et ligne de transmission : Dimensionnement des lignes de transmission RF (pistes PCB) à l'aide de l'outil de calcul de KiCad  
- Développer un module radio 433/868MHz from scratch, du choix des composants jusqu'à l'industrialisation

**Tour de table**

## Intégration d'une solution radio dans vos systèmes connectés par la pratique

Dans cette formation seront présentées les bonnes pratiques pour embarquer un moyen radio dans votre produit. Nous vous proposons de disposer des bases techniques solides grâce aux nombreux retours d'expérience, démonstrations et travaux pratiques proposés afin de mieux appréhender les notions présentées. La formation présente l'ensemble des éléments essentiels à la conception RF d'un produit connecté et les outils nécessaires à sa mise au point.

### OBJECTIFS

- ✓ Maîtriser le référentiel radio (propagation, protocoles, réglementation, Sensibilité, ..).
- ✓ mettre en œuvre les outils-équipements de mesures radio
- ✓ Comprendre ce qu'est un bilan de liaison et ce qui influe sur la propagation et les bases des modulations et du filtrage canal
- ✓ Connaître les exigences réglementaires en Europe
- ✓ Comprendre les paramètres influençant la puissance d'émission et la sensibilité de réception
- ✓ Appréhender les mesures de pré certification RF classiques.

### PUBLIC VISE

Responsables de projets, Ingénieurs, Techniciens en charge de la conception-développement d'un produit intégrant un module ou un ensemble radiofréquence basé sur des composants pré-intégrés (transceivers intégrés ou modules).

### PREREQUIS

Ingénieurs ou techniciens ayant des connaissances en électronique analogique. Notion sur les systèmes de communication sans fil.

### INTERVENANT

Spécialiste en conception radio.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours. Travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence

### DATES

Du 13 au 15 juin 2022

### LIEU

Gardanne (13)

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

1800 €HT non adhérent, 1350 €HT adhérent

### CONTACT

Dorothee WALLART

✉ wallart@captronic.fr

☎ 04 38 78 37 36

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.



## PROGRAMME DETAILLE

### Intégration d'une solution radio dans vos systèmes connectés par la pratique.

*Cette formation alterne les présentations théoriques avec les TP de mesures destinées à illustrer par la pratique les notions exposées.*

#### Tour de table

##### Journée 1 : Les bases de la RF

Propagation et spectre radio

Le tournevis du radio : l'analyseur de spectre

- TP1 : Transmission radio en environnement difficile
- TP2 : Le « foin radio » qui nous entoure

Solutions techniques radio & architectures

Optimisons les transferts de puissance

DEMO : Lignes de transmission

...et sa clé à molette : l'analyseur de réseau vectoriel

- TP3 : Evaluation de divers filtres RF
- TP4 : Gain, pertes et adaptation d'un quadripôle RF

Modulations numériques simples et composées

- TP 5&6 : Intérêt des modulations numériques

Couche physique, protocole bas niveau et standards en vigueur

##### Journée 2 : Réglementation - choix technologiques et bonnes pratiques

Les obligations de la Directive RED

Normes radio & CEM usuelles & points critiques

Conformité CE & contrôles réglementaires

Comment choisir sa solution radio ?

- TP7 : La simplicité et l'intérêt d'un module complet
- TP8 : La flexibilité d'une solution intégrée

Les offres subGiga du marché

Règles de Conception d'un émetteur récepteur RF

Cohabitation Multi-Radio vs Electronique associée

- TP9&10 : Criticité d'une conformité radio RED

Développement & Intégration CAO PCB

- TP11 : Amplificateur de puissance & harmoniques
- TP12 : Intérêt d'un préamplificateur faible bruit

Les solutions IoT SubGiga & cellulaires

Amélioration ultime du bilan : l'étalement de spectre

##### Journée 3 : Approfondissement - Technologies particulières & antennes

L'étalement de spectre appliqué au GPS

Les solutions GPS du marché

L'offre composant BLE, Bluetooth & WiFi

Le WiFi et ses nombreuses variantes

- TP13 : Impact de l'environnement sur une antenne
- TP14 : Mesure de puissance et sensibilité DSSS

Les particularités de la réglementation FHSS & DSSS

Cas particulier des antennes NFC RFID

Modèle et théorie des antennes

Comparatif des solutions d'antennes simples du marché

Intégration des antennes & impact de leur environnement

- TP15 : Adaptations, portées et isolations
- TP16 : Mesures des puissances et harmoniques rayonnées

Echanges autour de Besoins spécifiques exprimés par les participants

#### Tour de table

## Le langage C++ pour l'Embarqué

*C++ fait partie des langages indétronables, le classement TIOBE le positionne depuis des années dans les langages les plus utilisés dans l'industrie. Ceci s'explique par la puissance du langage objet, sa polyvalence, et par ses performances d'exécution.*

*Cette formation, vous propose de découvrir le langage avec un focus sur son utilisation spécifique sur les systèmes embarqués.*

*De nombreux exercices illustrent chaque chapitre afin de mettre en pratique les notions abordées en cours.*

### OBJECTIFS

Assimiler les concepts objets  
Découvrir et mettre en œuvre le langage C++ dans les projets  
Acquérir un début d'autonomie dans ce langage

### PUBLIC VISE

Concepteurs, Développeurs d'applications connaissant un langage et débutants en C++

### PREREQUIS

Première expérience en développement informatique. La connaissance du « langage C » est un plus mais n'est pas obligatoire. Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Expert des systèmes en réseau : infrastructure de réseau, sécurité, développements d'application en réseau - Expert des systèmes embarqués : développements d'application sur systèmes embarqués, IoT, M2M.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Travaux pratiques. Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

15 au 16 février 2022

### LIEU

Formation à distance  
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 000 € HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

✉ cathalinat@captronic.fr

☎ 06 79 49 15 99

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

**PROGRAMME DETAILLE****LE LANGAGE C++ POUR L'EMBARQUE****Tour de table****1 Le langage C++ - introduction**

Historique  
Comparaison aux autres langages  
Utilisation de ce langage dans l'industrie  
Norme et version de C++ (C++98 • C++03 • C++11 • C++14 • C++17 • C++20)  
Nouvelles fonctionnalités du langage

**2 Compilateur**

Compilateur open source GCC/G++  
Compilateur croisé x86/ARM  
Linkage dynamique et statique  
Débogage  
Makefile

**TP: utilisation du compilateur (ligne de commande, option, création d'un make, débogage de code)**

**3 Types, Constantes, Variables**

Références et Pointeurs  
Déclaration, portée  
Initialisation  
Tableau : déclaration, initialisation  
Espace de nommage  
Allocation dynamique

**TP sur les références et pointeurs, allocation dynamique, espace de nommage**

**4 Notion d'objet**

Du C vers C++  
Classes et Objets  
Protection  
Accès  
Variable d'instance  
Constructeur  
Destructeur  
Surcharge  
Opérateur "This"

**TP sur l'héritage, la sécurité, les constructeurs et destructeurs**

**5 Classes dérivées**

Héritage et instanciation  
Classe Amis  
Héritage multiple

**TP sur l'utilisation de l'héritage simple et multiple**

**6 Principe sur les templates**

Notion de programmation générique  
Classe de modèles  
Fonctions de modèles

**TP de programmation template****7 Structure de données et STL**

Vecteur  
Map  
List  
Pile  
Algo standard

**TP : utilisation des Vecteurs, Map, List, Pile et algorithme standard**

**8 Particularité du C++ embarqué**

Librairie std  
Compilation et linkage  
Règles de codage spécifique  
Classe virtuelle

**Tour de table**

## Langage C++ pour l'Embarqué, perfectionnement

*C++ fait partie des langages indétronables, le classement TIOBE le positionne depuis des années dans les langages les plus utilisés dans l'industrie. Ceci s'explique par la puissance du langage objet, sa polyvalence, et par ses performances d'exécution.*

*Cette formation, vous propose d'approfondir vos connaissances sur le langage avec un focus sur son utilisation spécifique sur les systèmes embarqués. De nombreux exercices illustrent chaque chapitre afin de mettre en pratique les notions abordées en cours.*

### OBJECTIFS

Assimiler les concepts objets et mettre en œuvre les fonctions avancées du langage C++ dans les projets  
Découvrir les nouveautés du langage  
Acquérir une autonomie dans ce langage.

### PUBLIC VISE

Concepteurs, Développeurs d'applications connaissant déjà le C++ et souhaitant se perfectionner.

### PREREQUIS

Première expérience en C++ nécessaire ou avoir suivi la formation C++ débutant est impératif pour suivre cette formation.  
Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Expert des systèmes en réseau : infrastructure de réseau, sécurité, développements d'application en réseau - Expert des systèmes embarqués : développements d'application sur systèmes embarqués, IoT, M2M.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Travaux pratiques.  
Assistance pédagogique sur les cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Du 05 au 06 juillet 2022

### LIEU

Formation à distance  
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 000 € HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

✉ cathalinat@captronic.fr

☎ 06 79 49 15 99

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### LANGAGE C++ POUR L'EMBARQUE, PERFECTIONNEMENT

#### Tour de table

#### Rappel sur le langage C++

##### 1 Surcharge des opérateurs

Opérateur Fonctions

Surcharge, Fonction amie, Classe amie

**TP sur la surcharge des opérateurs**

##### 2 Exceptions

Principes, lancement, Capture, Spécification d'une exception

Interception

**TP : utilisation des exceptions standards, création d'une exception**

##### 3 Particularité du C++ embarqué

Librairie std, Compilation et linkage

Règles de codage spécifique

Classe virtuelle

##### 4 Multithreading

Attribut thread\_local, Classe thread, Gestion de la concurrence, Classe mutex

Sémaphore vs Mutex

Conditions, Verrous, future et promise

Opérateurs et opérations atomique

**TP : Structure d'un programme multithread, section critique, opérateur atomique, variable partagée**

##### 5 Smart Pointers

Dépréciation de auto\_ptr

unique\_ptr,, shared\_ptr, weak\_p

**TP : mise en œuvre des smart pointer avec plusieurs exercices**

##### 6 Templates (modèles)

Template et compilateur

Notion de programmation générique, Classe de modèles, Fonctions de modèles

Templates imbriqués

**TP de programmation template**

##### 7 Nouveaux conteneurs de la librairie standard

Array tuple - pair

unordered\_multimap, unordered\_multiset,

unordered\_map, unordered\_set

**TP de mise en œuvre sur les nouveaux conteneurs**

##### 8 Fonctions avancées du langage

Classe virtuelle, Fonction membre virtuelle pure, Destructeur virtuel

Outre passage virtuel et non virtuel

Passage de fonction à fonction, Vecteurs de fonction, STL et passage de fonction

Déclaration préalable de classe, Classes imbriquées

**TP: passage de fonction à fonction, vecteurs de fonction, déclaration préalable**

##### 9 Le RTTI (RunTime Type Identification)

Identification dynamique de types

Opérateur typeid, Métaclasse typeid, typeid

Transtypage dynamique, l'opérateur dynamic\_cast

Fonctionnement avec les types pointés,

Fonctionnement avec les types référencés

**TP: Mise en œuvre des principes**

##### 10 Opérateurs de transtypages (non liés au RTTI)

L'opérateur const\_cast, L'opérateur static\_cast

L'opérateur reinterpret\_cast

**TP: Mise en œuvre des principes**

##### 11 Modélisation POO

Modélisation UML avec C++

Génération de code à partir de modèle

Reverse engineering

Design avec les patterns C++

#### Tour de table

## Initiation au temps réel avec FreeRTOS sur STM32

*L'architecture ARM est connue pour offrir un des meilleurs ratios performance/efficacité du marché, tout en consommant très peu d'énergie. Le noyau temps réel FreeRTOS est particulièrement bien adapté à ces architectures par sa faible empreinte et ses performances. Cette formation vous permettra de comprendre le fonctionnement de FreeRTOS pour pouvoir l'utiliser sur ARM au travers de nombreux exercices sur carte STM32. **Une carte d'évaluation STM32 offerte pour les travaux pratiques !***

### OBJECTIFS

- Comprendre le fonctionnement d'un Os temps réel FreeRTOS (architecture, service, API)
- Apprendre comment configurer et debugger des applications sous FreeRTOS
- Savoir utiliser FreeRTOS sur ARM avec de nombreux travaux pratiques
- Programmer et utiliser les différents périphériques disponibles
- Lire et écrire des données sur une SD-card

### PUBLIC VISE

Ingénieurs et techniciens qui envisagent de monter en compétence dans la maîtrise du noyau temps réel, FreeRTOS.

### PREREQUIS

- Savoir programmer en langage "C"
  - Avoir une connaissance de base des microcontrôleurs
  - Disposer d'un PC sous Windows10, avec une prise USB disponible.
- Un logiciel sera à installer, le lien vous sera fourni quelques jours avant le début de la formation.

### INTERVENANT

Ingénieur de recherche, Enseignant en IUT, licence et master, Consultant avec 25 ans d'expérience en conseil, conception et réalisation de produits électroniques.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - travaux pratiques  
Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

17 au 19 mai 2022

### LIEU

Formation à distance  
*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

1 650 € HT (1 350 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

✉ [cathalinat@captronic.fr](mailto:cathalinat@captronic.fr)

☎ 06 79 49 15 99

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### INITIATION AU TEMPS REEL AVEC FREERTOS SUR STM32

#### JOUR 1

##### *Tour de table*

#### ARM

#### STM32 du M0 au M7

#### Cartes de travail Carte d'évaluation STM et sa carte de périphérique

#### Les outils de travail

- Cube Mx, librairie, débogueur, génération de code...
- Debug et génération de code
- Interface de debug, point d'arrêt, variable...

#### Introduction à FreeRTOS

#### Caractéristiques et architectures de FreeRTOS

- Obtenir le code source du FreeRTOS
- Types de données & de codage, Conventions syntaxique
- Vie et mort d'une tâche
- Priorités des tâches

#### *Travaux Pratiques : GPIO en temps réels*

#### JOUR 2

#### FreeRTOS

- Fichier de configuration
- Gestion de la mémoire
- Pile, dimensionnement, sécurité
- Interruptions et priorité
  - Sous ARM
  - Sous FreeRTOS
- Evènements externes, ou interruptions matérielles
- Communication entre tâche
- Binary sémaphore

#### *Travaux Pratiques : GPIO et sémaphore*

- Bus de communications : I2C & SPI

#### *Travaux Pratiques : bus I2C*

#### *Travaux Pratiques : ADC avec DMA*

#### *Travaux Pratiques : Port série*

#### *Travaux Pratiques : Partage des ressources et priorité des tâches*

#### JOUR 3

#### Les Mutex

#### *Travaux Pratiques :*

- Partage des ressources et priorité des tâches avec Mutex, ça fonctionne mieux !*

#### Passage de paramètres par Queue

#### SPI

#### SDIO

#### FAT et SD-Card

#### *Travaux Pratiques : " SD-Card"*

##### *Tour de table*

## Le Microcontrôleur STM32 par la pratique

*L'architecture de puce ARM du STM32 est connue pour offrir un des meilleurs ratios performance/efficacité du marché, tout en consommant très peu d'énergie. Ces architectures ARM ont d'ailleurs pris naturellement possession du marché de la mobilité, et se retrouve dans une multitude de produits. Ce stage met en œuvre les microcontrôleurs de la famille STM32 de STMicroelectronics. Leur architecture interne (espaces mémoire, timers, interruptions), ainsi que l'utilisation des outils de développement, seront présentées en détail. Des exemples pratiques permettent d'acquérir le savoir-faire essentiel pour la configuration et la programmation en C des circuits STM32. A l'issue de la formation, les stagiaires sauront développer une application faisant appel à l'ensemble des périphériques de base à l'aide des outils de développement STMicroelectronics.*

### OBJECTIFS

- ✓ Découvrir la famille de Microcontrôleurs STM32.
- ✓ Explorer leurs fonctionnalités principales
- ✓ Maîtriser les outils de développement STM32 proposés par ST
- ✓ Être à même de développer sa propre application.

### PUBLIC VISE

Responsables de projets, Ingénieurs, Techniciens en charge de la conception-développement d'un produit souhaitant maîtriser un développement sur un microcontrôleur de la famille des STM32.

### PREREQUIS

Connaissance d'un langage évolué, idéalement le Langage C.  
Chaque participant possède un ordinateur sur lequel est installé la dernière version du logiciel STMCubeIDE.

### INTERVENANT

Enseignant-chercheur en électronique, maîtrisant les outils STM32.  
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours. Travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence

### DATES

1, 2 et 3 juin 2022

### LIEU

Gardanne (13)

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

1800 €HT non adhérent, 1350 €HT adhérent

### CONTACT

Dorothee WALLART

✉ wallart@captronic.fr

☎ 04 38 78 37 36

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.



## PROGRAMME DETAILLE

### Le microcontrôleur STM32 par la pratique

#### Première Journée

##### Tour de table

##### Introduction

##### Tour d'horizon du composant et de ses outils

##### Présentation de la famille STM32

Les Cortex M  
 Le découpage des fonctionnalités en sous familles  
 Les spécialités

##### Présentation de la HAL

Les points forts de la librairie  
 Low Layer ou HAL ?  
 La portabilité

##### Présentation de l'IDE / CUBE

Gestion de l'environnement Eclipse  
 Présentation de l'environnement  
 Parcourir les fonctions efficacement  
 Renommage, raccourcis et nettoyage de code  
 Les options du projet

Générer un projet STM32

Choisir un composant

Paramétrer son composant

Garder le lien entre le CubeMx et le code

*Pratique sur carte : générer un projet type*

#### Théorie et mise en œuvre des constituants de base d'un STM32

##### Le debug

Breakpoint, vue mémoire et variables

Les traces, UART ou ITM

*Pratique sur carte : déboguer un projet simple*

##### IO de base

- GPIO théorie et Mise en œuvre avec Cube  
*Pratique sur carte : mise en œuvre des GPIO*
- UART théorie sur les bus série asynchrones et mise en œuvre avec le CubeMx

*TP : UART avec un périphérique audio MP3*

#### Deuxième Journée

##### SPI

Théorie sur les bus série synchrones

Mise en œuvre avec le CubeMx

*Pratique sur carte : mise en œuvre d'un bus SPI avec un afficheur LED 8x8*

##### I<sup>2</sup>C

Théorie sur le bus I<sup>2</sup>C

Mise en œuvre avec le CubeMx

*Pratique sur carte : mise en œuvre d'un bus I<sup>2</sup>C avec un accéléromètre 3 axes*

##### L'arbre d'horloge

Découverte de l'arbre d'horloge

Mise en œuvre avec le CubeMx

##### Les interruptions et les callbacks de la HAL

Interruptions externes

Paramétrage des BUS en IT

*Pratique sur carte : mise en œuvre des interruptions externes avec un interrupteur, gestion du rebond*

#### Troisième Journée

##### Le timer

Découverte des timers STM32

Mise en œuvre dans 2 utilisations types

Pour générer des interruptions

*TP : clignotement périodique*

Pour générer un signal PWM

*TP : variation d'un niveau lumineux*

#### Les fonctions avancées

##### Les fonctions analogiques

##### L'ADC

Découverte des fonctions ADC STM32

Mise en œuvre avec le CubeMx

*TP : capteurs analogiques simples et multiples*

##### Le DAC

Découverte des fonctions DAC STM32

##### La flash interne

Principe d'utilisation d'une mémoire flash

Mise en œuvre avec la HAL

*Pratique sur carte : compteur de temps d'utilisation*

##### L'économie d'énergie

La RTC

S'endormir et se réveiller

*Pratique sur carte : mise en veille d'un système simple et mesure de l'impact sur la consommation*

##### Bootloader

Théorie et mise en œuvre

##### Ouverture sur le reste du monde

RTOS

Besoins spécifiques exprimés par les participants

**Tour de table**

## Qt Widgets pour votre IHM

*Qt est un outil de développement multiplateforme permettant de créer des applications à partir d'un unique code source. Avec Qt, tout élément de la fenêtre est appelé un widget.*

*Cette formation se concentre sur l'utilisation des Widgets pour la création d'applications pour ordinateurs de bureau.*

*Le format demi-journée permet aux stagiaires de travailler sur le temps restant sur des TP proposés par le formateur ou les stagiaires.*

**OBJECTIFS**

- Créer des applications de bureau complètes avec Qt Widgets
- Utiliser la run-loop de Qt
- Utiliser les chaînes de caractères (QString) et les tableaux d'octets (QByteArray)
- Traduire une application
- Déboguer une application
- Packager et distribuer une application

**PUBLIC VISE**

Ingenieurs et Développeurs d'interfaces graphiques.

**PREREQUIS**

Maitrise de C/C++11 et de programmation objet indispensable.  
Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

**INTERVENANT**

Expert en génie logiciel et cybersécurité, développeur professionnel C et C++ et spécialisé sur Qt.  
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

**MOYENS PEDAGOGIQUES**

Outil de visioconférence. Support de cours. Etude de cas. Démonstration et travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

**MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION**

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

**MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION**

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

**SANCTION DE LA FORMATION**

Attestation d'assiduité.

**DATES**

Du 17 au 20 mai 2022

**LIEU**

Formation à distance  
*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

**DUREE**

4 demi-journées – 14h

**PRIX**

1 000€ HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

**CONTACT**

Bérénice RABIA

✉ [rabia@captronic.fr](mailto:rabia@captronic.fr)

☎ 06 09 86 49 44

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### QT WIDGETS POUR VOTRE IHM

#### *Tour de table*

#### **Présentation de Qt**

- Histoire
- Capacités
- Exemples
- Licences de Qt
- Comparaison avec d'autres outils (Visual Studio, C++ Builder, Xcode)
- Technologies Widget et Quick
- Modules de Qt
- Framework, toolkit et API
- Modèle d'abstraction

#### **Qt Creator**

- Présentation
- Les Kits de Qt
- Le fichier projet
- L'écran principal
- L'éditeur de code
- Le designer
- Le débogueur
- La documentation

#### **Utilisation du Designer**

- Création d'un menu
- Création d'une barre d'outils
- Utilisation des layouts
- Utilisation des ressources
- Personnalisation des composants graphiques en CSS

#### **Le modèle-vueQObject**

- ListView
- TableView
- TreeView

#### **Programmation asynchrone**

- Asynchronisme et non-bloquant
- Run-loop
- Affinité de thread
- Signal et slot
- Timers
- Boucle for non bloquante
- Pause non bloquante
- Fonctions longues non bloquantes
- Appels asynchrones
- Utilisation d'une bibliothèque C en asynchrone
- Cycle de vie des objets

#### **Threads**

- Contrôleur de thread
- Bonne pratique : Worker
- Pool de threads
- Tâche différée

#### **Chaines de caractères**

- QString
- Conversion d'encodage
- QByteArray

#### **Internationalisation (i18n)**

#### **Bonnes pratiques de conception**

- Héritage de QObject
- Modes d'instanciation (dynamique vs automatique)
- Organisation du code (design-patterns)
- Cast avec QObject

#### **Conteneurs optimisés**

- Type Qt
- Technique de la copie à l'écriture
- Technique du pointeur partagé
- Les conteneurs de Qt
- Utiliser ses propres objets avec Qt

#### *Tour de table*

## Qt Quick pour votre IHM

*Qt est un outil de développement multiplateforme permettant de créer des applications à partir d'une unique code source.*

*Cette formation se concentre sur la technologie Qt Quick, un des modules de Qt et le langage QML qui permettent de créer rapidement des applications pouvant être exécutées sur PC, mobile ou tablette.*

*Le format demi-journée permet aux stagiaires de travailler sur le temps restant sur des TP proposés par le formateur.*

### OBJECTIFS

- Mener à bien un projet Qt Quick
- Réaliser des interfaces graphiques modernes et animées
- Exécuter une application sur un smartphone (Android ou iOS)
- Déboguer une application
- Packager et distribuer une application
- Utiliser des bibliothèques C ou C++ dans une application Qt Quick
- Utiliser des objets C++ dans une application Qt Quick

### PUBLIC VISE

Ingénieurs et Développeurs d'interfaces graphiques.

### PREREQUIS

Notions de C/C++ et de programmation objet indispensable.

Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Expert en génie logiciel et cybersécurité, développeur professionnel C et C++ et spécialisé sur Qt.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. Etude de cas. Démonstration et travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Du 4 au 7 octobre 2022

### LIEU

Formation à distance

*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

4 demi-journées – 14h

### PRIX

1 000€ HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Bérénice RABIA

✉ [rabia@captronic.fr](mailto:rabia@captronic.fr)

☎ 06 09 86 49 44

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### Qt QUICK POUR VOTRE IHM

#### *Tour de table*

#### **Présentation de Qt**

Histoire  
 Capacités  
 Exemples  
 Comparaison avec d'autres outils (Visual Studio, C++ Builder, Xcode)  
 Technologies Widget et Quick  
 Modules de Qt  
 Licences de Qt

#### **Qt Creator**

Présentation  
 Les Kits de Qt  
 Le fichier projet  
 L'écran principal  
 L'éditeur de code  
 Le designer  
 Le débogueur  
 La documentation

#### **Découverte de Quick**

Organisation d'un projet  
 Première scène  
 Les items  
 Gérer les états  
 Programmation asynchrone

#### **Graphismes avancés avec Qt**

Le positionnement  
 Les layouts  
 Les états et les transitions  
 Les animations  
 Projet

#### **Découverte des principales API**

Types Qt de base  
 Multimédia  
 Positionnement et cartographie  
 Quick controls et thèmes graphiques  
 WebView  
 Projet : cartographie GPS avec visio

#### **Conception avancée**

Modèle-View

#### **Quick en multiplateforme**

Organiser son projet  
 Application responsive  
 Projet sur Android et iOS

#### **Packager une application**

#### **Distribuer une application**

#### **Déboguer une application à distance**

#### *Tour de table*

## Qt : les fondations pour votre IHM

*Qt est un outil de développement multiplateforme permettant de créer des applications à partir d'une unique code source. Avec Qt, tout élément de la fenêtre est appelé un widget. Cette formation se concentre sur la création d'applications Qt performantes même en environnement contraint. La création d'IHM Quick ou Widget sera peu abordée, au profit d'une maîtrise parfaite du cœur de Qt et des principes permettant la conception d'applications puissantes.*

### OBJECTIFS

- Créer des applications C++ avec Qt performantes et optimisées
- Réaliser des appels de fonction asynchrones de différentes façons
- Recoder des algorithmes complexes et bloquants de façon non-bloquante pour l'IHM
- Utiliser les différentes techniques de threading
- Optimiser les conteneurs de données pour augmenter les performances et réduire l'empreinte mémoire
- Utiliser la run-loop de Qt
- Utiliser les chaînes de caractères (QString) et les tableaux d'octets (QByteArray)
- Déboguer une application
- Packager et distribuer une application
- Découvrir les interfaces graphiques simplistes avec Qt Quick et Qt Widgets et utiliser des objets C++ dans Qt Quick

### PUBLIC VISE

Ingénieurs et Développeurs d'interfaces graphiques.

### PREREQUIS

Maitrise de C/C++11 et de programmation objet indispensable. Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Expert en génie logiciel et cybersécurité, développeur professionnel C et C++ et spécialisé sur Qt.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. Etude de cas. Démonstration et travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Du 21 au 25 novembre 2022

### LIEU

Formation à distance  
*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

5 demi-journées – 20h

### PRIX

1 500€ HT (1 200 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Bérénice RABIA

✉ [rabia@captronic.fr](mailto:rabia@captronic.fr)

☎ 06 09 86 49 44

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### QT : LES FONDATIONS POUR VOTRE IHM

#### *Tour de table*

#### **Présentation de Qt**

- Histoire
- Capacités
- Exemples
- Licences de Qt
- Comparaison avec d'autres outils (Visual Studio, C++ Builder, Xcode)
- Technologies Widget et Quick
- Modules de Qt
- Framework, toolkit et API
- Modèle d'abstraction

#### **Qt Creator**

- Présentation
- Les Kits de Qt
- Le fichier projet
- L'écran principal
- L'éditeur de code
- Le designer
- Le débogueur
- La documentation

#### **Conception multi-plateformes**

- Du PC à l'embarqué
- Stratégie et conception

#### **Maîtriser les fondations de Qt**

- QObject
- Instanciation et arbre d'objets
- Entité et identité
- Affinité de thread
- Run-loop
- Signal et slot
- Types personnalisés
- Timers

#### **Programmation asynchrone**

- Asynchronisme et non-bloquant
- Boucle for non bloquante
- Pause non bloquante
- Fonctions longues non bloquantes
- Automates à états
- Appels asynchrones
- Cycle de vie des objets

#### **Threads**

- Contrôleur de thread
- Bonne pratique : Worker
- Pool de threads
- Tâche différée

#### **Propriétés dynamiques**

#### **QVariant**

- Conteneur universel
- Transtypage
- Types personnalisés

#### **Bonnes pratiques de conception**

- Héritage de QObject
- Modes d'instanciation (dynamique vs automatique)
- Organisation du code (design-patterns)
- Cast avec QObject

#### **Conteneurs optimisés**

- Copie à l'écriture
- Pointeur partagé
- Les conteneurs de Qt
- Utiliser ses propres objets en tant que types Qt

#### **Chaines de caractères et flux de données**

- QString
- Conversion d'encodage
- QByteArray
- Lire et écrire dans un fichier
- Lire un flux de données

#### *Tour de table*

## Linux Temps Réel

*De nombreux systèmes requièrent des performances dites temps réel. En effet, le marché des systèmes embarqués est en pleine croissance et le besoin de solutions embarquées temps réel augmente en conséquence dans certains secteurs industriels automobile, aéronautique santé. CAP'TRONIC vous propose une formation concrète et pragmatique pour maîtriser le temps réel sous Linux.*

### OBJECTIFS

Assimiler les concepts pour mettre en œuvre linux temps réel

### PUBLIC VISE

Concepteurs, techniciens et ingénieurs de développement et chefs de projets techniques qui souhaitent acquérir les compétences nécessaires à la mise en œuvre et au développement de solutions temps réel dur basées sur Xenomai.

### PREREQUIS

Première expérience en développement informatique sous linux.  
 Yocto - UNIX/Linux user expérience (shell)  
 Savoir programmer en C  
 Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis

### INTERVENANT

Expert spécialisé dans l'intégration de solutions Open Source. Il est également l'auteur d'ouvrages sur "Linux embarqué".  
 Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours en anglais. La formation alternera des exposés théoriques et un ou des cas pratiques fil rouge et se clôtura par une action de synthèse des concepts et méthodologies clefs. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Les 10 et 11 mai 2022

### LIEU

Formation à distance  
*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 000€ HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Florence CAGNARD  
 ✉ cagnard@captronic.fr  
 ☎ 06 70 73 23 43  
 Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap



## PROGRAMME DETAILLE

### LINUX TEMPS REEL

#### *Tour de table*

#### **Introducing real-time**

- What is real-time?
- Some scheduling algorithms (RMS, EDF)
- RTOS (RealTime Operating Systems) examples

#### **Using Linux for real-time**

- Linux kernel / OS introduction
- Old patches (“low-latency” and “preempt-kernel”)
- Co-kernel (RTlinux, RTAI, Xenomai)

#### **Using Linux (and PREEMPT\_RT) for real-time**

- RT programming principles
- Processes and threads
- Timers and Clocks
- Semaphores and Mutex
- Real-time POSIX extensions
- Profiling RT with Ftrace

#### **Xenomai programming**

- Xenomai programming principles
- Application architecture & design (using “domains”)
- Skins (API) : POSIX, Alchemy (native)
- Compiling a Xenomai application (using xeno-config)
- The /proc/xenomai directory
- Real-time IPC (XDDP)
- Kernel programming, Xenomai drivers (RTDM)

Guidelines and exercises about using Linux for RT - Practical work on Raspberry Pi 3 B/B+ board (provided by Smile) - Yocto training is prerequisite (most of time) but Buildroot can be used “standalone” - Linux environment is Ubuntu 16.04 (VirtualBox)

#### *Tour de table*

## UML/SysML pour la modélisation d'un système

*UML apporte un support de modélisation pendant toutes les phases d'un projet et guide les acteurs du projet pas à pas dans les choix stratégiques. Au-delà de la modélisation des systèmes, UML vous servira également dans la conduite de projet que ce soit un cycle en V ou une méthode agile. En suivant cette formation, découvrez UML / SysML et apprenez à modéliser un projet de bout en bout.*

### OBJECTIFS

Modéliser un projet de bout en bout, Traduire des exigences clients en exigences fonctionnelles et opérationnelles, Découvrir UML / SysML dans l'analyse conceptuelle, fonctionnelle, applicative.

### PUBLIC VISE

Développeurs, Architectes système, Chefs de projet.

### PREREQUIS

La connaissance d'un langage orienté objet est recommandée pour suivre cette formation.

Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis

### INTERVENANT

Expert des systèmes en réseau : infrastructure de réseau, sécurité, développements d'application en réseau, Expert des systèmes embarqués : développements d'application sur systèmes embarqués, IoT, M2M, Expert des systèmes spatiaux : analyse et développements des systèmes spatiaux nanosatellites, Expert en développement de systèmes mobiles, Modélisation des systèmes.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. Etude de cas. Démonstration. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Les 15 et 16 mars 2022

### LIEU

Formation à distance

*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 000€ HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Florence CAGNARD

✉ cagnard@captronic.fr

☎ 06 70 73 23 43

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### UML/SysML POUR LA MODELISATION D'UN SYSTEME

#### **Tour de table**

##### **Introduction**

Découvrir l'OMG et UML2  
 Historique des langages de modélisation  
 Le langage semi-formel UML et ses profils  
 Découverte des outils mis à disposition  
 Entreprise Architecte  
 TTools

##### **Approche systémique et UML**

Définition de la systémique et apport de UML  
 UML dans le cycle de production industriel

##### **UML et développement logiciel**

UML et notion d'objet  
 Notion de patron de conception  
 UML et langage itératif  
 UML et le cycle en V, cascade

##### **Diagrammes UML**

Structuration des diagrammes  
 Les diagrammes dynamiques et statiques  
 Types de diagrammes et éléments communs  
 Stéréotypes  
 Paquetages  
 Relations

#### **JOUR 2**

##### **Diagrammes structurels ou Diagrammes statiques (UML Structure)**

Diagramme de classes  
 Diagramme d'objets  
 Diagramme de composants  
 Diagramme de déploiement  
 Diagramme de paquetages  
 Diagramme de structures composites

##### **Diagrammes comportementaux ou Diagrammes dynamiques**

Diagramme de cas d'utilisation (Use case)  
 Diagramme d'activités  
 Diagramme d'états-transitions

##### **Diagrammes d'interaction**

Diagramme de séquence  
 Diagramme de communication  
 Diagramme global d'interaction  
 Diagramme de temps

##### **Découverte de SysML**

Les Diagrammes SysML  
 Apport de SysML vs UML  
 Architecture avec SysML

*Un sujet le "Contrôleur de température et pression" vous permettra de mettre en œuvre toutes les notions présentées dans les différents chapitres.*

##### **Analyse conceptuelle :**

Définition des exigences fonctionnelles et non fonctionnelles  
 Définition des exigences dérivées  
 Orchestration dans un use case  
 Description dynamique et statique

##### **Analyse fonctionnelle :**

Définition des fonctions du système à partir de l'analyse conceptuelle  
 Matrice de couverture  
 Diagramme d'architecture et des patrons de conception

##### **Analyse applicative :**

Diagramme de classe et d'objet  
 Diagramme d'état  
 Génération de code et simulation

#### **Tour de table**

## Noyau Linux et développement de drivers

*Le support pour les périphériques est assuré sous Linux par des pilotes (drivers) dont le code se déroule dans le noyau du système d'exploitation. Il est donc nécessaire pour le développeur amené à écrire ou à tester des pilotes de périphériques de maîtriser les concepts propres à la programmation noyau. Cette formation vous permettra de concevoir, développer et déployer un pilote de périphérique pour le noyau Linux.*

### OBJECTIFS

Permettre à des ingénieurs de développement maîtrisant la programmation en C de concevoir, développer et déployer un pilote de périphérique pour le noyau Linux

### PUBLIC VISE

Concepteurs, techniciens et ingénieurs de développement et chefs de projets techniques qui souhaitent concevoir de futurs produits basés sur des cartes ARM sous Linux.

### PREREQUIS

La maîtrise du langage C. et les commandes de base GNU/Linux.  
Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Expert spécialisée dans l'intégration de solutions Open Source. Il est également l'auteur d'ouvrages sur "Linux embarqué"  
Le Programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours en anglais. La formation alternera des exposés théoriques et un ou des cas pratiques fil rouge et se clôtura par une action de synthèse des concepts et méthodologies clefs. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### ANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Les 11,12 et 13 avril 2022

### LIEU

Formation à distance  
*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

1 500€ HT (1 200 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Florence CAGNARD

✉ [cagnard@captronic.fr](mailto:cagnard@captronic.fr)

☎ 06 70 73 23 43

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### NOYAU LINUX ET DEVELOPPEMENT DE DRIVERS

#### Tour de table

##### Introduction au noyau Linux

Principes, espaces utilisateur et noyau  
 Historique  
 Principaux concepts  
 Nommage des versions  
 Licences  
 Compilation native et croisée d'un noyau standard

##### Modules Linux

Développement en espace noyau  
 API des modules Linux, écriture d'un module « Hello World »  
 Les fonctions module\_init() et module\_exit()  
 Manipulation des modules avec insmod, modprobe, rmmod, lsmod, modinfo  
 Macros d'identification des modules  
 Dépendances des modules  
 Passage de paramètres

##### Pilotes en mode caractère

Rappel sur les pilotes UNIX  
 Pilote statique et dynamique  
 Les différents types de pilotes (char, block, network)  
 Structure d'un pilote en mode caractère (char)  
 Principales fonctions du pilote  
 Interface avec l'espace utilisateur (majeur et mineur) différentes méthodes d'allocation  
 La structure file\_operations  
 Les classes de pilotes, utilisation de la classe misc, création de classe  
 Échanges de données avec l'espace utilisateur  
 Traitement des interruptions  
 Threads noyau  
 Ports et mémoire d'entrée sortie  
 Projection en mémoire, utilisation de mmap()  
 Verrouillage (spinlock et mutex)  
 Mesure du temps et compteurs

##### Bus Platform

Introduction générale à la séparation Device/Driver  
 Le bus virtuel Platform  
 Modules driver  
 Modules devices  
 Configuration d'une carte électronique  
 Le "devices tree"  
 Les "overlays"

##### Bus PCI

Introduction générale au bus PCI (historique, versions, performances)  
 Ressources d'un périphérique PCI (Base Address Register, interruptions)  
 Registres de configuration  
 Le bus PCI sous Linux  
 Utilisation de lspci  
 Écriture d'un pilote PCI générique  
 Table des identifiants  
 Descripteur de pilote  
 Allocation et libération, fonctions probe() et remove()  
 Ajout d'une interface en mode caractère (char driver)

Test du pilote sur la carte réseau du PC virtuel

##### Bus USB

Introduction générale au bus USB (historique, versions)  
 Contrôleur (OHCI, EHCI) et connectique  
 Principe de fonctionnement host et device  
 Structure du périphérique  
 Les messages USB  
 Le bus USB sous Linux  
 Utilisation de lusb  
 Écriture d'un pilote USB pour un périphérique simple de type HID (Human Interface Device)  
 Utilisation de UDEV, gestion de l'attachement et du détachement d'un périphérique HID  
 Cas général d'URB (USB Request Block)  
 Mise au point avec USBMON  
 Écriture de « pilote » USB en espace utilisateur, introduction à hidraw et libusb

##### Interfaces/bus divers (GPIO, I2C, SPI)

Interfaces de la carte Raspberry Pi  
 GPIO sous Linux en espace utilisateur et noyau (génération d'une interruption)  
 Bus I2C et SPI sous Linux (afficheur 7 segments et capteur de luminosité)

##### Introduction aux pilotes réseau

Rappels sur le réseau sous Linux  
 Spécificité des pilotes réseau, positionnement par rapport à la pile et au bus (PCI, USB, ...)  
 Les fonctions d'un pilote réseau  
 Les structures net\_device et net\_device\_ops  
 Manipulation du socket buffer (struct sk\_buff)  
 Écriture d'un pilote réseau minimal faketh, création de l'interface fake0  
 Test du pilote avec l'outil tcpdump  
 Pilotes réseau PCI et USB, introduction à USBnet  
 Introduction à la NAPI

##### Introduction aux pilotes en mode bloc

Architecture d'un pilote en mode bloc (block driver), notion de disk  
 Développement d'un pilote de disque mémoire (ramdisk) → SBD (Simple Block Device)  
 Test du pilote → partitionnement, formatage, lecture et écriture de données

##### Mise au point en espace noyau

Mise au point et profilings sous Linux  
 Introduction à GDB  
 Exemple de l'agent GDB SERVER (espace utilisateur)  
 Agents pour la mise au point noyau  
 Sonde JTAG  
 Émulateur QEMU  
 KGDB  
 Mise au point du noyau statique (analyse de kernel panic)  
 Mise au point d'un module dynamique (ko)  
 Introduction à Ftrace (profiling noyau)  
 Utilisation de trace-cmd et kernel shark

#### Tour de table

## Initiation aux techniques modernes de traitement numérique du signal pour l'Embarqué

*Vous planifiez de mener un projet intégrant du traitement numérique du signal ? Vous vous interrogez sur les outils de simulation et l'utilisation des solutions technologiques disponibles ? Cette formation répondra à vos besoins en répondant à ces questions pour deux types de familles de composants : STM32 et FPGAs.*

### OBJECTIFS

Présenter, d'une part les outils modernes de simulation et d'autre part l'utilisation de solutions technologiques de traitement numérique du signal dans l'embarqué sur les deux grandes familles de composants : les processeurs STM32 et les FPGAs.

### PUBLIC VISE

PMEs, startups ou bureaux d'études du secteur électronique au sens large, ayant développé même une petite application de traitement du signal ou qui envisagent de développer pour la première fois ce type d'application.

### PREREQUIS

Connaissances générales préalables en architectures électroniques et/ou en développement de logiciel embarqué.

Savoir programmer en langage C.

Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis

### INTERVENANT

Ingénieur logiciel embarqué CAPTRONIC, plus de 20 d'expérience en BE, Doctorat en traitement du signal, formateur en école d'ingénieur.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. Etude de cas. Démonstration et/ou travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Les 14 et 15 septembre 2022

### LIEU

Formation à distance

*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 000€ HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Florence CAGNARD

✉ cagnard@captronic.fr

☎ 06 70 73 23 43

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### INITIATION AUX TECHNIQUES MODERNES DE TRAITEMENT NUMERIQUE DU SIGNAL POUR L'EMBARQUE

#### **Tour de table**

#### **Introduction au traitement numérique des signaux (TNS)**

##### **L'échantillonnage et la numérisation des signaux :**

Théorème de Shannon,  
La numérisation des signaux,  
Panorama des différentes technologies des ADC & DAC.  
Exemple de mise en œuvre matérielle, les pièges à éviter.

##### **Notion de base de traitement numérique du signal :**

Aspect temporel, aspect fréquentiel.  
Le produit de convolution.  
Le filtrage numérique FIR et IIR,  
La transformée de Fourier  
Python, l'outil gratuit pour simuler ses algorithmes de traitement numérique du signal.  
Présentation de Python, rappel des bases de la programmation.

##### **Les bibliothèques Python pour faire du traitement numérique du signal :**

numpy, scipy, Matplotlib  
Travaux Pratiques de simulation sous Python :  
Synthèse de signaux,  
Design d'un filtre numérique FIR et IIR,  
L'analyse spectrale de signaux vibratoire et audio.

##### **Quelle technologie pour la mise en œuvre du TNS dans l'embarqué.**

MAC, architecture de Harvard, SISD, SIMD, Gestion des flux de données, DMA : les briques matérielles nécessaires au traitement numérique du signal.  
Rappel sur l'arithmétique et son impact sur les applications.  
Présentation des architectures : DSP, FPGA, STM32  
Comment faire le bon de choix du processeur pour son application.

#### **Tour de table**

## Gestion du logiciel embarqué - Rédiger correctement un document de spécifications

*Les projets dans le domaine de l'embarqué sont de plus en plus complexes, et nécessitent une réactivité de plus en plus importante pour réduire le Time To Market. Il existe un consensus pour dire que la rédaction d'un bon document de spécifications permet de résoudre en amont beaucoup de problématiques. Sa rédaction est pourtant considérée comme coûteuse et rébarbative. Cette formation a pour objectif de démystifier cette rédaction !*

### OBJECTIFS

- Démystifier la rédaction des spécifications logicielles
- Permettre d'obtenir un document de qualité, pour concevoir un logiciel de qualité.

### PUBLIC VISE

PME, start-ups ou bureaux d'études du secteur électronique au sens large qui envisagent de monter en compétence dans la gestion et la rédaction documentaire.

### PREREQUIS

Connaissances de base en logiciel embarqué ;  
Notions en gestion de projet seraient un plus.  
Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Ingénieur CAPTRONIC, expert en logiciel embarqué, en processus de gestion et développement.  
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Etude de cas – Démonstration et travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Les 9 et 10 mars 2022  
Les 29 et 30 novembre 2022

### LIEU

Formation à distance  
*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 000€ HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothee WALLART  
✉ wallart@captronic.fr  
☎ 04 38 78 37 38  
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.



**PROGRAMME DETAILLE****GESTION DU LOGICIEL EMBARQUE – REDIGER CORRECTEMENT UN DOCUMENT DE SPECIFICATIONS****JOUR 1****Tour de table****Introduction**

- Intérêt des spécifications logicielles, présentation de cas d'utilisations.
- Echange autour des attentes

**Spécifications fonctionnelles**

- Objectifs
- La notion d'exigences
- De la réunion à la spécification, prendre le chemin le plus court
- Relations avec le client
- Tester ses exigences, de la spécification au cahier de test
- Mise en œuvre dans Word et OpenOffice

**Spécifications techniques**

- Objectifs
- Exigences et traçabilité
- Liaison avec le document de spécifications fonctionnelles
- Mise en œuvre dans Word et OpenOffice

**Documents d'architecture**

- Pourquoi un tel document ?
- Méthode de rédaction
- Mise en œuvre dans Word et OpenOffice

**Document de recette**

- Liaison avec les spécifications fonctionnelles
- Le traitement de texte efficace
- Word, Libreoffice
- Gestion des styles, templates.
- Trucs et astuces
- Les schémas efficaces
- Problématique
- Utilisation de draw.io et sedit.
- La prise de notes efficace
- Freeplane

**JOUR 2****Le langage UML**

- Présentation
- Les différents diagrammes
- Outils
- PlantUML, Draw.io

**Présentation d'un cahier des charges existant**

- Workshop serious gaming, réalisation de spécifications fonctionnelles d'un produit
- Possibilité de travailler sur les spécifications fonctionnelles d'un produit que développe un participant à la formation (sous réserve d'accord)
- Capture des besoins, prise de note rapide avec FreePlane.
- Rédaction collégiale par les participants.
- Conclusion
- Bilan de la formation et questions/réponses

**Tour de table**

## Concevoir un système embarqué Linux avec YOCTO

*Vous devez concevoir un système embarqué à base de Linux. Il vous faut pour cela créer la bonne distribution et intégrer un certain nombre de bibliothèques tout en assurant la qualité de l'assemblage. Le framework proposé par YOCTO et adopté par tous les grands acteurs du monde Linux embarqué, fait aujourd'hui figure de solution de choix pour créer un tel environnement Linux. Cette formation vous présentera Yocto en détails.*

### OBJECTIFS

Cette formation présentera le concept et l'outil, comment l'utiliser, les bonnes pratiques, les avantages et inconvénients vis-à-vis d'autres outils.

### PUBLIC VISE

Concepteurs, techniciens et ingénieurs de développement et chefs de projets techniques qui souhaitent concevoir de futurs produits basés sur des cartes électroniques sous Linux.

### PREREQUIS

Maîtrise du langage C.

Maîtrise des commandes de base GNU/Linux.

Niveau technique élevé, ne convient pas aux débutants.

Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis. Droits administrateurs sur le PC requis.

### INTERVENANT

Ingénieur expert en conception de systèmes embarqués, 30 ans d'expérience, Directeur technique d'un Bureau d'étude, formateur Linux / Yocto.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours – Travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Les 12 et 13 avril 2022

### LIEU

Formation à distance

*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation.*

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 000€ HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothee WALLART

✉ wallart@captronic.fr

☎ 04 38 78 37 36

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### CONCEVOIR UN SYSTEME EMBARQUE LINUX AVEC YOCTO

#### *Tour de table*

#### **JOUR 1**

- Contexte d'utilisation
- Licences logicielles
- Présentation de Yocto
- Notions théoriques
- Yocto en pratique
- Créer une recette
- Notions avancées

#### **JOUR 2**

##### **TRAVAUX PRATIQUES**

A partir d'un environnement Yocto préparé à l'avance, adaptation de l'image de base core-image-sato avec divers exercices permettant de :

- Ajouter de nouveaux composants logiciels
- Créer une layer spécifique
- Paramétrer la langue du clavier et la timezone
- Ajouter et configurer un client NTP
- Ajouter et configurer un serveur FTP
- Créer une recette pour composant logiciel upstream non supportés nativement
- Créer une recette pour logiciel développé en interne.

#### *Tour de table*

## Des outils pour fiabiliser son code embarqué : le TDD « Test Driven Development »

*Si vous choisissez de tester la fiabilité de votre code embarqué avec la méthode TDD (Test Driven Development), vous devez utiliser un outil pour mener vos campagnes de tests. Cette formation présente un de ces outils : Gitlab.*

### OBJECTIFS

Maitriser son développement logiciel avec Gitlab pour assurer sa qualité du code embarqué.

### PUBLIC VISE

Développeurs de logiciel et ingénieurs en conception informatique.

### PREREQUIS

Aisance à utiliser un shell Linux  
 Bonnes connaissances en programmation langage C.  
 Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Ingénieur CAPTRONIC, expert en logiciel embarqué, en processus de gestion et développement.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours – Démonstration et travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Les 18 et 19 mai 2022

### LIEU

Formation à distance  
*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 000€ HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothee WALLART

✉ wallart@captronic.fr

☎ 04 38 78 37 36

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### DES OUTILS POUR FIABILISER SON CODE EMBARQUE – LE TDD « TEST DRIVEN DEVELOPMENT »

#### *Tour de table*

#### **JOUR 1**

- Le test en tant qu'outil de vérification
- Idées reçues et exemples
- Notion de testabilité d'un logiciel ou d'un module logiciel
- Différents types de tests

Tests unitaires : Définition et mise en pratique sur outil de test unitaire

Tests d'intégration : Définition et stratégie

Tests de validation : définition et mise en œuvre

Tests d'endurance et de robustesse

- Les tests dans le plan qualité
- Impact de la testabilité sur les exigences fonctionnelles
- Impact de la testabilité sur la qualité du codage
- Mise en évidence du gain qualité à écrire du code testable
- Mise en œuvre des outils de tests, tests automatiques
- Le test unitaire et le driver

#### **JOUR 2**

- Détection automatique d'erreur : Les outils de vérification statique
- Les warning du compilateur une aide précieuse, CBMC un checker plein de ressources
- Les outils dynamiques
- Principe et mise en œuvre des outils Valgrind
- Travaux pratiques : Cppcheck, CMOCK, Valgrind, CBMC, Git
- Etude de cas sur l'automatisation de tests CI/CD avec Gitlab
- Scénario de tests avec Kiwi TCMS
- Rendre une application testable

#### *Tour de table*

## Une méthodologie pour fiabiliser son code embarqué. le TDD « Test Driven Development »

*Vous menez un projet comportant de l'électronique embarquée ? Comment s'assurer de la fiabilité de votre code ? Parmi les méthodes disponibles, il existe une méthode basée sur des tests : le TDD (Test Driven Development). C'est cette méthode qui sera présentée lors de cette formation.*

### OBJECTIFS

Mettre en œuvre une méthodologie TDD pour sa gestion de projet Logiciel pour améliorer la qualité produit.

### PUBLIC VISE

Ingénieurs et techniciens en conception produit et industrialisation, Chef de projet, Responsables Qualité, Dirigeants.

### PREREQUIS

Aisance à utiliser un shell Linux  
Bonnes connaissances en programmation langage C.  
Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Ingénieur CAPTRONIC, expert en logiciel embarqué, en processus de gestion et développement.  
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours – Démonstration et travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Les 16 et 17 mai 2022

### LIEU

Formation à distance  
*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 000€ HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothee WALLART

✉ wallart@captronic.fr

☎ 04 38 78 37 36

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### UNE METHODOLOGIE POUR FIABILISER SON CODE EMBARQUE – LE TDD « TEST DRIVEN DEVELOPMENT »

#### *Tour de table*

#### **JOUR 1**

- Introduction et exemples de scénarios types, introduisant la problématique d'un code de qualité, testé et documenté
- Approche système
- Elaboration d'un document logiciel
- Les documents de spécifications et d'exigences
- Cas pratique avec prise en compte des tests dès les phases de conception
- Les différentes gestions de projet
- La qualité de code
- Norme de codage
- Principe et exemples : Linux coding style, MISRA, google coding style
- Métrique, Revue de code et documentation
- Travaux pratiques
- Rédaction de spécifications et d'exigences

#### **JOUR 2**

- Les documents de vérification et validation
- Outils de gestion de configuration
- Théorie : Principe, test de non régression, automatisation des tests, testabilité
- Différents types de tests
- Tests unitaires : Définition et mise en pratique sur outil de test unitaire
- Tests d'intégration : Définition et stratégie
- Tests de validation : Définition et mise en œuvre
- Conclusion/Discussions

#### *Tour de table*

## Bus CAN, le protocole J1939 et ses déclinaisons

*Cette formation a pour but de faire une introduction théorique au protocole CAN et son multiplexage. Les points suivants seront détaillés : l'échange d'informations et la technique d'arbitrage ainsi que les contraintes de mise en œuvre sur la longueur des fils du bus et les connectiques associées. Le protocole J1939 sera expliqué ainsi que ses déclinaisons pour la navigation maritime utilisant le protocole NMEA2000 ou encore ISOBUS pour les machines agricoles.*

### OBJECTIFS

- Introduire théoriquement le protocole CAN et son multiplexage.
- Identifier les déclinaisons que sont le protocole J1939 et ISOBUS.

### PUBLIC VISE

Ingénieurs, techniciens, chefs de projet souhaitant un premier niveau de connaissance du bus CAN et ses déclinaisons.

### PREREQUIS

Notions de base en électronique (capacité, résistance, courant) ;  
Notions de base en conversion binaire/hexadécimal/décimal ;  
Notions basiques de réseaux.  
Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Enseignant-chercheur spécialisé en automatisme et machinisme agricole enseignant le CAN, l'ISOBUS et J1939 à SUP AGRO, expert à l'AFNOR pour la norme ISOBUS.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Démonstration. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Le 5 juillet 2022

### LIEU

Formation à distance  
*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

1 jours – 7h

### PRIX

600€ HT (480 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothee WALLART

✉ wallart@captronic.fr

☎ 04 38 78 37 38

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.



**PROGRAMME DETAILLE****BUS CAN, LE PROTOCOLE J1939 ET SES DECLINAISONS*****Tour de table*****1 Présentation du bus CAN**

- Historique
- Le multiplexage
- Caractéristiques du réseau CAN, avantages et inconvénients
- Alternative à CAN

**2 Multiplexage et bus CAN**

- Introduction au multiplexage
- Adressage du bus CAN
- Les trames physiques CAN
- Préconisations sur la topologie du réseau électrique

**3 Description du protocole CAN**

- Notion de bit récessif/dominant
- Arbitrage sur l'envoi des trames
- CAN 2.0A, CAN2.0 B
- Qualité de service
- 

**4 Protocoles avancés sur bus CAN : J1939/NMEA 2000/ ISOBUS par l'exemple**

- PGN, SPN/FMI, Transport Protocol
- Mise en œuvre de différents PGN (ex. : J1939 = PGN contrôleur moteur, NMEA2000 = PGN Navigation, ISOBUS = PGN vitesses théoriques et réelles,...)

**5 Normes utilisées dans le secteur du machinisme agricole, interrelations entre ces normes**

- Fonctions internes du tracteur = J 1939
- Liaison Tracteur-outils = norme ISO 11783 (ou norme ISOBUS)
- Fonctions de localisation/Navigation = NMEA 2000
- Catégories de fonctions disponibles = ISOBUS classe 1, Classe 2 et Classe 3
- Fonctions avancées : commande du tracteur pour l'outil, automatisation des tâches, transfert de données vers l'ordinateur de gestion de l'exploitation,...

***Tour de table***

## Développez un Système embarqué sur SoC FPGA

Certains projets de systèmes embarqués impliquent du **traitement d'image**. Les **SoC FPGA** sont adaptés à ce type de situations, ils embarquent sur une **même puce** un **processeur** et un **FPGA**. Les deux unités de calcul communiquent via un bus de communication accessible depuis l'espace utilisateur, ou plus simplement par un partage d'une zone de la RAM. Cette formation a pour but de présenter la méthodologie pour embarquer Linux sur le processeur pour les tâches de communication et développer en VHDL vos applicatifs dédiés au traitement d'image sans pénaliser le CPU.

### OBJECTIFS

Savoir répondre aux questions suivantes :

- Dans quels cas l'utilisation de SoC FPGA peut rendre possible un projet ?
- Quels sont les opérations réalisables efficacement par la programmation d'un FPGA ?
- Quel est l'effort à mettre en œuvre pour réaliser un déploiement de ce type d'architecture ?

Les participants auront l'expérience d'une mise en œuvre réelle sur SoCFPGA.

### PUBLIC VISE

Techniciens et Ingénieurs concepteurs de systèmes embarqués.

Pas d'expérience requise en développement sur FPGA

### PREREQUIS

Avoir des notions de C et connaître les lignes de commande sous Linux. Les notions de base en VHDL ou Verilog ne sont pas nécessaires pour cette formation.

Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Docteur en informatique et système embarqué. Développeur FPGA. Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. La formation alternera des exposés théoriques et des travaux pratiques sur kit TP en réseau. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Du 17 au 19 mai 2022

### LIEU

Formation à distance

Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

1 500€ HT (1200 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Florence CAGNARD

✉ cagnard@captronic.fr

☎ 06 70 73 23 43

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

## DEVELOPPEZ UN SYSTEME EMBARQUE SUR SOC FPGA

**Tour de table****JOUR 1 Mise en œuvre du SoC FPGA de10-nano****Introduction**

► Du cahier des charges du projet à l'architecture réseau

De l'architecture réseau aux contraintes sur les unités de calcul embarquées

Puissance de calcul embarquée, les problématiques classiques : autonomie énergétique, réactivité, calcul algorithmique, compilation de statistiques, réseau de neurones artificiels, traitement du signal, capteurs et communications.

Le SoC FPGA une proposition de résolution du problème d'occupation CPU.

**Comment programmer un SoC FPGA chez Intel**

Comment un FPGA réalise l'implémentation d'un algorithme de traitement du signal

Programmer un FPGA en HDL (VHDL / Verilog)

Communication entre un le HPS et le FPGA chez Intel : AXI, Avalon MM, port parallèle, accès à la RAM

Quartus ii et Platform Designer

Mettre en œuvre la distribution Linux fournie

Récupérer l'image de la carte SD fournie par Terasic

Démarrer la carte de prototypage et prendre le contrôle du SoC en UART Identifier dans la documentation du SoC les informations pour piloter des Leds depuis le HPS

Les outils de développement : Quartus ii, Soc EDS, Linaro

Communication entre le HPS et le FPGA, piloter les Leds depuis Linux en envoyant au FPGA une commande sur un port parallèle, le FPGA se chargeant du pilotage des Leds

**[Pour ceux qui sont en avance] Mettre en œuvre sa propre distribution Linux pour SoC Intel**

Le bootloader, le Noyau Linux et la distribution Linux sur un SoC FPGA Intel

Configurer et compiler u-boot  
Récupérer et compiler les sources du noyau Linux fourni par Altera  
Configurer une distribution Linux  
Créer une carte SD avec Linux  
Démarrer sur la nouvelle distribution Linux

Activer la communication entre Linux et le FPGA (avec un device tree)

**JOUR 2 Décharger le CPU d'une opération****Décharger le CPU d'une opération en un port classique**

Ouvrir et configurer le squelette de projet fourni par Terasic

Développer une opération parallèle sur FPGA

Configurer Platform Designer que le HPS communique avec le FPGA via un bus Avalon

Appeler la procédure du FPGA depuis l'espace utilisateur Linux en transférant les paramètres via le port parallèle Avalon.

Limitations du bus de communication parallèle, avantages d'utiliser la RAM.

**Décharger le CPU en utilisant la RAM**

Réserver une zone de RAM aux échanges entre HPS et FPGA  
Configurer Platform Designer  
Appeler la procédure du FPGA avec les données en RAM

**JOUR 3 Cas d'application en traitement d'image****Décharger le CPU : seuillage d'image sur FPGA**

Préparer l'envoi d'une image (formats d'image en OpenCV)  
Configurer Platform Designer  
Compiler la procédure de seuillage de pixel pour FPGA  
Appeler la procédure de seuillage sur FPGA avec les données en RAM

**Conclusion**

Avantages/difficultés du déchargement du CPU en utilisant un SoC FPGA

Rappel des étapes de développement

A venir dans une formation complémentaire : communication entre le HPS et le CPU via un module noyau (fichier caractère), utiliser les ports d'entrée-sortie du FPGA pour le pilotage de capteurs/actionneurs en temps-réel. Utiliser un écran tactile pour obtenir une tablette dédiée au traitement du signal embarqué.

**Tour de table**

## Le Langage VHDL

*Cette formation vous présente le langage nécessaire au développement de FPGA. Vous pourrez acquérir des compétences générales dans la pratique du VHDL et développer votre premier projet VHDL sur des exemples simples en lien avec le filtrage et le traitement du signal. La formation alterne apports théoriques et applications pratiques sur cible Xilinx.*

### OBJECTIFS

- Assimiler les concepts et la syntaxe du VHDL
- Mettre en œuvre le process flow VHDL depuis le codage jusqu'à la configuration.
- Acquérir un début d'autonomie et une bonne méthodologie de conception
- Découvrir les techniques de filtrage sur FPGA

### PUBLIC VISE

Ingénieurs, Techniciens, concepteurs et développeurs de produits électroniques et systèmes embarqués

### PREREQUIS

Avoir une bonne connaissance de l'électronique numérique (circuit logique, bascule, FIFO...).

Les stagiaires devront venir avec leur propre PC compatible avec les outils de développement Xilinx (Vivado, la version sera communiquée avant la formation).

### INTERVENANT

Formateur expérimenté, intervenant dans des missions de conseil et d'assistances techniques en entreprise.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours et Travaux pratique sur PC et plateforme fournie. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

Du 4 au 6 octobre 2022

### LIEU

CRESITT Industrie – LAB'O - 1  
avenue du Champs de Mars – CS  
30019 – 45074 Orléans

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

1 800 € HT ( 1 400 €HT pour les  
adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Florence CAGNARD

✉ cagnard@captronic.fr

☎ 06 70 73 23 43

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### LE LANGAGE VHDL

#### *Tour de table*

#### **Jour 1**

- Introduction aux technologies des composants,
- Ressources internes FPGA exemple famille de quelques fabricants
- Les principes d'une conception VHDL
  - Les Objets VHDL
  - Les Opérateurs VHDL
  - Assignation concurrente
  - Assignation séquentielle
- Code Générique
- Compléments sur les Testbenchs
- Les règles de conception
- Les machines d'états

#### **Jour 2 - Travaux pratiques**

- Le but est passer en revue la totalité du process flow VHDL depuis le codage jusqu'à la configuration.
- Le stagiaire utilisera les outils de synthèse, de simulation, de placement routage sur un design existant puis sur un code à écrire sur la base d'un cahier des charges.  
Une mise en œuvre des design sera enfin réalisé sur carte d'évaluation Zybo7-20 (une part stagiaire)
- Les PC ne sont pas mis à disposition, les stagiaires devront venir avec leur propre machine compatible avec les outils de développement Xilinx (Vivado, la version sera communiquée avant la formation)

#### **Jour 3 - Techniques de filtrage sur FPGA**

Quantification et Virgule fixe sur des opérateurs linéaires (matin)  
rappels sur la quantification (origine du bruit dans la conversion analog /num, le modèle statistique, les effets sur le spectre...)  
les nombres à virgule fixe et l'arithmétique associée  
les outils mathématiques pour dimensionner la dynamique  
application au filtrage numérique

L'approche polyphase et multcadence. (Après-midi)

- la théorie
- l'architecture pour une mise en œuvre sur un FPGA
- La formation portera sur les techniques de filtrage avec un focus sur les filtres polyphases.

***La journée inclut des travaux pratiques sur carte d'évaluation Zybo7-20***

#### *Tour de table*

## Android pour smartphones et tablettes

Android est l'OS open source pour système mobile le plus répandu. L'industrie l'utilise comme système multimédia et/ou télécommande d'équipements à distance. Il est modulable et couvre de nombreux domaines applicatifs. Les développeurs ont accès à de nombreux outils de développement et API sans coût supplémentaire, ce qui rend cette plateforme très attractive. A partir d'un simple smartphone ou tablette il est possible de développer des applications très diverses comme le propose cette formation.

### OBJECTIFS

Découvrir les concepts de la plateforme Android ;  
Connaître des outils de développement ;  
Définir une architecture logicielle avec les composants Android ;  
Développer et déployer une application sur smartphone ou tablette.

### PUBLIC VISE

PMEs, startups ou bureaux d'études qui envisagent de développer une application smartphone/tablette ou qui souhaitent se perfectionner.

### PREREQUIS

Connaissance du langage Java et C. Le matériel smartphone et tablette sont fournis pour les TP de la formation.

### INTERVENANT

Ingénieur ENSEEIHT, Expert en traitement du Signal, traitement d'image, formateur expérimenté.  
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours – travaux pratiques tout au long de la formation  
- Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

Les 10 au 11 mai 2022

### LIEU

CEA-TECH - 51 rue de l'Innovation  
31670 LABEGE

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 200 € HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

✉ [cathalinat@captronic.fr](mailto:cathalinat@captronic.fr)

☎ 06 79 49 15 99

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### ANDROID POUR SMARTPHONES ET TABLETTES

#### Tour de table

#### 1) Les composants logiciels Android

- Utiliser et créer les composants logiciels : activité, service, intent, broadcast receiver, content provider, widget
- Connaître le système des intent et de routage des messages asynchrones

#### 2) Principe de base d'une application Android

- La machine à état - Exécuter la chaîne de production d'une application
- Créer « Hello World ! » et Exécuter un débogage
- Visualiser le système de log et les processus et thread des applications
- Visualiser en mode debug

#### 3) Le système téléphonique

- Envoyer/recevoir un appel : structure de l'API
- Envoyer/recevoir un SMS : structure de l'API
- Visualiser les actions du modem GSM
- Emulation de la téléphonie et des SMS

#### 4) L'interface graphique

- Connaître le système graphique d'Android
- Créer une IHM sous Android
- Créer un formulaire et récupérer les données
- Créer une IHM par programmation
- Interface des applications utilisables sur tablette et Smartphone
- Utiliser les fragments d'affichage
- Internationaliser une IHM

#### 5) Système de stockage de données

- Mémoire interne et stockage externe
- Créer et utiliser une base de données pour le stockage non volatile SQLITE
- Stockage avec XML
- Utiliser la SD card comme support de stockage

#### 6) APIs Android

- Connaître le système de géolocalisation Google
- Créer une application avec Google Play Service
- Mise en œuvre de l'accéléromètre, la boussole
- Connaître les capteurs NFC et leur utilisation

#### 7) Interface code natif C/C++

- Connaître le système de cross-compilation
- JNI pour intégrer des codes C/C++
- Connaître les interfaces ABI/EABI supportées
- Générer des lib statiques et dynamiques

#### Les travaux pratiques réalisés en Java et C.

#### Présentation et installation des outils : Android Studio et commande de base.

#### TP1 Installation des outils

- Android Studio : Structure du projet
- Configuration des SDK et NDK
- Configuration des smartphones/tablettes
- Gradle et gestion des dépendances

#### TP2 Installation des outils

- Développement d'une Activity
- Configuration du Manifest
- Visualisation du binaire
- Traçage dans les logs
- Passage en mode debug / pas à pas
- IHM avec des widgets

#### TP3 Développement d'un service et d'une activité

- Visualiser le cycle de vie
- Thread dans le service

#### TP4 Utilisation du système téléphonique

- Envoi d'un SMS par programme
- Gestion des événements téléphoniques
- Emulation du système téléphonique

#### TP5 Sauvegarde des données

- Création d'un content provider
- Création de sharedpreferences
- Utilisation de la SD Card

#### TP6 Application avec les API

- Application de géolocalisation
- Application avec les capteurs

#### TP7 Coder en C/C++

- Application native en C/C++ et JNI
- De Java vers JNI - Génération d'une lib

#### Tour de table

## Initiation au Deep learning

*Le monde de l'Internet des Objets est confronté aux traitements des données mesurées. Cette formation alternera théorie et exercices pour comprendre les règles de base du Deep Learning, connaître les familles d'algorithmes et de répondre à la question : Que sont la data science, le Machine Learning, le Deep Learning, le big data et l'intelligence artificielle ?*

### OBJECTIFS

- Maîtriser les règles de base du deep learning
- Connaître un outil de référence
- Développer quelques algorithmes pour appréhender le travail sur les variables et l'optimisation des erreurs de modélisation.

### PUBLIC VISE

Ingénieurs et techniciens en bureau d'études ou toute autre personne utilisant des manipulations de données et de calcul sur ces données, ayant besoin de mieux comprendre ce que représente le deep learning en terme de possibilité et de savoir-faire.

### PREREQUIS

Connaissance en programmation Python, savoir écrire un script. Mathématiques (moyenne, médiane, variance, calcul de distances, dérivées, etc.), savoir faire des opérations sur des données dans un tableur.

Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Data scientist / expert du Machine Learning.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. Etudes de cas et TP. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Du 14 au 17 juin 2022

### LIEU

Formation à distance  
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

### DUREE

4 demi-journées – 14h

### PRIX

1 000€ HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Bérénice RABIA

✉ [rabia@captronic.fr](mailto:rabia@captronic.fr)

☎ 06 09 86 49 44

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap



## PROGRAMME DETAILLE

### INITIATION AU DEEP LEARNING

#### *Tour de table*

**1. Préambule : Comprendre l'articulation des domaines d'activité autour de la donnée afin de discerner les besoins de son entreprise, là où elle peut faire monter en compétence ces propres équipes et là où il sera plus efficace de faire appel à de l'expertise externe.**

Qu'est-ce la data science, le machine learning, le Deep learning, le big data et l'intelligence artificielle ?

Pour quelles modélisations le Deep learning est-il utilisé ?

#### **2. Les grands principes du Deep Learning**

**Objectif : Maîtriser la méthode d'apprentissage de modèle réalisé en deep learning**

Les modélisations supervisées, non-supervisées et par renforcement

Les étapes de construction d'un modèle

L'évaluation des modèles

L'optimisation des modèles

#### **3. Différents algorithmes de Deep Learning**

**Objectif : Choisir les algorithmes**

Les réseaux complètement connectés

Les réseaux convolutionnels

Les réseaux récurrents

Mise en pratique avec Keras, Tensorflow.

#### **4. Pratiques avancées**

**Objectif : Connaître des pratiques pour améliorer les modèles**

Préparation des variables

Autoencoders

Generative Adversarial Networks

Reinforcement Learning

Mise en pratique sur des images

*Chaque modèle est accompagné d'un exemple pré-codé. Les exercices s'intercalent dans la présentation pour permettre à chaque équipe de tester les modèles sur leur propre jeu de données.*

#### **5. Pour aller plus loin**

Les sites Internet et les jeux de données de référence

#### *Tour de table*

## IA : Les bases pour comprendre les technologies et les enjeux

*Le but de cette formation est de transmettre aux participants une culture générale, présenter les fondamentaux, les enjeux technologiques, des exemples d'applications afin de se projeter sur les concepts de l'IA, de mesurer l'impact pour son entreprise et la conduite du changement qui sera associée, le tout dans une perspective de business (vision, santé, robotique, etc.). A l'issue de cette formation, chaque participant aura une vision claire du sujet et partira avec sa feuille de route.*

### OBJECTIFS

Comprendre les notions/définitions et les implications de l'IA et de ses composantes, ainsi que les liens avec des disciplines voisines telles que le Big data, la Data Science, les objets connectés etc. Imaginer les opportunités de business et les clés pour initier un projet IA dans son entreprise.

### PUBLIC VISE

Décideurs, Responsables de projets, Ingénieurs, Techniciens impliqués dans les entreprises en charge de concevoir des produits.

### PREREQUIS

Aucun prérequis n'est nécessaire pour suivre cette formation. Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Expert IA, Consultant et formateur. Ingénieur Génie Industriel avec 9 ans d'expérience en gestion de projets industriels. Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Etude de cas – Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

05 au 06 avril 2022

### LIEU

Formation à distance  
*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 000 € HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

✉ cathalinat@captronic.fr

☎ 06 79 49 15 99

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

**PROGRAMME DETAILLE****IA : LES BASES POUR COMPRENDRE LES TECHNOLOGIES ET LES ENJEUX*****Tour de table*****IA : définitions, historique et contexte**

De quoi parle-t-on vraiment ? A travers des exemples concrets, des définitions précises et une présentation du contexte (historique, situation actuelle, tendance et évolution), les participants auront une vision claire du sujet pour comprendre :

- Ce qui est aujourd'hui mature et accessible
- Les tendances et les perspectives d'avenir

**Une machine qui apprend, comment cela fonctionne-t-il ?**

Un aperçu technique sera donné aux participants, visant à faire prendre conscience du potentiel technologique et à réaliser ce qui se trouve derrière toutes les terminologies évoquées.

**Création de valeur avec l'IA**

L'IA, pour quels business ? Pour des objectifs opérationnels ou stratégiques ? Quelles fonctions de l'entreprise peuvent être impactées ? Quels sont les cas d'usages que l'on retrouve généralement ? Ces sujets seront abordés sous l'angle de la valeur créée par l'IA.

**Gestion de projets et mise en œuvre**

Plusieurs axes sont généralement possibles au sein d'une même entreprise pour aborder l'IA. Quels projets choisir ?

Quels sont les outils disponibles, quels sont les niveaux de compétences requis et comment les obtenir ?

Quelles sont les spécificités d'un projet IA ? Quelles sont les bonnes pratiques tirées des retours d'expérience ?

**Risques & enjeux éthiques**

Si l'IA est questionnée dans des perspectives sociétales, les risques et enjeux éthiques associés à l'IA sont à prendre en compte au niveau des entreprises.

**Réflexion autour de votre entreprise / de votre projet**

Cette formation permettra aux participants de réfléchir et d'avancer sur le cas de leur entreprise : réflexions au cas par cas pour chaque stagiaire, identification d'opportunités et définition d'une feuille de route pour commencer rapidement et concrètement.

***Tour de table***

## Initiation au langage Python

*L'Intelligence Artificielle est annoncée comme une des technologies de la transformation numérique des entreprises, et en tout premier lieu, celle des TPE/PME et des ETI. Python est un langage de programmation interprété facile à utiliser et puissant pour justifier son utilisation dans l'IA grâce à ses nombreuses bibliothèques.*

*Cette formation vous initiera au langage informatique Python et la mise en œuvre de ses modules (numpy, spacy, matplotlib, mispy, etc.)*

### OBJECTIFS

Améliorer vos programmes existants, de les rendre plus efficaces  
Acquérir une vision plus large de ce qu'il est possible de faire en Python pour les développements IA.

### PUBLIC VISE

Ingénieurs, Techniciens concepteurs et les développeurs impliqués dans les entreprises en charge de concevoir des produits avec de l'IA.

### PREREQUIS

Connaissance d'un langage informatique, hors Python.  
Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Ingénieur CAP'TRONIC, spécialiste en logiciel embarqué et en langage de programmation  
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Etude de cas - Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

14 au 15 juin 2022

### LIEU

Formation à distance  
*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 000 € HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

✉ [cathalinat@captronic.fr](mailto:cathalinat@captronic.fr)

☎ 06 79 49 15 99

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### IA : INITIATION AU LANGAGE PYTHON

#### JOUR 1

##### *Tour de table*

##### **Python comme langage de script**

- Principes de Python
- Interpréteur et script
- Types de “base” : nombres, booléens, chaînes de caractères, etc.
- Structures de contrôle
- Exceptions
- Tuples, listes, dictionnaires... extensions et intensions
- Notation objet et le minimum sur les objets

##### **Sous-programmes**

- Définition d'un sous-programme
- Documentation d'un sous-programme
- Test unitaires avec Pytest

##### **La Programmation Orienté Objet côté utilisateur et côté développeur.**

- Variables d'instances et méthodes d'instance
- Constructeur
- Surcharge des opérateurs
- Variables de classe et méthodes de classe
- Propriétés, Délégation, Héritage

#### JOUR 2

##### **Appréhendez les merveilles de la bibliothèque standard**

- Manipulez les expressions régulières
- Faites de la programmation système
- Gérez les réseaux
- Créer des tests unitaires avec unittest

##### **Modules Généraux**

- Les bases du calcul scientifique avec NumPy
- SciPy : le couteau suisse du calcul scientifique
- Python et le format HDF5

##### **Visualisation**

- Visualisation scientifique avec Matplotlib
- Vispy : visualisation interactive haute performance.

##### **Modules spécifiques**

- Scikit-learn ; l'apprentissage statistique sans douleur.

##### **Accélération des traitements :**

- Programmation parallèle
- Paralléliser vos traitements en les confiant à votre GPU.

##### *Tour de table*

## Initiation au Machine learning

*Le monde de l'Internet des Objets est confronté aux traitements des données mesurées. Cette formation est l'occasion de comprendre les règles de base du Machine Learning, de connaître les familles d'algorithmes et de répondre à la question : Que sont la data science, le Machine Learning, le Deep Learning, le big data et l'intelligence artificielle ?*

### OBJECTIFS

- Se familiariser et maîtriser les règles de base du Machine Learning,
- Connaître les familles d'algorithmes et développer quelques algorithmes pour appréhender le travail sur les variables et l'optimisation des erreurs de modélisation.
- Comprendre ce que représente le Machine Learning en termes de possibilité et de savoir-faire.
- Discerner les besoins de son entreprise, là où elle peut faire monter en compétences ses propres équipes et là où il sera plus efficace de faire appel à de l'expertise externe.

### PUBLIC VISE

Ingénieurs et techniciens en bureau d'études ou toute autre personne utilisant de la modélisation de données

### PREREQUIS

Connaissance en programmation Python, savoir écrire un script. Mathématiques (moyenne, médiane, variance, calcul de distances, dérivées, etc.), savoir faire des opérations sur des données dans un tableur.

Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Data scientist / expert du Machine Learning

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. Etudes de cas et TP. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Du 15 au 18 mars 2022

### LIEU

Formation à distance

*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

4 demi-journées – 14h

### PRIX

1 000€ HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Bérénice RABIA

✉ [rabia@captronic.fr](mailto:rabia@captronic.fr)

☎ 06 09 86 49 44

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### INITIATION AU MACHINE LEARNING

#### **Tour de table**

#### **1. Les grands principes du Machine Learning**

- Les modélisations supervisées, non-supervisées et par renforcement
- Les étapes de construction d'un modèle
- L'évaluation des modèles

*Pratique : Évaluer et comparer des modèles préparés pour l'exercice*

#### **2. Préparation des variables**

- La nature statistique des données et leurs dimensions
- Représenter les variables, Détecter les données aberrantes
- Le ré-échantillonnage de variables
- Réduire le set de variables pour un modèle, faire avec les multi-colinéarités
- Traiter les classes rares

#### **3. Les algorithmes**

- Présentation de modèles
  - Régression linéaire simple, multiple, polynomiale.
  - Régression logistique Classification hiérarchique et non hiérarchique (K-means)
  - Classification par arbres de décision et ensemble Naïve Bayes, Random Forest
  - Machines à vecteurs supports
  - Méthodes à noyaux
  - Gradient Boosting
  - Réseau neuronal

- Mise en pratique

*Chaque modèle est accompagné d'un exemple pré-codé. Les exercices s'intercalent dans la présentation pour permettre à chaque équipe de tester les modèles sur leur propre jeu de données.*

#### **Tour de table**

## Machine Learning pour le traitement d'image

*Cette formation propose un tour d'horizon des principales techniques de Machine Learning / Deep Learning pour des applications en traitement d'image (classification d'images, détection d'objets, etc.) Pour ce faire, la formation alternera présentations théoriques et travaux pratiques (C++, OpenCV) où les participants pourront mettre en pratique immédiatement les algorithmes abordés sur des exemples concrets. Une machine virtuelle sera fournie en début de formation avec l'environnement complet de développement.*

### OBJECTIF

Pouvoir utiliser les techniques d'apprentissage automatiques les plus utiles pour le traitement d'image.

### PUBLIC VISE

Ingénieurs en traitement du signal, informatique.

### PREREQUIS

Notions de base en traitement d'image, notions de C++.

### INTERVENANT

Ingénieur ENSEIHT, Expert en traitement du Signal, traitement d'image, formateur expérimenté.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours sous format papier ou clé USB - Illustration des sections théoriques par des exemples pratiques tout au long de la formation - Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

21 au 23 juin 2022

### LIEU

CEA-TECH : 51 rue de l'Innovation  
31670 LABEGE

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

1 800 € HT (1 350 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

✉ cathalinat@captronic.fr

☎ 06 79 49 15 99

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.



## PROGRAMME DETAILLE

### MACHINE LEARNING POUR LE TRAITEMENT D'IMAGE

#### Tour de table

##### A) Apprentissage automatique supervisé – Généralités

- **Apprentissage supervisé** : Principes, définition des problèmes de classification, de régression
- **Notions de probabilités** : Notions essentielles pour bien comprendre les algorithmes d'apprentissage : lois de probabilités usuelles, probabilités conditionnelles, formule de Bayes, entropie, . . .
- **Représentation des causalités** : Mélange de gaussiennes (MdG), catégoriel multidimensionnel, etc.
- **Evaluer un algorithme d'AA** : Comment quantifier les performances d'un classifieur ? Matrice de confusion, métriques classiques (précision, sensibilité, spécificité, justesse, . . .). Méthodologie de mesure (jeux d'apprentissage, validation, test).
- **Problèmes de sous / sur-apprentissage** : Pouvoir de représentation d'un modèle, capacité de généralisation.
- **Algorithmes classiques** : K plus proche voisins, classification Bayésienne (normale), régression logistique, machine à vecteurs de supports (SVM), machines avec noyaux (RBF), arbres de décision, forêts aléatoires.
- **Travaux pratiques** : Mise en œuvre des différents algorithmes sur des problèmes de classifications.

##### B) Pré-traitements et apprentissage non supervisé

- **Pré-traitements** : Normalisation des composantes, décorrélation (Analyse en Composantes Principales / ACP), Analyse Discriminante Linéaire.
- **Apprentissage non supervisé** : Algorithmes K-moyennes, et EM (Espérance Maximisation)
- **Travaux pratiques** : Amélioration des performances des exemples vus en première partie.
- **Exemple de prétraitement** pour les images : Calculs des descripteurs de texture LBP (Local Binary Patterns)

##### C) Réseaux de Neurones Artificiels (RNA) – Généralités (étude non spécifique au traitement d'image).

- **Réseaux de neurones** : Structure en couches, optimisation par Descente de Gradient Stochastique (SGD),
- **Fonctions de coûts classiques** : Problèmes de régression (EQM, EAM), problèmes de classifications (Entropie Croisée Catégorielle).
- **Couches classiques** : couches complètement connectées, non linéarités, distance cosinus, etc.
- **Couches de sortie** : SoftMax, Logistique
- **Travaux pratiques (1)** : Construction d'un RNA pour la résolution d'un problème de classification simple
- **Techniques avancées** : Descente adaptative (Adam), taux d'apprentissage variable, critères d'arrêt.
- **Techniques de régularisation** : Régularisations L2, normalisation par lot (batch normalization), dropout
- **Travaux pratiques (2)** : RNA pour la classification d'images médicales, à partir de descripteurs LBP.

##### D) Réseaux Convolutifs, des réseaux de neurones créés spécifiquement pour le traitement d'image.

- **Architecture des réseaux convolutifs** : Convolutions 2d, réductions spatiales.
- **Réseaux classiques pour la classification** : LeNet, AlexNet, VGG16, GoogleNet, ResNet, etc.
- **Travaux pratiques (1)** : Apprentissage d'un réseau pour la reconnaissance de chiffres manuscrits (base MNIST).
- **Mise en œuvre avec OpenCV** : API, exemples. Chargement de réseaux pré-entraînés.
- **Travaux pratiques (2)** : Classification d'images avec un réseau pré-entraîné sur ImageNet (Inception).
- **Apprentissage par transfert** : Adaptation d'un réseau pré-entraîné sur une nouvelle
- **Travaux pratiques (3)** : Classification d'images par transfert sur une petite banque d'images
- **Détection et localisation d'objets** : Famille d'algorithmes RCNN (RCNN, fast RCNN, faster RCNN, Mask RCNN).
- **Travaux pratiques (4)** : Détection et localisation d'objets avec apprentissage par transfert.
- **Segmentation sémantique** : Algorithmes pour la segmentation pixel à pixel (Enet, etc.)
- **Détection avec pose** : Algorithme OpenPose, exemples avec OpenCV (détection de personnes, de mains).
- **Quelques autres applications** : Détection de contours, colorisation automatique, transfert de style, amélioration de la résolution, etc.

#### Tour de table

## Les algorithmes pour l'IA

*L'intelligence artificielle est de plus en plus intéressante pour les applications embarquées. Derrière le mot IA, se cachent des algorithmes et surtout des mathématiques parfois complexes et une mise au point technique délicate. Il est possible d'utiliser aujourd'hui des API qui cachent cette complexité au risque d'être surpris par le fonctionnement si l'on ne connaît pas certains modèles mathématiques. D'un point de vue technique, l'IA sur le cloud demande des ressources numériques importantes et l'IA embarquée une électronique au plus près du capteur pour simplifier les développements et faciliter le temps réel.*

*Dans cette formation nous allons découvrir l'IA, les modèles mathématiques associés, et dans ce contexte les problèmes liés aux systèmes embarqués.*

### OBJECTIFS

Connaître les bases de l'Intelligence Artificielle ;  
Connaître les familles d'algorithmes : Machine learning et Deep learning ;  
Connaître les contraintes pour les systèmes embarqués.

### PUBLIC VISE

Concepteurs et Développeurs d'applications embarquées.

### PREREQUIS

Connaître le langage python débutant et les lignes de commande Linux.

### INTERVENANT

Ingénieur de Recherche au CNRS - 30 ans d'expérience en modélisation et développement logiciel. Enseigne depuis 20 ans dans plusieurs écoles.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours – Travaux pratiques – Démonstrations –  
Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

18 au 19 octobre 2022

### LIEU

CEA-TECH - 51 rue de l'Innovation  
31670 LABEGE

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 200 € HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

✉ cathalinat@captronic.fr

☎ 06 79 49 15 99

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### LES ALGORITHMES POUR L'IA

#### Tour de table

Première ½ journée (3h30) - Introduction

#### Notions de base

Qu'est-ce que l'intelligence artificielle ?  
 Approche scientifique de l'IA  
 Historique  
 Pourquoi parle-t-on de l'IA maintenant ?  
 Pourquoi l'intelligence artificielle ?  
 Application de l'intelligence artificielle en 2022  
 Les différentes approches  
 Structuration  
 Prédiction  
 Modèle

#### Apprentissage automatique (Machine learning)

Notion d'apprentissage automatique  
 Approche habituelle  
 Approche machine learning  
 Les différents type d'apprentissage  
 Apprentissage supervisé  
 Apprentissage non supervisé ou prédictif  
 Apprentissage semi-supervisé  
 Apprentissage par renforcement  
 Autres apprentissages

#### Apprentissage profond (Deep learning)

Définition  
 Neurone biologique  
 Perceptron  
 Apprentissage  
 Réseau de neurone / Perceptron  
 Evolution

#### 1er/2e journée - Machine learning

#### Notions de base

Notion de vraisemblance  
 Approche du machine learning  
 Analyse des données  
 Outils du machine learning et deep learning  
 Apprentissage et feedback

#### Apprentissage supervisé :

Régression linéaire simple  
 Régression linéaire multiple  
 Descente de gradient ordinaire et stochastique  
 Equation normale  
 Régression polynomiale  
 Modèles linéaires régularisés  
 Réseau de neurone (fonction d'activation, maillage, type de réseau)

#### 2e journée - Machine learning

#### Apprentissage supervisé (suite)

Machine à vecteurs de support linéaire et non linéaire  
 Arbre de décision  
 Naïve Bayes Classifier  
 Forêt aléatoire

#### Apprentissage non supervisé

K-NN  
 K-MEANS  
 C-means Clustering

#### Limitation des systèmes embarqués

Moyenne par récurrence  
 Variance par récurrence  
 Calcul déporté des paramètres du modèle

#### Apprentissage par renforcement

#### Analyse des séries chronologiques

**Travaux pratiques :** Présentation et installation des outils : Matlab et commande de base, Jupyter Python

#### TP1 Régression linéaire simple

Définition d'un jeu de données  
 Ecriture d'un script  
 Calcul d'une régression linéaire (RMSE, coefficient de détermination, affichage graphique)  
 Utilisation du modèle pour la prédiction

#### TP2 Apprentissage supervisé - Régression linéaire capteur de température et pression

Production des données d'un capteur  
 Régression linéaire, avec les données de température / pression  
 Utilisation du modèle pour la prédiction

#### TP3 Apprentissage supervisé - Régression linéaire multiple

#### TP4 Apprentissage supervisé - Apprentissage d'un réseau de neurone

Exemple de calcul de propagation avant et arrière  
 Reconnaissance d'image : Classification d'image  
 Classificateur de données - Multi-layer Perceptron classifier

#### TP5 Équation normale

#### TP6 Classification Machine à Vecteur de support linéaire (SVM)

#### TP7 Arbre de décision

#### TP8 Apprentissage non supervisé KNN

#### TP9 Analyse séries chronologiques

#### Tour de table

## Développement technique des dispositifs médicaux pour aboutir à la certification

*L'objectif de la formation est de présenter une méthodologie projet et les connaissances technico-réglementaires requises pour obtenir l'autorisation CE de mise sur le marché d'un dispositif médical actif DMA. Elle abordera les phases de développement des appareils pour répondre à la réglementation et aux principales normes et leurs exigences.*

### OBJECTIFS

- Définir le rétroplanning réglementaire pour les activités techniques
- Identifier les normes techniques applicables
- Identifier et initier la documentation technique attendue
- Collaborer avec les équipes techniques (internes, sous-traitants, fournisseurs) en anticipant les activités de test, et documenter le dossier technique au fur et à mesure du projet.
- Solliciter un rendez-vous avec un labo d'essais certificateurs pour les normes de sécurité produits (IEC 60601-1, IEC 61010-1)

### PUBLIC VISE

Ingénieurs et techniciens en conception produit et industrialisation, chef de projet, responsables qualité, dirigeants.

### PREREQUIS

Expérience en conception produit préférable  
Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Ingénieur R&D, Développement de dispositifs médicaux, 16 ans d'expérience.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours en anglais. La formation alternera des exposés théoriques et un ou des cas pratiques fil rouge et se clôturera par une action de synthèse des concepts et méthodologies clefs. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Les 29 et 30 mars 2022  
Les 18 et 19 octobre 2022

### LIEU

Formation à distance  
*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 000€ HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Bérénice RABIA

✉ [rabia@captronic.fr](mailto:rabia@captronic.fr)

☎ 06 09 86 49 44

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### DEVELOPPEMENT TECHNIQUE DES DISPOSITIFS MEDICAUX POUR ABOUTIR A LA CERTIFICATION

#### ***Tour de table***

#### **Méthode de conception et de fabrication de dispositifs médicaux**

- Marquage CE et processus de certification
- La réglementation
- Normes techniques
- Rétroplanning du projet de développement
- Ecosystème clinique

#### **Normes de sécurité produits (IEC 60601-1, IEC 61010-1)**

- Description des grands chapitres
- Les bonnes pratiques
- Le choix et la communication avec le labo certificateur

#### **Aptitude à l'utilisation**

- Attendus documentaire selon IEC 62366-1
- Evaluations sommatives et formatives

#### **Analyse des risques selon ISO14971**

- Plan de gestion des risques
- Analyse de risques pré et post-production
- Rapport de gestions des risques

#### **Développement logiciel selon la réglementation médicale**

- Introduction de la norme IEC62304 et des spécificités associées
- Cycle de développement
- Boîte à outils

#### ***Tour de table***

## Conception CEM des équipements électroniques : du PCB au système

*Ce stage intensif s'adresse à tous les ingénieurs et techniciens qui conçoivent, interconnectent ou intègrent des cartes ou modules électroniques qui souhaitent maîtriser les effets des perturbations électromagnétiques. Elles sont analysées et leurs remèdes discutés. Les règles de bonne conception sont méthodiquement étudiées.*

*Ce stage permettra d'optimiser l'implantation et le tracé des cartes. Enfin, les règles de blindage, de filtrage, de câblage, d'interconnexion et de mise à la masse sont clairement exposées.*

### OBJECTIFS

- Comprendre les perturbations CEM qui sont possibles sur les cartes électroniques analogiques et numériques (dont les logiques rapides) et à découpage.
- Connaître les règles de bonne conception et leurs remèdes Optimiser l'implantation et le tracé des cartes
- Découvrir les règles de blindage, de filtrage, de câblage, d'interconnexion et de mise à la masse.

### PUBLIC VISE

Tous les planteurs de circuits imprimés et à tous les utilisateurs de C.A.O.

### PREREQUIS

Aucune connaissance de base en compatibilité électromagnétique et en mathématique n'est indispensable.

Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Directeur du laboratoire CEM, formateur, expert en conception CEM et routage de cartes électroniques, 30 ans d'expérience.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours – Etudes de cas. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Du 7 au 9 juin 2022

Du 6 au 8 décembre 2022

### LIEU

Formation à distance

*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

2,5 jours – 17h30

### PRIX

1 250€ HT (1 000 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothee WALLART

✉ wallart@captronic.fr

☎ 04 38 78 37 36

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### CONCEPTION CEM DES EQUIPEMENTS ELECTRONIQUES – DU PCB AU SYSTEME

#### *Tour de table*

#### Définitions

#### Réglementation européenne

#### Directive 2014/53/UE : Domaine d'application

#### Circuits actifs

#### Circuits de Commutation

#### Impédance Commune

#### Couplage carte à châssis

#### Couplage piste à piste

#### Couplage champ à système

#### Rayonnement des électroniques

#### Lignes en impulsion

#### Protection en conduction

#### Câbles blindés

#### Blindage

#### Conclusion

#### *Tour de table*

## Conception CEM des équipements électroniques : du PCB au système

*Vous concevez, interconnectez ou intégrez des cartes ou modules électroniques et vous souhaitez maîtriser les effets des perturbations électromagnétiques ? Pour ce faire, il est nécessaire de connaître les règles de conception, de blindage, de filtrage, de câblage, d'interconnexion et de mise à la masse de vos cartes électroniques. C'est ce que propose cette formation.*

### OBJECTIFS

Comprendre les perturbations CEM qui sont possibles sur les cartes électroniques analogiques et numériques (dont les logiques rapides) et à découpage

Connaitre les règles de bonne conception et leurs remèdes

Optimiser l'implantation et le tracé des cartes

Découvrir les règles de blindage, de filtrage, de câblage, d'interconnexion et de mise à la masse.

### PUBLIC VISE

Tous les implanteurs de circuits imprimés et à tous les utilisateurs de C.A.O.

### PREREQUIS

Aucune connaissance de base en compatibilité électromagnétique et en mathématique n'est indispensable.

### INTERVENANT

Consultant CEM, formateur, expert en conception CEM et routage de cartes électroniques, 30 ans d'expérience.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours – Etudes de cas

Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

05 au 07 avril 2022

### LIEU

IMS - 351 CRS de la Libération  
33400 TALENCE

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

1 800 € HT (1 350 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

✉ cathalinat@captronic.fr

☎ 06 79 49 15 99

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap



## PROGRAMME DETAILLE

### CONCEPTION CEM DES EQUIPEMENTS ELECTRONIQUES : DU PCB AU SYSTEME

#### **Tour de table**

Surconsommation de transition  
Résumé des problèmes numériques

#### **Définitions**

Un peu d'histoire...  
La CEM est un objectif fonctionnel  
Méthode d'analyse de la CEM  
Mode commun / Mode différentiel  
Table de conversion en décibels  
Conversion temps – fréquence  
Propagation des champs électromagnétiques  
Rayonnement du doublet de Hertz  
Rayonnement d'un doublet magnétique  
Champ proche / champ lointain  
Réciprocité des couplages

#### **Circuits de Commutation**

Convertisseurs statiques  
Mode commun d'une alimentation à découpage  
Filtrage du mode commun  
Mode commun d'entrée à sortie  
Les 3 cas de mode commun entrée à sortie  
Réduction du Mode Commun Entrée à Sortie  
Mode différentiel d'alimentation à découpage  
Filtrage du mode différentiel  
Filtre de mode commun + différentiel  
Réduction de la surface des boucles  
Résumé des problèmes de découpage

#### **Réglementation européenne**

Eléments d'une directive  
Conformité aux exigences essentielles  
Normes harmonisées  
Interprétation du JOUE  
Eléments de la déclaration de conformité  
Exemple de déclaration de conformité  
Documentation technique  
Notice technique  
Marquage CE  
Directive européenne CEM – Exigences essentielles  
Directive européenne CEM – Domaine d'application  
Directive européenne CEM – Classification  
Directive européenne CEM – Procédure d'évaluation  
Directive européenne CEM – Normes harmonisées  
Exemple de norme CEM – Définition des tests

#### **Impédance Commune**

Couplage par impédance commune sur une carte  
Couplage par impédance commune dans un câble  
Impédance d'un plan de masse  
Calcul de l'impédance par maille  
Impédance d'un plan de cuivre  
Fente dans un plan de masse  
Impédance des conducteurs  
Impédance des pistes et conducteurs en HF  
Intérêt et risques du câblage en étoile  
Chaînage des masses en analogique  
Comparaison analogique / numérique  
Calcul du bruit d'alimentation  
Impédance des condensateurs non polarisés  
Principe de découplage  
Cartes mixtes analogiques / numériques  
Carte mixte : placement et alimentations  
Répartition optimale des couches de CIP  
Impédances « cachées » d'un connecteur  
Résumé des problèmes d'impédance commune

#### **Directive 2014/53/UE : Domaine d'application**

Directive 2014/53/UE : Exigences essentielles  
Directive 2014/53/UE : Evaluation de la conformité  
Directive 2014/53/UE : Documentation technique  
Directive 2014/53/UE : Déclaration de conformité

#### **Couplage carte à châssis**

Couplage capacitif carte à châssis  
Capacité totale entre carte et plan de masse  
Effet de masque par proximité  
Capacité d'une piste isolée  
Masse mécanique / masse électrique  
Raccordement du OV au châssis  
Utilisation d'écrans électrostatiques  
Résumé des problèmes « d'effets de main »

#### **Circuits actifs**

Détection d'enveloppe  
Caractérisation de l'étage d'entrée d'un ampli OP  
Détection d'enveloppe des amplificateurs  
Impédance de sortie d'ampli op.  
Courant de sortie  
Caractérisation de l'étage de sortie d'un ampli OP  
Marge de bruit en tension  
Marges statiques des logiques courantes  
Forme d'onde des logiques courantes

#### **Tour de table**

## La CEM par la pratique : comprendre des phénomènes complexes à l'aide de montages simples

*Cette formation comporte de nombreuses démonstrations pratiques pour mettre en évidence les phénomènes CEM les plus courants. Puis les participants visualiseront les effets des protections potentielles dont les comportements seront expliqués à l'aide de la théorie électromagnétique.*

### OBJECTIFS

Acquérir les connaissances nécessaires pour améliorer les caractéristiques CEM des produits électroniques.  
Connaître les bonnes pratiques permettant de préserver une bonne immunité CEM ainsi que les pratiques à éviter.

### PUBLIC VISE

Personnels chargés du développement et de la qualification CEM de produits électroniques. Personnels de maintenance des systèmes électroniques.

### PREREQUIS

Connaissances en conception de cartes et systèmes électroniques.

### INTERVENANT

Experts du laboratoire d'essais CEM COFRAC.  
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours – Démonstrations – Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

06 octobre 2022

### LIEU

Laboratoire SOPEMEA : 1 rond-point du Général Eisenhower - 31100 TOULOUSE

### DUREE

1 jour – 7h

### PRIX

700€ HT (560€ HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

✉ [cathalinat@captronic.fr](mailto:cathalinat@captronic.fr)

☎ 06 79 49 15 99

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### LA CEM PAR LA PRATIQUE : COMPRENDRE DES PHENOMENES COMPLEXES A L'AIDE DE MONTAGES SIMPLES

#### ***Tour de table***

MATIN

#### **La vérité sur les composants : présence des éléments « parasites »**

Démo sur le comportement réel des composants passifs

#### **Les couplages**

Les différents modes de couplage

Démo sur la diaphonie inductive

Mise en évidence des paramètres influents

#### **Les câbles blindés**

A quoi sert un blindage et comment fonctionne-t-il ?

Démo sur le Zt de plusieurs types de câbles

Les différentes « zones » du Zt

APRES-MIDI

#### **Les blindages**

Démo sur les ouvertures dans les boîtiers (fente, grille, guide, ...)

Ce qu'il faut éviter de faire

#### **Les protections foudre**

Pourquoi une protection foudre ?

Démo des différentes protections et de leurs effets, souhaités ou pas

#### **Le filtrage**

Perturbations de Mode Différentiel et de Mode Commun : Comment les identifier ?

Démo sur le rôle du filtre et de chacun de ses composants

Démo sur la mise en œuvre d'un condensateur de traversée

Démo sur la mise en œuvre d'une ferrite

Les pièges à éviter

#### ***Tour de table***

## CEM : comprendre les phénomènes ,évaluer et pré-qualifier

*Cette formation a pour but de montrer l'importance de la prise en compte de la CEM dès le début du projet, de présenter les différents tests qui seront appliqués et de montrer l'importance de la phase de tests de pré-qualification afin de pouvoir mettre un produit sur le marché*

### OBJECTIFS

Connaître les directives CEM et les normes applicables génériques.  
Connaître les tests associés et les difficultés qui peuvent être rencontrées

Sensibiliser le stagiaire aux différents tests de pré-qualification CEM par la réalisation de démonstrations

### PUBLIC VISE

Électroniciens de conception, Concepteurs d'objets électroniques, Enseignants.

### PREREQUIS

Bases en électronique

### INTERVENANT

Formateurs expérimentés, intervenant dans des missions de conseil et d'assistances techniques en entreprise.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours. Démonstrations. Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

1<sup>er</sup> semestre (Juin ou juillet) 2022

### LIEU

CRESITT Industrie – LAB'O - 1  
avenue du Champs de Mars – CS  
30019 – 45074 ORLEANS

### DUREE

1 jour – 7h

### PRIX

730€ HT (590€ HT pour les  
adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Florence CAGNARD

✉ cagnard@captronic.fr

☎ 06 70 73 23 43

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### CEM: COMPRENDRE LES PHENOMENES, EVALUER ET PRE-QUALIFIER

#### *Tour de table*

#### Théorie

##### **Introduction et notions physiques de la CEM**

- Définitions
- Concepts
- Sources : perturbateurs naturels et artificiels
- Couplage : différents modes possibles
- Victimes : dispositifs/composants sensibles

##### **Aspects normatifs de la CEM**

- Processus de marquage CE
- Directive CEM
- Normes

#### **Théorie et Pratique (démonstrations et mesures réalisées pour chaque type d'essai)**

Pour chaque test, des explications sur les objectifs et des « pièges » classiques à éviter sont donnés :

Essais d'émissivité en rayonné : Normes 55001/55022

Essais d'émissivité en conduit :

- Normes 55011/55022/55032
- Limites pour les émissions de courant harmonique : Norme 61000-3-2
- Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation BT : Norme 61000-3-3

Essais d'immunité en conduit

- Transitoires électriques rapides en salves : Norme 61000-4-4
- Ondes de choc : Norme 61000-4-5
- Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques : Norme 61000-4-6
- Immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension : Norme 61000-4-11
- Immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension sur les accès d'alimentation en courant continu : Norme 61000-4-29
- Décharges Electrostatiques : Norme 61000-4-2

Essais immunité en rayonné :

- Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques : Norme 61000-4-3

#### *Tour de table*

## Sécurité FERROVIAIRE : les EN 50126, 50128 et 50129 et leurs évolutions

Depuis une vingtaine d'années, le triptyque des EN 50126, EN50128 et 50129 guident les démarches de sécurité au niveau ferroviaire des systèmes et équipements associés. La formation intègre les versions 50126-1 et 50126-2 de 2017.

Cette formation associe une vue d'ensemble cohérente des concepts et des niveaux de détails des différents concepts. Les méthodes seront abordées de manière concrète et pragmatique au travers d'études de cas inspirées d'applications industrielles.

### OBJECTIFS

Appréhender les activités de sécurité dans le monde ferroviaire  
Apporter la preuve qualitative et quantitative de la conformité au niveau de sécurité requis (SIL) en s'appuyant sur des méthodologies plus classiques de la Sûreté de Fonctionnement et de démarches d'entreprise de type Qualité. Des comparaisons avec d'autres secteurs seront fournies pour une meilleure compréhension.  
Démystifier les différentes réglementations pour les décliner via des méthodologies à votre porté.

### PUBLIC VISE

Cette formation s'adresse aux personnes ayant une formation équivalente à celle d'une école d'ingénieur ou à des techniciens supérieurs avec de l'expérience dans un des domaines abordés.  
Les personnes des services qualité sont également ciblées car elles sont les garantes des démarches.

### PREREQUIS

Des notions de statistiques et de probabilité sont nécessaires pour une bonne assimilation du stage.  
Des notions de déploiement des processus qualité sont un plus.  
Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Consultant Sécurité Fonctionnelle, Sûreté de fonctionnement et Maîtrise des Risques  
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué..

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence si formation à distance. Support de cours.  
Etude de cas. Démonstration ou travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité ou de présence.

### DATES

17 et 18 mai 2022

### LIEU

Formation à distance  
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 000€ HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Florence CAGNARD

✉ cagnard@captronic.fr

☎ 06 70 73 23 43

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### SECURITE FERROVIAIRE : LES EN 50126, 50128 ET 50129 ET LEURS EVOLUTIONS

#### *Tour de Table*

#### **Positionnement des normes dans les référentiels transports ferrés et urbains Le principe de la démarche avec la norme EN50126**

- Positionnement vis-à-vis du cadre normatif
- Applicabilité pour les systèmes ferroviaires
- Comprendre les niveaux de SIL, TFFR et THR
- Les phases de vie et les contraintes associées
- Les activités système et celles des équipementiers...

#### **Le logiciel et la norme EN50128**

- Pourquoi une approche spécifique pour les logiciels
- Les contraintes spécifiques du logiciel
- Analyse des méthodes et outils

#### **Les contraintes de développement et le Dossier de sécurité (Norme EN50129)**

- Les contraintes déclinées dans le développement
- Les analyses de contrainte sur les modes de défaillance
- La constitution des preuves
- Le dossier de sécurité

#### **Les fondamentaux**

- Notions de Fiabilité, Maintenabilité et Sécurité
- Fondamentaux de la fiabilité (taux de défaillance, MTBF...)
- Notions de pannes dangereuses ou non sûres
- Notions de taux de couverture
- Mise en œuvre

#### **Le déploiement en phase avec le système Qualité**

- Analyse des requis qualitatifs des normes
- Contraintes en fonction des phases de vie
- Le plan de management de ces activités spécifiques

#### **Les méthodes de Sûreté de Fonctionnement**

- Les analyses de risques
- Les AMDEC
- Les arbres de défaillances

#### *Tour de table*

## La thermique pour l'électronique

*La maîtrise des procédés de refroidissement des équipements électroniques est aujourd'hui rendue nécessaire par la croissance des puissances dissipées, et cela dès le début des études afin d'éviter les retours en arrière toujours très coûteux.*

*Cette formation explique les phénomènes thermiques au sein des dispositifs et apporte les outils pour dimensionner les procédés mis en œuvre en conception électronique.*

### OBJECTIFS

- Acquérir une connaissance précise des phénomènes physiques intervenant dans les transferts de chaleur au sein des dispositifs électroniques
- Connaître les différents procédés techniques d'évacuation de la chaleur dans ces dispositifs
- Savoir dimensionner correctement le ou les procédés thermiques mis en œuvre dans la conception des équipements électroniques ou électriques

La structuration particulière de la formation (4 demi-journées réparties sur 4 jours) permettra au stagiaire d'assimiler les notions entre chaque séance et de préparer son questionnement pour la séance suivante.

### PUBLIC VISE

Techniciens et ingénieurs en électronique.

### PREREQUIS

Bases mathématiques niveau bac, utilisation d'un tableur.  
Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Expert indépendant en Thermique-Energétique et Fluidique auprès des PME, Chercheur au laboratoire de l'Institut des Matériaux de Nantes (IMN).

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Du 5 au 8 avril 2022

### LIEU

Formation à distance

*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

4 demi-journées – 14h

### PRIX

1 000€ HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Bérénice RABIA

✉ [rabia@captronic.fr](mailto:rabia@captronic.fr)

☎ 06 09 86 49 44

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap



## PROGRAMME DETAILLE

### LA THERMIQUE POUR L'ELECTRONIQUE

#### *Tour de table*

#### **1. Modes de transfert de la chaleur**

##### **Transfert par conduction**

Flux de chaleur, résistance thermique  
Résistance de contact, résistance de constriction  
Fiches techniques de fournisseurs  
Capacité thermique, constante de temps, diffusivité thermique

##### **Transfert par convection**

Convection libre et forcée  
Coefficient d'échange thermique  
Exemples de calcul de flux convectif  
Efficacité d'ailette  
Calculs de dimensionnement

##### **Transfert par rayonnement**

Rayonnement du corps noir, lois fondamentales (Planck, Wien, Stefan, Lambert)  
Emissivité, corps gris  
Echanges radiatifs entre corps (facteur de forme)  
Coefficient d'échange radiatif  
Exemples de calcul

#### **2. Dispositifs d'évacuation de la chaleur**

##### **Thermique des interfaces, films et pâtes**

##### **Méthodes classiques de refroidissement**

Diffuseurs  
Dissipateurs  
Echangeurs  
Drains thermiques, thermique des PCB

##### **Méthodes élaborées de refroidissement**

Matériaux à changement de phase  
Caloduc, boucle diphasique  
Module Peltier  
Immersion liquide diélectrique  
Boucle froide

##### **Analyse critique et comparative des méthodes, conseils d'utilisation, pièges à éviter**

#### **3. Méthodes de calcul et simulation des transferts thermiques**

#### **Méthode de dimensionnement thermique et application à des cas pratiques**

Analyse thermique du dispositif et simplification  
Calcul analytique élémentaires de dimensionnement  
Analyse critique du résultat et recherche d'une optimisation

##### **Exercices d'application**

##### **Méthodologie de la simulation**

Que calcule-t-on, comment et pour quoi faire ?  
Equation de la chaleur et équation d'advection, équation de transfert des fluides  
Méthodes de résolution (analytiques, numériques), initiation aux logiciels de calcul avec étude d'un exemple

#### **4. Mesurage des grandeurs thermiques et fluidiques**

**Mesurage de température (thermistance, thermocouple, sonde platine, thermographie infrarouge)**

**Autres mesurages thermophysiques (flux d'air ou de liquide, flux de chaleur, capacité thermique, conductivité thermique, émissivité radiative, efficacité d'un dissipateur, résistance thermique d'interface)**

#### **5. Formulaire et données numériques**

##### **Outils de calcul (tableur)**

Coefficients de transfert  
Efficacité d'ailette  
Résistance de constriction

**Tables de données : grandeurs thermophysiques et fluidiques des matériaux**  
**Unités, Formules utiles**

#### **6. Etude de cas pratiques**

Discussion libre autour des différentes situations proposées par les stagiaires

#### *Tour de table*

## Batteries, piles, chargeurs et solutions d'alimentation avec stockage pour les systèmes autonomes

*Pour chaque application en mobilité ou pour un produit autonome se pose le problème de la source énergétique. Les éléments à étudier sont : le choix de l'électrochimie, la conception du BMS et du système de surveillance et de charge. Cette formation présentera les lois de charge et décharge des batteries et les différentes technologies et leurs contraintes de mise en œuvre. Les solutions futures seront également introduites. De manière optionnelle à la demande, les batteries au plomb et au nickel pourront également être présentées lors de cette formation.*

### OBJECTIFS

- Découvrir les lois de charge et décharge des batteries les plus courantes : Plomb, NiMH, Li-Ion et LiFePO4 et les paramètres qui contribuent à la sécurité des éléments de ces batteries lors des cycles de charge/décharge.
- Découvrir les différentes technologies et leurs contraintes de mise en œuvre pour vous permettre de réaliser le bon choix pour votre produit en fonction des contraintes de votre application.
- Introduire les solutions futures : Batterie de flux, supercondensateur, pile à combustible – hydrogène.

### PUBLIC VISE

Responsables de projets, Ingénieurs, Techniciens en charge de la conception d'un produit et/ou de la qualité du développement des systèmes électroniques souhaitant maîtriser l'utilisation des batteries.

### PREREQUIS

Aucune connaissance spécifique requise.  
Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Enseignant-Chercheur spécialisé en Electronique de puissance, Compatibilité électromagnétique, Batteries industrielles et Energy Harvesting.  
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. Etude de cas. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Les 13 et 14 avril 2022  
Les 28 et 29 septembre 2022

### LIEU

Formation à distance  
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 000€ HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Bérénice RABIA  
✉ [rabia@captronic.fr](mailto:rabia@captronic.fr)  
☎ 06 09 86 49 44

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### BATTERIES, PILES, CHARGEURS ET SOLUTIONS D'ALIMENTATION AVEC STOCKAGE POUR LES SYSTEMES AUTONOMES

#### Tour de table

#### 1. Piles non rechargeables usuelles

Introduction – Propriétés

Piles alcalines

Piles au lithium

Autres piles

Caractéristiques comparées

#### 2. Batteries : introduction – généralités

Bref historique

Moyens comparés du stockage de l'électricité

Évolution du marché des batteries

Comparaison des technologies industrielles – Applications

Constitution des batteries

Caractéristiques – Spécification

#### 3. Batteries au lithium

Constitution

Réactions électrochimiques de charge / décharge

Différents types (Li-ion, Li-Po, Li métal)

Propriétés comparatives Li-ion (cobalt, manganèse, NMC, fer-phosphate...)

Principes de charge des LCO, LMO et NMC

Profils et courbes de décharge des batteries LFP (lithium fer-phosphate)

Tension de charge en fonction de la température

Courbes de décharge – Jauge électrique

Vieillessement en cyclage

Autodécharge

Précautions d'utilisation / Sécurité

Emballage thermique – Protections

Batteries Li-Po – Principe – Propriétés

Batteries lithium-métal polymère (LMP)

#### 4. BMS – PCM

Définitions – Rôle du BMS / PCM

Fonctions du BMS

Exemple de jauge électrique

Présentation de circuits BMS : TI, AD (LT), Maxim, NXP...

BMS sans fils

#### 5. Applications – Dimensionnement

Spécification des applications : charge de sortie, batterie, chargeur

Exemples de dimensionnement d'une batterie / calcul d'autonomie...

#### 6. Chargeurs

À base de convertisseurs non isolés

De type flyback (PC, USB...)

Sans contact

De forte puissance (convertisseurs, PFC...)

#### 7. L'Energy Harvesting

Sources de l'EH

Convertisseurs DC/DC pour l'EH

Exemples de circuits dédiés

#### 8. Normes

Applicables aux accumulateurs nickel et lithium

Sécurité des piles et batteries au lithium durant le transport

Sécurité des piles et batteries au lithium pour le marché Nord-Américain

#### 9. Super condensateurs

Diagramme de Ragone batteries – supercondensateurs

Caractéristiques comparées batteries – supercondensateurs

Constitution – Propriétés – Précautions

Applications

Dimensionnement

Équilibrage des cellules

Hybridation avec batterie et PAC

#### 10. Piles à Combustible – Hydrogène

Constitution – Principe de fonctionnement

Différents types de PAC

Densité énergétique comparée de l'hydrogène

Applications

Production de l'hydrogène

#### 11. Recyclage des batteries

#### Tour de table

## Electronique de puissance : Conversion d'énergie et alimentations à découpage

*Cette formation vous permettra de bien comprendre les enjeux des alimentations à découpage pour mieux les spécifier. Les architectures les plus courantes pour la conversion d'énergie seront présentées dont les nouvelles technologies de semi-conducteurs (SiC et GaN) qui révolutionnent le marché actuel.*

### OBJECTIFS

- Savoir établir une spécification d'un convertisseur de puissance
- Connaître les architectures de conversion de puissance, leurs principes, avantages et inconvénients
- Connaître les différentes technologies de semi-conducteur et packaging associés, leurs avantages et inconvénients.
- Connaître les différentes technologies de composants passifs, leurs avantages et inconvénients
- Savoir pré-dimensionner une inductance, un condensateur, un semi-conducteur
- Connaître les fondamentaux en termes de CEM

### PUBLIC VISE

Techniciens et ingénieurs en charge de spécifier et concevoir des produits devant intégrer des convertisseurs de puissance ou devant piloter des fournisseurs d'électronique de puissance.

### PREREQUIS

Maîtrise des bases de l'électronique. Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Expert industriel expérimenté dans les différents métiers de l'électronique de puissance.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. Exercices. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

23 au 25 mai 2022

### LIEU

Formation à distance  
*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer.*

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

1 500 € HT (1200 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Florence CAGNARD

✉ cagnard@captronic.fr

☎ 06 70 73 23 43

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### ELECTRONIQUE DE PUISSANCE : CONVERSION D'ENERGIE ET ALIMENTATIONS A DECOUPAGE

#### Tour de table

#### Jour 1 : Les bases de la conversion de puissance DC/DC.

Introduction à la conversion de puissance et sa spécification

Principales topologies non-isolées

- Buck
- Boost
- Buck-boost
- Etude de cas : Prédimensionnement d'un buck 5V à 3.3V/1.8V pour alimentation d'un DSP : définition de la consommation requise, lecture de datasheet, calcul et choix de composant, estimation du coût BOM de la fonction.

Principales topologies isolées

- Flyback
- Push-pull
- Topologies résonnantes
- Etude de cas : Analyse d'un convertisseur DC/DC de chargeur de véhicule électrique. Étude à partir d'un schéma de convertisseur existant. But : analyse de schéma et déchiffrement des fonctions clés à partir du schéma

Aspect contrôle

#### Jour 2 : Les composants actifs

Introduction : les interrupteurs

Tour d'horizon des interrupteurs de puissance

- Diode
- IGBT
- MOSFET
- Exercice pratique : choix de l'interrupteur en fonction de différents besoins.

Tour d'horizon des nouvelles générations de semiconducteurs, dites « grandgap » SiC et GaN

Apport de ces technologies en termes de performance (densité de puissance, rendement) pour les convertisseurs actuels. Etude de cas : Amélioration des performances par l'usage de SiC sur un convertisseur IGBT (impact refroidissement, réduction taille magnétique, augmentation fréquence, cout, ...)

Le redressement synchrone

Dimensionnement des transistors et calcul de perte

- Conduction
- Commutation
- Capacité parasite de sortie
- Exercice : Calcul des pertes dans un mosfet à partir d'un fichier excell fourni par le formateur (cas d'étude : convertisseur buck en commutation dure)

#### Jour 3 : Composants Passifs et CEM des alimentations à découpage

Les composants passifs et leur dimensionnement

- Inductance
- Condensateur
- Exercice de dimensionnement

Compatibilité Electromagnétique

- Introduction
- Normes, spécifications
- Comprendre le conduit, le rayonné, l'émission et l'immunité
- Unités : travailler avec dBuV, dBuA, dBm
- Comment atteindre la conformité CEM : estimation du contenu harmonique d'un convertisseur et son étude de cas pratique.

#### Tour de table

## Electronique de puissance perfectionnement : Modélisation, simulation d'un convertisseur DC/DC

*Cette formation nécessite d'avoir suivi la formation « Electronique de puissance : Conversion d'énergie et alimentations à découpage » préalablement. L'objectif est de vous permettre de pratiquer pour dimensionner, modéliser et simuler votre convertisseur pour mettre en œuvre les alimentations à découpage.*

### OBJECTIFS

- Pré-dimensionner un convertisseur DC/DC et ses éléments clés : inductance, condensateur, semi-conducteurs.
- Modéliser électriquement (sur LT-Spice) le convertisseur, suite au pré - dimensionnement
- Connaître les principes généraux des échanges thermiques
- Modéliser thermiquement le convertisseur
- Tester expérimentalement le convertisseur en statique et dynamique et en exploiter les résultats d'essai
- Améliorer le convertisseur suite aux essais réalisés et aux simulations

### PUBLIC VISE

Techniciens et ingénieurs en charge de spécifier et concevoir des produits devant intégrer des convertisseurs de puissance ou devant piloter des fournisseurs d'électronique de puissance.

### PREREQUIS

Maîtrise des bases de l'électronique. L'apprenant devra venir avec son ordinateur portable sur lequel il aura préalablement installé LTSpice. Un tutoriel pour l'installation sera fourni.

### INTERVENANT

Expert industriel expérimenté dans les différents métiers de l'électronique de puissance.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours. Travaux pratiques, simulations sur PC. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence

### DATES

11 au 13 octobre 2022

### LIEU

91300 MASSY

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

1800 € HT (1350 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Florence CAGNARD

✉ cagnard@captronic.fr

☎ 06 70 73 23 43

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### ELECTRONIQUE DE PUISSANCE PERFECTIONNEMENT : MODELISATION, SIMULATION D'UN CONVERTISSEUR DC/DC

#### **Tour de table**

#### **Jour 1 : Prédimensionnement d'un DC/DC type buck**

- Choix de l'inductance
- Choix de des condensateurs d'entrée et de sortie
- Choix des actifs
- Aspects thermiques et CEM
- Exercice sur le cas réel qui sera testé les jours suivants.

#### **Jour 2 : Modélisation et travaux pratiques en simulation**

- Modélisation électrique
  - Simulation et caractérisation statique d'un convertisseur type buck en utilisant Spice.
  - Simulation et caractérisation dynamique d'un convertisseur type buck en utilisant Spice
- Modélisation thermique
  - Pertes dans un système d'électronique de puissance
  - Mécanismes de transfert thermique. Introduction aux résistances et capacités thermiques.
  - Modélisation thermique, aspects statiques et dynamiques.
  - Ordres de grandeurs des capacités de dissipation des composants

#### **Jour 3 : Modélisation et travaux pratiques en laboratoire**

- Session TP 1 : caractérisation statique d'un convertisseur type buck
- Session TP 2 : caractérisation dynamique d'un convertisseur type buck
- Session TP 3 : amélioration du design (augmentation de la fréquence)
- Session TP 4 : démonstration de mesures CEM

Les TPs sont réalisés sur des maquettes spécialement conçues à cet effet. Des instruments de laboratoire professionnels sont mis à disposition des apprenants pour les travaux pratiques.

#### **Tour de table**

## Comprendre les contraintes de l'industrialisation pour réussir la conception de vos cartes électroniques

*Démarrer un projet électronique nécessite de prendre quelques précautions. En effet, la conception d'un produit électronique comporte des contraintes, des exigences normatives et réglementaires, des notions d'obsolescence ou de disponibilité des composants à prendre en compte très en amont. C'est toute cette phase amont de préparation que cette formation vous permettra d'aborder.*

### OBJECTIFS

- Comprendre et prendre en compte les contraintes liées à l'industrialisation lors de la conception d'un produit électronique
- Avoir une vue d'ensemble des principales exigences dans la conception et fabrication d'une carte électronique
- Acquérir les bonnes pratiques de conception électronique en vue de l'industrialisation
- Comprendre les contraintes de chaque étape du développement produit et savoir dialoguer avec les experts métiers
- Identifier les risques pris en fonction des choix technologiques, matériels et process.

### PUBLIC VISE

NIVEAU DEBUTANT. Techniciens et ingénieurs débutants de bureau d'études électronique, techniciens et ingénieurs débutants dont la mission est de concevoir et développer des produits électroniques industrialisables, électroniciens sans expérience en industrialisation voulant développer un produit électronique, aux chefs de projet et responsables de bureau d'étude.

### PREREQUIS

Connaissances générales en électronique.

Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Expert conception et industrialisation électronique.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. Etude de cas. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Du 11 au 13 mai 2022

### LIEU

Formation à distance

*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

3 demi-journées – 10,5 h

### PRIX

800€ HT (650 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Bérénice RABIA

✉ [rabia@captronic.fr](mailto:rabia@captronic.fr)

☎ 06 09 86 49 44

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap



## PROGRAMME DETAILLE

### COMPRENDRE LES CONTRAINTES DE L'INDUSTRIALISATION POUR REUSSIR LA CONCEPTION DE VOS CARTES ELECTRONIQUES

#### **Introduction et tour de table**

##### **1 - Introduction**

- Grandes étapes du développement électronique, de l'idéation à l'industrialisation
- Dossier technique (données d'entrée pour l'industrialisation)
- Sensibilisation à l'impact du domaine d'application
- Les processus de fabrication et de tests des cartes électroniques
- Certifications et normes en vigueur

##### **2 - Visite virtuelle d'une ligne de production de cartes électroniques**

##### **3 - Ventilation des coûts de fabrication - Aspects technico/économiques**

##### **4 - Encapsulation, résinage, tropicalisation**

- Les vernis
- Les résines

##### **5 - Comment choisir ses composants**

- Criticité des différents types de boitiers
- Obsolescence des composants / la pérennité
- Stratégie d'achats
- L'encapsulation des composants
- Les familles de connecteurs

##### **6 - Comment choisir son PCB**

- Les différents types de carte électronique (Rigides, souples...)
- Processus de fabrication
- Les principaux matériaux (substrats) et leurs applications
- Les contraintes mécaniques liées aux outils de découpe des cartes électroniques
- Les PCB spéciaux et innovants

##### **7 - Contraintes de l'énergie embarquée :**

- Chimie de batterie à risque

##### **8 - Adaptation aux contraintes CEM (schéma, placement, routage, câblage)**

##### **9 - Tension secteur et isolation électrique**

##### **10 - Intégration mécanique dans les produits**

- Méthodes de fixation d'une carte électronique

#### **Clôture et tour de table**

## Eco-conception des systèmes électroniques et services numériques associés

*L'écoconception est une démarche visant à réduire les impacts environnementaux d'un produit ou d'un service en prenant en compte l'ensemble de son cycle de vie, qui inclut sa production, sa période d'utilisation et sa fin de vie. L'électronique est un secteur particulièrement sensibilisé à cette démarche du fait de contraintes réglementaires RoHS/DEEE, REACH. Cette formation vous apportera les connaissances des enjeux environnementaux et les principes de l'éco-conception dans la perspective d'un déploiement dans l'entreprise.*

### OBJECTIFS

- Comprendre les enjeux, notions et concepts du développement durable appliqués aux produits électroniques et services numériques
- Maîtriser les concepts d'éco-bilan, l'analyse du cycle de vie et les impacts environnementaux
- Connaître les principales lois et réglementations applicables aux équipements électroniques
- Appréhender les principes de l'éco-conception et l'éventail des outils à disposition des processus métiers
- Faire le lien avec les différents référentiels normatifs ISO 26000, 9001 et 14001

### PUBLIC VISE

- Concepteurs en électronique et logiciel embarqué
- Concepteurs d'applications web associées
- Chef de projets et direction techniques
- Responsable Marketing, Qualité, Environnement ou RSE

### PREREQUIS

Connaissances générales en électronique et développement logiciel applicatif.

### INTERVENANT

Ingénieur conseil double expertise, Electronique (18 ans en développement de cartes et circuits intégrés) et Environnement (10 ans dans le conseil écoconception auprès d'entreprises industrielles).

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours numérique - Alternance d'apports théoriques et d'exercices pratiques – Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Les acquis sont évalués en cours de formation par des QCM et exercices de mise en situation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

Les 17 et 18 mai 2022

### LIEU

CCI NORD ISERE : Parc Technologique - 5 rue Condorcet - 38 090 VILLEFONTAINE

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 200€ HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothee WALLART

✉ wallart@captronic.fr

☎ 06 30 92 27 32

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### ECO-CONCEPTION DES SYSTEMES ELECTRONIQUES ET SERVICES NUMERIQUES ASSOCIES

#### **Tour de table**

#### **Les enjeux environnementaux du développement durable**

- Définitions et concepts
- Historique du développement durable
- L'empreinte écologique (exercice personnel)
- Chiffres clé de l'industrie électronique et des technologies numériques

#### **Le cycle de vie des produits et services**

- Définitions et généralités
- Description détaillée des différentes étapes
- Typologies de produits
- Le cas des services
- Exercice (test de 10 questions)

#### **Les impacts environnementaux**

- Définitions
- Grandes catégories d'impacts (exercice ludique)
- Quantification et méthodes de calculs

#### **L'Analyse du Cycle de Vie**

- Définitions et synonymes
- Types d'ACV
- ISO 14040, la norme de référence
- Bases de données
- Logiciels de modélisation
- Exemples de résultats d'ACV
- Etude de cas : écobilan d'un produit simple avec électronique (modélisation avec la plateforme Bilan Produit de l'ADEME)

#### **Les principales lois et réglementations applicables aux produits électroniques**

- Rappel de la hiérarchie légale
- Lois européennes et françaises (directive éco-conception/ErP, RoHS/DEEE, REACH...)

#### **L'éco-conception de produits électroniques et services numériques**

- Définition, lien avec l'économie circulaire
- Bénéfices de l'éco-conception pour les entreprises
- Panorama des normes
- Boîte à outils pour la conception électronique (gestion des substances, composition en matériaux, gestion énergétique, conception pour la durée de vie...)
- Bonnes pratiques de l'éco-conception logicielle de service numérique
- Exercice (test de 20 questions)

#### **Les bases pour intégrer l'éco-conception dans l'entreprise**

- L'approche « Processus »
- Etapes d'un projet avec éco-conception
- Liens avec les normes de systèmes de management
- Éléments de communication environnementale

#### **Clôture et tour de table**

## Intégrer de l'électronique à vos designs mécaniques

*Comment intégrer de l'électronique dans son produit, du PoC à l'industrialisation. Cette formation s'adresse aux personnes qui débutent en conception produit, pour lequel la carte électronique est intégrée dans un boîtier ou châssis mécanique. Les participants découvriront les contraintes de la conception électronique pour réussir cette intégration dans l'enveloppe mécanique.*

### OBJECTIFS

- Acquérir le langage de l'électronique dans le périmètre de la mécanique
- Découvrir les principales contraintes de l'intégration électronique
- Acquérir les bonnes pratiques de conception mécanique pour l'intégration d'une électronique du PoC au produit industrialisable

### PUBLIC VISE

NIVEAU DEBUTANT souhaitant découvrir l'intégration de systèmes électroniques.

Cette formation s'adresse aux dessinateurs projeteurs débutants , aux techniciens et ingénieurs d'études mécaniques débutants, aux chefs de projets, aux responsables de bureaux d'études.

### PREREQUIS

Connaissances générales en mécanique.

Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Expert mécanique et plasturgie.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Les 1 et 2 juin 2022

### LIEU

Formation à distance

*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

2 demi-journées – 7 h

### PRIX

600€ HT (480 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Bérénice RABIA

✉ [rabia@captronic.fr](mailto:rabia@captronic.fr)

☎ 06 09 86 49 44

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### INTEGRER DE L'ELECTRONIQUE A VOS DESIGNS MECANIQUES

#### *Introduction et tour de table*

##### **1 - Introduction**

Mise en situation

Rappel sur les différentes étapes de la conception et développement mécanique de produits intégrant de l'électronique

##### **2 - Les principales caractéristiques mécaniques de l'électronique**

Les principaux types de cartes électroniques (FR4, SMI, Flex-rigides)

Les contraintes mécaniques d'une carte électronique (torsion, flexion admissible, vibration)

Méthodes de fixation d'une carte électronique (glissières, visserie, clip, résine...)

L'interfaçage des périphériques électroniques avec le boîtier mécanique

##### **3 – L'intégration des contraintes de l'électronique dans la conception mécanique**

Dissipation thermique

Contraintes de compatibilité électromagnétique

Contraintes de l'énergie embarquée

Mise en œuvre des capteurs

Comment adapter certaines fonctions mécaniques à l'intégration électronique durant la phase

#### *Clôture et tour de table*

## Industrialisation cartes et sous-ensembles électroniques : Conduite de projet

*La méthodologie de conduite de projet pour un produit électronique ou contenant de l'électronique est bien spécifique : importance de la phase de pré-étude et de faisabilité, criticité de la phase de conception, utilité de la phase de prototypage... Cette formation vous offre la possibilité de passer en revue toutes ces étapes clés pour industrialiser vos produits sereinement.*

### OBJECTIFS

Aborder un projet Industriel dans sa phase de pré-étude et de faisabilité.

Maîtriser les risques lors des phases de conception (Conception préliminaire et conception de détail).

Appréhender les typologies de procédés de fabrication adaptés au projet.

Piloter les phases prototypes, la validation des produits (certification), la qualification produit / process.

Elaborer le planning du projet et le suivre en mode opérationnel.

Calculer le budget du projet (Investissement et cout projet) et le suivre en mode opérationnel.

### PUBLIC VISE

Responsable méthodes, R&D, Ingénieur Conception, Routage PCB, Responsable Qualité, chef de projet industriel.

### PREREQUIS

Connaissances en conception ou fabrication des cartes sous-ensembles électroniques

Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Expert en industrialisation de cartes électroniques, 20 ans d'expérience

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. Etude de cas. Démonstration et/ou travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Le 7 et 8 juin 2022

### LIEU

Formation à distance

*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 120 € HT (920 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Florence CAGNARD

✉ [cagnard@captronic.fr](mailto:cagnard@captronic.fr)

☎ 06 70 73 23 43

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### INDUSTRIALISATION CARTES ET SOUS-ENSEMBLES ELECTRONIQUES : CONDUITE DE PROJET

#### MODULE 1 : Avant-projet / stratégie industrielle / faisabilité

- Périmètre & rôle de l'industrialisation
- Faisabilité économique
- Notion de prix / coûts
- Sélection d'un EMS (Electronic manufacturing services)

#### MODULE 2 : Développement d'un produit phase préliminaire

- Faisabilité technique / plan de développement
- Spécification du besoin et exigences
- Conception préliminaire
- Analyse des risques (AMDEC produit) - Choix des composants - Validation du concept

#### MODULE 3 : Développement détaillé d'un produit

- Conception design
- DFM (Design for Manufacturing) / DFT (Design for testability)
- Règles de conception et de fabrication
- Circuit imprimé – techno – finitions – spécifications – panélisation
- ESD (Electrostatic Sensitive Device)
- Développement mécanique
- Typologie du process d'assemblage / contraintes de fabrication
- Moyens de contrôle et de test – stratégie de test
- Dossier de définition produit

#### MODULE 4 : Prototype – validation design

- Fabrication des prototypes
- Plan de validation – process – robustesse – fiabilité
- Certification – normes – label CE

#### MODULE 5 : Pilot run ou lot de qualification

- Gestion système (EMS)
- Industrialisation des moyens
- Industrialisation des lignes de fabrication
- Introduction au Lean manufacturing
- Lancement moyens de test / spécifications / qualifications des moyens
- Fabrication du Pilot run – Rapport Qualité – exploitation
- Plan de qualification – Livrables

#### MODULE 6 : Process parallèles

- Gestion des changements / évolutions techniques
- Retours clients – process de réparation
- Qualification / formation du personnel chargé de la production

## Conception IPC intégrée, des Circuits imprimés Flexibles

*L'objectif de la formation consiste à savoir mettre en œuvre le « Master drawing IPC » d'une architecture 3D Flexible. Ceci pour un usage statique ou dynamique pouvant embarquer de l'électroniques haut débit et de haute densité, tout en s'assurant de sa reproduction à l'identique par plusieurs fabricants de Flex.*

### OBJECTIFS

- Apprendre à maîtriser la construction des PCB dès la revue de design (DFX Design for Excellence), pour anticiper la "faisabilité" (DFM Design for Manufacturing), la fiabilité des produits (DFR Design for Reliability).
- Faciliter l'assemblage (DFA Design for Assembly) et le test (DFT Design for Test) pour finalement maîtriser les coûts de fabrication des cartes électroniques en production (DFV Design for Volume).
- Apprendre à mettre en œuvre les dossiers de définition "Master Drawing" et "Assembly drawing".

### PUBLIC VISE

Cette formation cible les ingénieurs et technologues hardware, les opérateurs CAO, les responsables industriels, les responsables assurance qualité fournisseurs, les acheteurs de PCB.

### PREREQUIS

Chaque stagiaire devra avoir une expérience significative, de 2 ans au minimum, dans l'une des professions qui concerne la conception ou la réalisation de circuits imprimés, ou encore l'assemblage, l'industrialisation, la qualité ou l'achat de cartes électroniques. Une maîtrise suffisante de l'anglais technique est également requise pour les formules comprenant la validation des acquis par les certifications CID/CID+.

### INTERVENANT

Consultant CID+, 30 ans d'expérience, spécialisé en conception de PCB rigides et flexibles, HDI et HF/RF (1 à 18 Ghz) pour de très nombreux OEM et ODM Français et Européen.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours - Etude de cas - démonstrations - Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

Les 1<sup>er</sup> et 2 juin 2022

### LIEU

CCI NORD ISERE : Parc Technologique - 5 rue Condorcet - 38 090 VILLEFONTAINE

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 200€ HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothee WALLART

✉ wallart@captronic.fr

☎ 04 38 78 37 36

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.



**PROGRAMME DETAILLE****CONCEPTION IPC INTEGREE, DES CIRCUITS IMPRIMES FLEXIBLES****Tour de table**

**Technologie des Flex et Flex rigides pour concevoir en 3D des systèmes électroniques robustes et compétitifs, en y intégrant des consignes de hautes fréquences (HSD) et de haute densité (HDI)**

**Identification des codes IPC 2223 du monde du Flex :**

Sélection du type IPC 1/2/3/4 ou 5 de Flex simple face, double faces, multilayer ou flex rigide, pour un usage A/B/C ou D qui soit statique ou dynamique dans des conditions thermiques et UL identifiées.

**Désignations spécifiques des matériaux flexibles à base de résine Polyimide : IPC (4102/03/04) :**

Sélection des matériaux pour construire des cartes Flexibles avec des laminés cuivrés, des coverlays, des bond-plices et des adhésifs en identifiant avec précision leurs particularités pour assurer leur reproduction. Identification des propriétés des laminés cuivrés avec/ sans adhésif et de la mise en œuvre des coverlays.

**Sélection des cuivres dédiés au pliage par l'IPC 4562 :**

Caractéristiques mécaniques du cuivre soumis à la flexion et identification du rayon de courbure, selon le nombre de pliages admissible pour un type de cuivre identifié CU E 1/2/3/11 ou CU W5/6/7, dont les performances d'élongation selon la température environnementale peuvent varier considérablement.

**Définition des règles de routage pour chaque type de Flex IPC 2223 :**

Simple face de **type 1** pour les nappes de liaisons pour de la connectique ZIF en mode statique ou dynamique  
Double faces TM de **type 2** avec le routage qui devra prendre en compte la métallisation sélective des vias,  
Multicouche Flex de **type 3** dont la spécificité de fabrication impose des constructions et des règles de routage adaptées à chaque fabricant spécialiste de cette technologie qui traitera la production. Flex-rigide de **type 4** qui semble très proche des cartes rigides mais qui fait appel à des règles de DFM incontournables pour les rendre fabricable sur plusieurs sites avec un rendement de production acceptable. Identification des différentes zones, rigides, souples, de transitions ou pliables pour piloter la performance mécanique d'un flex rigide par un routage qui utilise les propriétés des matériaux en position 3D. Traitement de la mise en panneau avant le routage pour anticiper le taux de remplissage des formats de fabrication dédiés au Flex tout en assurant le convoyage pendant les différentes phases d'assemblage.

**Fabrication des Flex rigides IPC 6013 et en technologie HDI :**

Réalisation de flex type 4 utilisant un procédé en fenêtre fermée ou ouverte et analyse de l'impact que cela peut avoir sur la construction de l'ensemble du produit et sur le choix du fabricant pour une complexité précise. Analyse des équipements et procédés de fabrication, permettant d'assurer la fiabilité d'un flex avant qu'il ne soit manipulé pour être mis en fonction. Configuration des Flex HDI par la mise en œuvre de perçage laser pour des interconnexions faisant appel à plusieurs phases de lamination, de perçage et métallisation successives appliqués aux matériaux souples.

**Intégration des signaux de hautes fréquences dans les cartes Flexibles :**

Calculs des impédances en s'appuyant sur les Dk des matériaux flexibles et évaluation des performances en micro-strip ou en stripline sur 3 couches pour implanter des guides d'ondes dans les couches internes des flex type 3 ou 4. Construction de Flex pour gérer la connectique high speed du type ZIF ou press-Fit (avec back drill) pour traiter l'intégrité des signaux en assurant la durée de fonctionnement du produit.

**Présentation du "Master drawing IPC" :**

Revue de Design détaillée s'appuyant sur l'expérience Jetware en FPC, pour traiter un empilage de d'un Flex pour définir et communiquer son identité IPC, sa construction, ses règles de routage, les calculs impédances, sa mise en panneau pour assurer le brasage des composants et même son prix.

**Tour de table**

## Fiabilité des composants électroniques

*La sûreté de fonctionnement et la sécurité fonctionnelles sont au cœur de la fiabilité. Ce sont les disciplines à connaître pour anticiper et éviter les défaillances des systèmes. Pour les produits électroniques, il est important de comprendre les calculs de fiabilité et de savoir les analyser.*

### OBJECTIFS

- Comprendre les calculs de fiabilité électronique
- Être capable de les analyser en vue de devenir autonome
- Comprendre comment ces données sont utilisables dans les activités de Sûreté de Fonctionnement et de Sécurité Fonctionnelle.

### PUBLIC VISE

Cette formation s'adresse aux personnes ayant une formation équivalente à celle d'une école d'ingénieur ou à des techniciens supérieurs avec de l'expérience dans un des domaines abordés. Les personnes des services qualité sont également ciblées car elles sont les garantes des démarches.

### PREREQUIS

Connaissance en électronique et en technologie des composants. Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Consultant Sécurité Fonctionnelle, Sûreté de fonctionnement et Maîtrise des Risques  
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Etude de cas – Démonstration et/ou travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

5 et 6 juillet 2022

### LIEU

Formation à distance  
*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

2 jours – 14 h

### PRIX

1000 € HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Florence CAGNARD

✉ cagnard@captronic.fr

☎ 06 70 73 23 43

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

**PROGRAMME DETAILLE****FIABILITE DES COMPOSANTS ELECTRONIQUES*****Tour de Table*****Les grands principes de la fiabilité électronique (lois, mise en oeuvre, applications,)**

la présentation des différents paramètres de fiabilité ainsi que les lois appliquées permettront de mieux appréhender les notions de fiabilité, de taux de défaillance, de MT BF,...

**Les essais accélérés**

une présentation de ces types d'essais permettra de comprendre comment les fabricants de composants mettent à disposition des données de fiabilité constatée. Les approches permettront également de comprendre comment il est envisageable de définir un programme de déverminage au travers de l'exploitation de données d'essais réalisés.

**Les recueils de calcul (MIB HDBK 217, IEC62380, le guide FIDES...)**

la présentation de différents guides de prédiction permettra de comprendre les grands principes de base et leurs évolutions au cours des années de sorte à être au plus près de la réalité du terrain.

**Guide FIDES (Principes et Pi Process)**

une présentation du guide Fides et du principe de calcul du Pi Process sera faite de sorte à être en mesure d'utiliser l'outil de calcul associé.

**Utilisation de l'outil Expertool**

en séance, une exploitation de l'outil sera faite. Une présentation des modifications envisageables sur le profil de mission, au niveau des composants sera faite pour démystifier l'utilisation de l'outil

**Utilisation des données de fiabilité dans les démarches de » Sûreté de fonctionnement et de Sécurité Fonctionnelle**

au travers de cette généralisation, l'importance des données de fiabilité sera déclinée au travers de leur exploitation dans les concepts de sûreté de fonctionnement et de sécurité fonctionnelle.

***Tour de table***

## Sécurité Fonctionnelle et Sûreté de Fonctionnement en conception électronique

*Pour les produits et systèmes embarqués de technologies variées, la prise en compte des notions de FMDS (Fiabilité – Maintenabilité – Disponibilité – Sécurité) incluant Sûreté de Fonctionnement SdF et sécurité Fonctionnelle est de plus en plus partie intégrante des exigences clients. Intégrer de tels concepts dans vos produits peut se passer en douceur en prenant conscience des enjeux, des prérequis et des ouvertures sur les marchés. Pouvoir apporter la preuve qualitative et quantitative de la conformité au niveau de sécurité requis (SIL, PL, ASIL, DAL...) s'appuie sur des méthodologies de la Sûreté de fonctionnement et de démarches d'entreprise de type Qualité.*

### OBJECTIFS

Avoir une vue d'ensemble cohérente des concepts sûreté et sécurité fonctionnelle.

Identifier et démystifier les différentes réglementations qui s'appliquent.

S'exercer sur des études de cas industriels.

### PUBLIC VISE

Techniciens et ingénieurs concepteurs et développeur de systèmes embarqués, Architecte système, Chef de projet, Responsable qualité.

### PREREQUIS

Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

Des notions de statistiques et de probabilité sont nécessaires pour une bonne assimilation du stage. Avoir des notions de déploiement des processus qualité est un plus.

### INTERVENANT

Consultant Sécurité Fonctionnelle, Sûreté de fonctionnement et Maîtrise des Risques.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Etude de cas - travaux pratiques - Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

28 au 29 septembre 2022

### LIEU

Formation à distance

*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 000 € HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

✉ [cathalinat@captronic.fr](mailto:cathalinat@captronic.fr)

☎ 06 79 49 15 99

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### SECURITE FONCTIONNELLE ET SURETE DE FONCTIONNEMENT EN CONCEPTION ELECTRONIQUE

#### *Tour de table*

#### JOUR 1

##### **Positionnement des différentes normes (CEI61508, CEI61511, CEI61513, CEI62061, ISO26262, ISO13849...)**

Positionnement de ces normes,  
Applicabilité pour les systèmes électroniques de commande,  
Restriction d'utilisation...

##### **Introduction & bases**

Appréciation des niveaux de risque,  
Définition des niveaux de SIL, PL, ASIL...  
Relation entre ces différentes notions

##### **Contrainte architecturale**

Interprétation des requis des normes,  
Déclinaison vers les différents contributeurs  
Mise en œuvre  
Notions de preuve...

#### JOUR 2

##### **Les fondamentaux**

Notions de Fiabilité, Maintenabilité et Sécurité  
Fondamentaux de la fiabilité (taux de défaillance, MTBF...)  
Notions de pannes dangereuses  
Notions de taux de couverture,  
Mise en œuvre

##### **Le déploiement en phase avec le système Qualité**

Analyse des requis qualitatifs des normes  
Contraintes en fonction des phases de vie  
Le plan de management de ces activités spécifiques

##### **Les méthodes de Sûreté de Fonctionnement**

Les analyses de risques  
Les AMDEC  
Les arbres de défaillances

#### *Tour de table*

## Comment faire du routage dans les règles de l'art

*En électronique, la CAO ou routage de cartes pour la conception d'un circuit imprimé dit PCB (Printed Circuit Board) sur lequel seront brasés les composants est une étape essentielle. Avec la miniaturisation, le nombre de pistes augmente tout comme le nombre de composants. Cette formation vous présente des conseils et une méthodologie pour réaliser un schéma bien pensé pour un routage réussi de vos cartes électroniques. Les travaux pratiques permettent de répondre aux questions : comment aborder un routage de carte ? quels points vérifier avant, pendant et après le routage pour permettre à l'EMS une fabrication de qualité ?*

### OBJECTIFS

Acquérir une méthodologie pour réaliser un bon schéma de routage de carte électronique.

Avoir les bases métier pour réaliser un schéma et réussir le routage.

### PUBLIC VISE

Techniciens débutant en conception électronique en charge de réaliser le schéma et le routage de cartes électroniques.

Les participants devront connaître au minimum un outil CAO.

Cette formation n'a pas pour objectif de former sur un outil spécifique de CAO.

### PREREQUIS

Connaissances en conception électronique.

Connaissances d'outils CAO de routage tels que CAD STAR ou ALTIUM ou KICAD.

Les participants devront apporter leur ordinateur et un outil de routage fonctionnel, à défaut KICAD sera utilisé.

### INTERVENANT

Experts en routage de cartes électroniques, spécialistes de la CAO - Implantation et routage de cartes électroniques depuis 30 ans.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours - Etudes de cas – Travaux Pratiques

Assistance pédagogique sur le cours assuré par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

01 au 02 juin 2022

### LIEU

CEA – TECH

51, rue de l'Innovation

31 670 LABEGE

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 200 € HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

✉ cathalinat@captronic.fr

☎ 06 79 49 15 99

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

## PROGRAMME DETAILLE

### COMMENT FAIRE DU ROUTAGE DANS LES REGLES DE L'ART

#### *Tour de table*

**La conception des PCB : la préparation, les jalons, les règles, les outils logiciels**

**Réflexion sur la réalisation et la fabrication d'une carte :**

- Etude du cahier des charges
- Prise en compte des contraintes mécaniques
- Prise en compte de la classe de fabrication
- Choix des sous-traitants : fabricants PCB, EMS

**Les fonctions et les performances des logiciels de routage**

**La définition du stackup (nombre de couches, largeur, épaisseur des pistes)**

**La vérification de l'impédance contrôlée et du high speed**

**Les bonnes pratiques du routage :**

- La saisie de schéma
- Le placement des composants
- La vérification de la mécanique
- La prise en compte de la thermique

**Préconisations sur la prise en compte de la CEM et du filtrage**

**La vérification du routage réalisé et de la fabricabilité**

**La génération et la vérification des fichiers batch process : Gerbers, 3D et 2D**

**L'optimisation du coût de fabrication**

TPs de mise en pratique de ces préconisations à partir d'exemples de schémas et PCB de circuits électroniques

#### *Tour de table*

## Hacking et contre-mesure : Protégez votre réseau informatique et votre infrastructure IoT

*La sécurité des systèmes et réseaux est devenue une préoccupation majeure pour les entreprises. Dans ce domaine, il est important de comprendre les technologies utilisées par un hacker pour justement mettre en œuvre des contre-mesures bien adaptées. Cette formation vous présentera les risques et les menaces portant atteinte à la sécurité du système d'information.*

### OBJECTIFS

- Connaître les principaux scénarios d'attaques des hackers,
- Découvrir les contre-mesures des principaux scénarios d'attaques des systèmes et réseaux,
- Connaître les outils d'évaluation de la sécurité système et réseau,
- Évaluer la sécurité de votre système et maintenir un niveau de sécurité
- Sensibiliser les utilisateurs aux risques,
- Découvrir les nouveaux problèmes de sécurité liés à l'IoT

### PUBLIC VISE

Administrateurs, architectes systèmes et réseaux, développeurs d'infrastructure IoT.

### PREREQUIS

Connaissances de base sur les réseaux et systèmes informatiques (TCP/IP).

Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Expert des systèmes en réseau, sécurité et développements d'applications en réseau, sur systèmes embarqués, IoT, M2M.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours en anglais. La formation alternera des exposés théoriques et des cas pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Les 25 et 26 janvier 2022

Les 30 et 31 mai 2022

### LIEU

Formation à distance

*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 000€ HT (800 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Florence CAGNARD

✉ cagnard@captronic.fr

☎ 06 70 73 23 43

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap





## PROGRAMME DETAILLE

### HACKING ET CONTRE-MESURE : PROTEGEZ VOTRE RESEAU INFORMATIQUE ET VOTRE INFRASTRUCTURE IoT

#### Tour de table

#### Introduction

Le hacking - définition  
 Qui sont les hackers ?  
 es motivations du hacker  
 Terminologie liée au hacking  
 Les formations officielles de hacking  
 Les limites du hacking dans les systèmes  
 Découverte des outils de support de cours

#### Notions de bases

Rappel sur le principe des réseaux  
 Couche OSI  
 Réseau local  
 Réseau Internet  
 Protocoles TCP/UDP IP

Structuration des réseaux  
 Plan d'adressage  
 Routeur  
 Switch  
 VLAN  
 Protocole de routage  
 Protocole d'administration  
 Firewall et proxy  
 Réseau sans fil Wifi  
 Le rôle du DNS  
 Structuration d'un système

Système d'exploitation  
 Application  
 Interconnexion  
 Hardware

#### Comment les hackers trouvent leur cible ?

Utilisation du protocole ICMP  
 Identification d'une organisation  
 Identification d'une architecture  
 Connaître la distance dans le réseau  
 Identifier les OS à distance

#### Comment les hackers structurent leurs attaques ?

-Trouver les failles des systèmes  
 -Référence des applications RFC  
 -Identifier les applications distantes  
 IRC warez channels  
 Social-Engineer Toolkit (SET)

#### Les outils des hackers

Scanner passif  
 Scanner actif  
 Notion d'exploit  
 Kit de hacking  
 Principe du rootKit

#### Les attaques

Spoofing  
 Man-in-the-middle  
 DoS  
 Crack des mots de passe  
 Exploit système  
 Buffer overflow  
 Cassage matériel  
 Injection de données  
 IP sourcing  
 Blocage de compte et hameçonnage  
 DoS site web  
 Web : Injection de code, sniffer  
 Hacking des IoT  
 Social Engineering

#### Les contre-mesures

Organiser une riposte immédiate  
 Politique de sécurité  
 Sécurité physique  
 Veille technologique  
 Architecture des systèmes  
 Outils d'analyse  
 Piratage éthique  
 Travaux pratiques

#### DNS

Identification d'une organisation  
 Résolution de nom  
 Outil de requête DNS  
 Analyse du contenu DNS  
 DNS transfert de zone

#### Protocole ICMP

Vérifier la présence d'une machine sur le réseau  
 Découvrir la route vers une organisation  
 Envoyer des paquets ICMP variables  
 DOS attaque IP flooding d'un serveur  
 Backdoor ICMP

#### Scanner

Utilisation d'un scanner en mode passif  
 Utilisation d'un scanner en mode actif  
 Test de firewall  
 Détection d'OS

#### Faible de sécurité

Brute force - Attaque de dictionnaire  
 Buffer overflow  
 Analyse de code  
 Recherche de faille de sécurité système  
 Utilisation des outils intégrés de hacking

#### Tour de table

## Introduction à la Cybersécurité Industrielle

*Aller vers l'Industrie du Futur induit forcément la prise en compte des notions de cybersécurité. En effet, connecter une unité de fabrication l'expose à des risques jusqu'à lors inconnus pour de nombreuses entreprises françaises. Cette formation au format court vous permettra une sensibilisation au sujet de la cybersécurité industrielle et vous permettra de faire un premier niveau de mesure des risques auxquels votre unité de production et donc votre entreprise s'expose.*

### OBJECTIFS

L'objectif de cette formation est de fournir aux participants des clés et des connaissances nécessaires pour comprendre les enjeux, les processus et méthodes actuels de la cybersécurité pour les unités de production qui deviennent hyperconnectées. La formation détaillera des processus et des méthodes qui permettent d'évaluer et de maîtriser le risque cyber spécifique à l'industrie.

### PUBLIC VISE

Fonction cadre dont le métier est lié à l'industrie.

### PREREQUIS

Connaissances générales sur un système d'information ou une supervision de production.

Expériences de la production industrielle.

Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Ingénieur conseil expérimenté, référent du diagnostic cybersécurité Captronic.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Etude de cas. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Le 17 mars 2022

### LIEU

Formation à distance

*Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise*

### DUREE

1 jour – 7h

### PRIX

600€ HT (480 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothee WALLART

✉ wallart@captronic.fr

☎ 04 38 78 37 38

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### INTRODUCTION A LA CYBERSECURITE INDUSTRIELLE

#### **Tour de table**

#### **Introduction**

- La cybersécurité, c'est quoi ?
- Technologie de l'information
- Problématique
- Globalement la cybersécurité aujourd'hui
- Chronologie de la cyberattaque NotPetya
- Le cybercrime paye et ce sans effort
- Motivation du hacker
- Stratégie du hacker

#### **Les réseaux, protocoles et infrastructure pour l'industrie 4.0**

- L'aire de l'industrie cyber-physique
- L'importance des réseaux dans une production
- Les réseaux industriels aux fils du temps
- Les impacts des technologies réseaux sur les infrastructures

#### **Stratégie de mise en œuvre**

- Respecter des règles simples
- Par où commencer
- Comptablement
- Stratégie de la gestion des risques cyber
- Les points clés à sécuriser
- Cybersecure by design
- Et dans la pratique ?

#### **Qu'est-ce qu'une surface d'attaque ?**

- Sources de menaces
- Vecteurs d'attaque
- Spécifique aux équipements ICS
- IIoT : une « révolution » pour les attaquants
- Le big data en production

#### **Bonnes pratiques**

- Gestion, analyse et traitement des risques

- Principe d'un risque
- Acceptation du risque
- Réduction du risque
- Vauban, maître d'oeuvre de la cybersécurité
- Manager la cybersécurité
- Gouverner la cybersécurité

#### **Gestion des risques**

- Moyens de protection
- Principe d'une Analyse de risque
- Etablir un contexte
- Identifier les risques
- Estimer le niveau du risque
- Evaluer et traiter le risque

#### **Ebios : une METHODOLOGIE FRANCAISE, une référence internationale**

- Cadrage et source
- Scenarii stratégiques et opérationnels
- Traitement des risques

#### **De l'AMDEC à la cyber AMDEC**

#### **IEC 62443 la cybersécurité pour l'industrie**

- Approche
- Exigence et niveau de sécurisation
- Zones et conduits
- Maturité et capitalisation

#### **Gestion de crise**

- Se préparer
- Détecter et identifier
- Traiter un incident
- Confiner, éradiquer, rétablir
- Communication pendant un incident
- Suivi et clôture

#### **Tour de table**

## Sécurité des systèmes embarqués et des objets connectés. : comprendre les attaques hardware/software pour se prémunir

*Cette formation vous présente les différentes attaques possibles lors des tentatives de piratage du hardware et du software de votre produit et les contremesures à déployer pour se protéger.*

*Cette formation propose une méthode, des outils et travaux pratiques pour appréhender les concepts enseignés. Un objet connecté peut présenter des faiblesses allant de l'électronique, jusqu'à l'infrastructure web en passant par la liaison sans fil ou filaire. L'objectif est donc de non seulement connaître ces potentiels vecteurs d'intrusion, mais aussi de pratiquer les attaques qui conduisent à leur exploitation.*

### OBJECTIF

Maitriser les techniques d'attaque utilisées par les pirates pour savoir comment limiter les impacts

Comprendre les faiblesses de sécurité des systèmes embarqués dits IoT (Internet of Things)

Apprendre à sécuriser les systèmes embarqués dès les phases de conception

Identifier les vulnérabilités pour pouvoir ensuite limiter les risques.

### PUBLIC VISE

Ingénieurs ou techniciens hardware / logiciel embarqué impliqués dans le développement de produits connectés ainsi que les professionnels de la sécurité IT.

### PREREQUIS

Connaissances de l'environnement LINUX (débutant)

Prévoir un PC avec Internet avec les droits d'administration pour installer des logiciels (ex : Remmina, RemoteNG, VNC player Putty...)

### INTERVENANT

Auditeur, formateur expérimenté en cyber sécurité.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - travaux pratiques -

Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

Du 6 au 8 avril 2022

### LIEU

Formation à distance

Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

1 650 € HT (1 350 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

✉ cathalinat@captronic.fr

☎ 06 79 49 15 99

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

**PROGRAMME DETAILLE****SECURITE DES SYSTEMES EMBARQUES ET DES OBJETS CONNECTES. COMPRENDRE LES ATTAQUES HARDWARE/SOFTWARE POUR SE PREMUNIR****Tour de table****MODULE 1 : Les bases du Hardware Hacking**

- Revue historique des attaques sur les objets connectés
- Revue des vulnérabilités et des aspects offensifs et défensifs
- Rappel des connaissances fondamentales en électronique

**MODULE 2 : Comment les pirates accèdent au Hardware ?**

- Présenter des outils et méthodes disponibles pour auditer un produit
- Extraire des données sensibles avec les outils d'audit (HardSploit) après avoir réalisé une prise d'information
- Acquérir les signaux électroniques, outils et démonstration

**MODULE 3 : Comment accéder au logiciel ?**

- Présentation des différents types d'architecture (Microcontrôleur, FPGA), accès direct au logiciel via les interfaces d'E/S (JTAG / SWD, I2C, SPI, UART, RF bande ISM, etc.)
- Présentation d'accès au logiciel via des attaques à canal latéral (analyse de puissance)

**TP : Accès au Firmware par différentes interfaces****MODULE 4 : Attaques sur un système embarqué particulier, l'objet connecté (IoT)**

- Réaliser un audit complet appliqué à notre système embarqué vulnérable :
- Identifier les composants électroniques et analyser les protocoles
- Modifier et extraire un firmware via les fonctions de débogage SWD avec HardSploit
- Réaliser un fuzzing simplifié des interfaces externes pour détecter des vulnérabilités basiques sur l'embarqué
- Exploiter des vulnérabilités (dépassement de mémoire tampon) durant un audit de sécurité hardware en identifiant les caractères de fin de copie de tampon (bad char)

**MODULE 5 : Comment sécuriser votre matériel**

- Conception sécurisée et cycle de vie de développement (SDLC)
- Examen des meilleures pratiques de sécurité matérielle pour limiter les risques

**TP : Limiter les accès JTAG et les vulnérabilités logicielles au niveau de l'embarqué****MODULE 6 : SDR Hacking**

- Méthodologie d'audit SDR (capture / analyse / exploitation avec radio logiciel)
- Présentation des outils (GNU Radio, etc.)

**TP : rétro-ingénierie d'un protocole sans fil à partir des émissions radio capturées dans les aires (communication sans fil d'un panneau à LED)****MODULE 7 : Exercice « CTF : Road to Botnet » :**

- Apprendre les notions d'attaque web
- Présenter un scénario pratique d'attaque d'une solution de IIoT (Industriel Internet Of Things)
- Compromettre la solution IIoT et prendre le contrôle du serveur
- Apprendre les techniques couramment employées par les attaquants pour mieux comprendre les faiblesses et ainsi les atténuer voire les supprimer

**Tour de table**

## La sécurité des systèmes embarqués et des objets connectés

*Cette formation vous présente les principales vulnérabilités possibles d'un produit connecté au niveau hardware & software et comment faire de la rétro-ingénierie pour les trouver. Nous présenterons une introduction à la sécurisation cryptographique et des outils pour vérifier la sécurité de vos produits, ainsi qu'une méthode de sécurisation de votre système dans son ensemble, du capteur à l'application cloud.*

### OBJECTIFS

Parcourir les vulnérabilités possibles d'un produit connecté (hardware & software) ;  
Découvrir les bonnes pratiques de sécurisation cryptographique pour limiter les risques ;  
Anticiper les risques d'attaques dès la conception et penser la sécurité du système dans son ensemble.

### PUBLIC VISE

Cette formation cible les personnes intéressées par les aspects de sécurité liés au hardware ou à l'embarqué : ingénieurs ou techniciens hardware / logiciel embarqué impliqués dans le développement de produits connectés.

### PREREQUIS

Afin de tirer un enseignement maximum de cette formation, les stagiaires devront idéalement disposer d'une expérience minimum en développement de logiciel embarqué mais aucune expérience en sécurité informatique n'est nécessaire.

Disposer d'un PC avec les droits d'administration pour installer des logiciels et pour utiliser un kit matériel pour les TP (qui sera fourni pour la durée de la formation).

### INTERVENANT

Spécialiste en conception sécurisée d'architecture IT et IoT, implémentation cryptographique, système embarqué, conception de circuit et programme embarqué, réseau, cybersécurité opérationnelle.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours. Démonstrations - Travaux pratiques - Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

Du 14 au 16 juin 2022

### LIEU

CEA-TECH : 51 rue de l'Innovation  
31670 LABEGE

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

1 950 € HT (1 500 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Sophie BASSECATHALINAT

✉ cathalinat@captronic.fr

☎ 06 79 49 15 99

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### LA SECURITE DES SYSTEMES EMBARQUES ET DES OBJETS CONNECTES

#### JOUR 1

##### *Tour de table*

##### **Introduction à la cybersécurité**

- Les acteurs
- Vocabulaire
- Audit de sécurité vs Test d'intrusion
- Sécurité vs Sûreté
- La cybersécurité IT vs IoT
- Top 10 OWASP
- Retour d'expérience et constat

##### **Cybersécurité IoT : méthodes et outils**

- Démonstration d'attaques
- Méthodologie
- Test d'intrusion IT vs IoT
- Protocoles (SWD, JTAG, 2C, RS485, RS232, SPI, CAN...)

##### **Travaux pratiques**

- Interactions (I2C, SPI, UART, JTAG/SWD)
- Extraction du Firmware
- Rétroingénierie (analyse statique et dynamique de la mémoire interne)

#### JOUR 2

##### **La cryptographie**

- Notion d'aléatoire et utilisation de l'entropie
- Algorithmes
- Mode d'opération (ECB, CBC, XTS)
- Chiffrement et signature par bloc (GCM)
- Chiffrement asymétrique et symétrique
- Attaque par force brute
- Démarrage sécurisé (Secure Boot)

#### JOUR 3

##### **Attaques par lien radio**

- Introduction
- Aperçu des outils SDR
- Transmission RF
- GNU radio
- Test d'intrusion HF (méthodologie)

##### **Attaques par canaux cachés**

- Introduction
- Injection de fautes
- Contremesures

##### **De l'IoT au Cloud**

- La notion de confiance
- Concevoir un système qui puisse être mis à jour de manière sécurisé
- Concevoir et implémenter des procédures d'audit
- Corriger convenablement les vulnérabilités
- Comment concevoir ou choisir une implémentation robuste

##### **Gouvernance et analyse de risque**

- Notions clés
- Mettre en place un cycle de développement sécurisé
- Mettre en place une analyse de risque
- La conformité (normes et CSPN)
- L'avenir de la conformité Cyber IoT

##### *Tour de table*

## Architecture Cybersécurisée des Systèmes Industriels

*Cette formation a pour objectif de sensibiliser les participants aux principaux risques cyber afin de concevoir des produits et des systèmes industriels plus robustes. Seront présentés, les schémas d'attaques cyber en milieu industriel, les principes de sécurité en profondeur, la cryptologie, les mesures à prendre liées à l'analyse des risques de l'ISO 27002, de l'ISO 27005 et IEC62443.*

*Les produits ou systèmes industriels ne sont globalement pas toujours à l'épreuve d'attaques souvent basiques. Une entreprise doit prendre en compte la gestion des risques associés à ces menaces. L'architecture des produits et des systèmes doit ensuite être repensée pour intégrer la dimension cybersécurité.*

### OBJECTIFS

Sensibiliser les participants aux principaux risques cyber et aux attaques classiques afin de concevoir des produits et des systèmes industriels plus robustes.

Découvrir les principes de sécurité en profondeur, la cryptologie, Identifier et comprendre les normes liées à l'analyse des risques ISO 27002, ISO 27005 et IEC62443.

### PUBLIC VISE

Ingénieurs ou architectes en charge de la conception d'un produit ou système communicant ainsi que les professionnels de la sécurité IT responsables en sécurité industrielle, consultants, auditeurs en sécurité industrielle.

### PREREQUIS

Une bonne connaissance générale en informatique avec des notions en architecture informatique ou réseau industriel sont souhaitables.

Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Auditeur, formateur expérimenté en cyber sécurité.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Etude de cas - Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

12 au 14 septembre 2022

### LIEU

Formation à distance  
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

1 650 € HT (1 350 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

✉ cathalinat@captronic.fr

☎ 06 79 49 15 99

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap



## PROGRAMME DETAILLE

### ARCHITECTURE CYBERSECURISEE DES SYSTEMES INDUSTRIELS

#### *Tour de table*

#### **MODULE 1 : Contexte cyber en milieu industriel**

Démonstration live d'une attaque sur le réseau avec le matériel de formation  
Utilisation de moteurs de recherche spécialisés en IoT  
Présentation de l'étude de cas industriel qui sert de fil rouge tout au long de la formation

#### **MODULE 2 : Cycle de vie du développement sécurisé (SDLC)**

Comprendre où et comment intégrer la Cybersécurité dans le cycle de vie d'un produit ou d'un système  
Méthodes EBIOS, normes et notions de SAR, SAL, zone et de conduits

#### **MODULE 3 : La sécurité en profondeur**

Comprendre les principes  
Démonstration d'une attaque Hardware Hacking sur une carte électronique

#### **MODULE 4 : Cryptologie**

Identifier les erreurs classiques et s'appuyer sur les meilleures pratiques  
Les notions de chiffrement symétrique et asymétrique et comprendre les difficultés dans l'implémentation d'un algorithme de chiffrement  
Présentation d'une mise en place Infrastructure de clés publiques (PKI)

#### **MODULE 5 : Analyse de risque cyber**

Méthodologie et étude d'un cas industriel

#### **MODULE 6 : Architecture sécurisée**

Les concepts de sécurisation d'une architecture utilisant des contrôles et automatismes industriels  
Etude de cas

#### **MODULE 7 : Assurance sécurité et évaluation des fournisseurs**

Rechercher des CVE (Common Vulnerability and Exposures) sur le net  
Ecrire un questionnaire pour mesurer la maturité Cyber d'un fournisseur

#### *Tour de table*

## Sensibilisation à la conformité ATEX

*La norme ATEX est issue de deux directives européennes qui permettent de protéger les travailleurs exposés à des risques par présence de matières explosives ou inflammables comme le carburant, les combustibles ou le gaz. Cette formation aura pour but de découvrir cette norme afin de prendre en compte ses aspects dans la conception de produits électroniques.*

### OBJECTIFS

- Découvrir les principes de base de la Directives
- Evaluer le risque d'explosion par l'analyse d'une carte électronique
- Comprendre la classification en zones.

### PUBLIC VISE

Techniciens et ingénieurs en charge de la réglementation ATEX en conception de produit.

### PREREQUIS

Connaissance de base en électronique.

### INTERVENANT

Formateur agréé Titulaire d'une qualification QUALIFATEX de Niveau 4.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence si formation à distance - Support de cours  
- Etude de cas – Démonstration ou travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité ou de présence.

### DATES

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation à distance ou en présentiel

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

Sur demande

### CONTACT

Sébastien SALAS

✉ [salas@captronic.fr](mailto:salas@captronic.fr)

☎ 06 87 83 32 32

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### SENSIBILISATION A LA CONFORMITE ATEX

#### ***Tour de table***

#### **Partie théorique :**

- Atmosphères explosives : termes et définitions
- Conditions d'une explosion Gaz « G » et Poussières « D »
- Textes et directives
- Présentation des modes de protection
- Détail du mode de protection par SÉCURITÉ INTRINSÈQUE
- Marquages ATEX matériel électrique et Non électrique
- Annexe : équipements de protection individuels – traçabilité
- Questions-débat

#### **Partie pratique :**

- Atelier de mise en situation,
- Examen d'un projet
- Évaluation des contraintes ATEX applicables
- Débat, conclusion

#### ***Tour de table***

## Créer de la valeur avec l'Internet des objets : pourquoi pas moi ?

*A l'heure du tout connecté, une question doit tout de même se poser : quelle est la valeur apportée par mon produit connecté ? Cette formation a pour but de sensibiliser un public qui découvre l'IoT (l'Internet des Objets) et qui souhaite découvrir comment les objets connectés peuvent créer de la valeur.*

### OBJECTIFS

- Découvrir le monde des objets connectés.
- Comprendre comment les objets connectés peuvent créer de la valeur pour vos produits et services.

### PUBLIC VISE

Toute personne intéressée par les objets connectés.

### PREREQUIS

Si formation à distance, un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis..

### INTERVENANT

Formateur expert technique dans le domaine, intervenant dans des missions de conseil et d'assistances techniques en entreprise. Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence si formation à distance. Méthode pédagogique alternant théorie et pratique au travers d'études de cas ou de travaux dirigés. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité ou de présence.

### DATES

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation à distance ou en présentiel

### DUREE

1 demi-journée – 3,5h

### PRIX

Sur demande

### CONTACT

Sébastien SALAS

✉ [salas@captronic.fr](mailto:salas@captronic.fr)

☎ 06 87 83 32 32

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### CREER DE LA VALEUR AVEC L'INTERNET DES OBJETS : POURQUOI PAS MOI ?

Tour de table

Introduction : l'IoT c'est quoi ?

Une opportunité de création de valeur... sous réserve d'innover par les usages ;

Une complexité technologique nouvelle à appréhender ;

Illustration par quelques exemples d'objets connectés à usage professionnel ;

Mise en situation sur 2 cas réels ;

Conseils pour réussir son développement ;

Conclusion.

Tour de table

## Maîtrise des ESD

*L'acronyme ESD (Electro Static Discharge, ou décharges électrostatiques) désigne un transfert rapide d'énergie. Les charges statiques sont générées par des actions aussi simples que celles de marcher, frotter des vêtements, dérouler un rouleau d'adhésif... Les dommages dus aux décharges électrostatiques sont invisibles à l'œil nu, mais ils peuvent coûter très cher car les composants électroniques sont sensibles et la miniaturisation des composants accélère leur fragilité. C'est pourquoi, le respect des bases de la protection ESD est indispensable ! C'est l'objet de cette formation.*

### OBJECTIFS

- Faire respecter les règles ESD dans une zone EPA pour l'ensemble des Collaborateurs
- Maîtriser les différentes méthodes et outils permettant d'effectuer les tests et mesures des décharges électrostatiques
- Réaliser des pré-audits et des audits ou les piloter.

### PUBLIC VISE

- Responsable qualité
- Chargé de mission ESD
- Toute personne étant amenée à être confrontée à la problématique de la protection contre les ESD.

### PREREQUIS

Aucun.

### INTERVENANT

Expert spécialisé sur la prévention et la maîtrise ESD, Membre AFNOR commission UF101 « électrostatique »  
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours – Démonstrations. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

Sur demande - Formation dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation en présentiel

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

Sur demande

### CONTACT

Sébastien SALAS

✉ [salas@captronic.fr](mailto:salas@captronic.fr)

☎ 06 87 83 32 32

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### MAITRISE DES ESD

#### *Tour de table*

- Facteurs augmentant les charges électrostatiques
- Problèmes générés par les charges
- Modélisation des ESD
- Les différents matériaux rencontrés et leurs impacts
- Comment maîtriser l'électricité statique
- Affichage normalisé
- Une zone EPA type
- Les normes concernées
- Plan de maîtrise et de contrôle des ESD
- Les appareils de mesure
- Les méthodes de mesure
- Réaliser un audit ESD et rédiger un rapport technique
- Pratique dans vos ateliers de travail

#### *Tour de table*

## Maîtrise des ESD pour coordinateur

### OBJECTIFS

Maîtriser les risques générés par les ESD afin de mettre en place des solutions efficaces de prévention

Faire respecter les règles ESD dans une zone EPA pour l'ensemble des collaborateurs

Maîtriser les différentes méthodes et outils permettant d'effectuer les tests et mesures des décharges électrostatiques

Etre en mesure de rédiger le Plan de Prévention et Maîtrise des ESD et des procédures pour la prévention et maîtrise des ESD

Réaliser des pré-audits et des audits ou les piloter

### PUBLIC VISE

Référents et coordinateurs ESD

### PREREQUIS

Aucun

### INTERVENANT

Expert en ESD, membre de différents groupes de travail sur l'Electrostatique.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours. Etude de cas – démonstration de prises de mesure. Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation

Si 70% de réponses correctes : remise d'une habilitation à entrer dans une zone EPA.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

Sur demande - Formation dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation en présentiel

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

Sur demande

### CONTACT

Mme Florence CAGNARD

✉ [cagnard@captronic.fr](mailto:cagnard@captronic.fr)

☎ 06 70 73 23 43

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.



## PROGRAMME DETAILLE

### FORMATION PREVENTION ET MAITRISE DES ESD

#### Tour de table

- Facteurs augmentant les charges électrostatiques
- Problèmes générés par les charges
- Modélisation des ESD
- Les différents matériaux rencontrés et leurs impacts
- Comment maîtriser l'électricité statique
- Affichage normalisé
- Une zone EPA type
- Les normes concernées
- Plan de maîtrise et de contrôle des ESD
- Les appareils de mesure
- Les méthodes de mesure
- Réaliser un audit ESD et rédiger un rapport technique
- Pratique dans vos ateliers de travail

#### Tour de table

## Prévention et maîtrise des ESD

### OBJECTIFS

Maîtriser les risques liés aux ESD et comprendre pourquoi et comment les nuisances ou défauts apparaissent.

Maîtriser les enjeux de la gestion des ESD pour une amélioration de la qualité produit.

Utiliser les moyens de prévention et connaître leurs limites

Réaliser les gestes de protection nécessaires à la prévention et maîtrise des ESD.

Être en mesure de participer au Plan de Prévention et Maîtrise des ESD.

### PUBLIC VISE

Opérateur évoluant dans un environnement électronique sensible aux décharges électrostatiques.

### PREREQUIS

Aucun

### INTERVENANT

Expert en ESD, membre de différents groupes de travail sur l'Electrostatique.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours. Cas pratiques – Etude de cas - Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation

Si 70% de réponses correctes : remise d'une habilitation à entrer dans une zone EPA.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

Sur demande - Formation dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation en présentiel

### DUREE

1 jour – 7h

### PRIX

Sur demande

### CONTACT

Mme Florence CAGNARD

✉ [cagnard@captronic.fr](mailto:cagnard@captronic.fr)

☎ 06 70 73 23 43

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### FORMATION PREVENTION ET MAITRISE DES ESD

#### Tour de table

- Facteurs augmentant les charges électrostatiques
- Problèmes générés par les charges
- Les différents types matériaux et leurs impacts
- Les appareils de mesure
- Moyens de maîtrise de l'électricité statique
- Affichage normalisé
- Zone EPA type
- Les normes concernées
- Mise en application avec des cas pratiques

#### Tour de table

## Sécurité FERROVIAIRE : les EN 50126, 50128 et 50129 et leurs évolutions

Depuis une vingtaine d'années, le triptyque des EN 50126, EN50128 et 50129 guident les démarches de sécurité au niveau ferroviaire des systèmes et équipements associés. La formation intègre les versions 50126-1 et 50126-2 de 2017.

Cette formation associe une vue d'ensemble cohérente des concepts et des niveaux de détails des différents concepts. Les méthodes seront abordées de manière concrète et pragmatique au travers d'études de cas inspirées d'applications industrielles.

### OBJECTIFS

Appréhender les activités de sécurité dans le monde ferroviaire  
Apporter la preuve qualitative et quantitative de la conformité au niveau de sécurité requis (SIL) en s'appuyant sur des méthodologies plus classiques de la Sûreté de Fonctionnement et de démarches d'entreprise de type Qualité. Des comparaisons avec d'autres secteurs seront fournies pour une meilleure compréhension.  
Démystifier les différentes réglementations pour les décliner via des méthodologies à votre porté.

### PUBLIC VISE

Cette formation s'adresse aux personnes ayant une formation équivalente à celle d'une école d'ingénieur ou à des techniciens supérieurs avec de l'expérience dans un des domaines abordés. Les personnes des services qualité sont également ciblées car elles sont les garantes des démarches.

### PREREQUIS

Des notions de statistiques et de probabilité sont nécessaires pour une bonne assimilation du stage.  
Des notions de déploiement des processus qualité sont un plus.  
Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Consultant Sécurité Fonctionnelle, Sûreté de fonctionnement et Maîtrise des Risques  
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence si formation à distance. Support de cours.  
Etude de cas. Démonstration ou travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité ou de présence.

### DATES

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation à distance ou en présentiel

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

Sur demande

### CONTACT

Sébastien SALAS

✉ [salas@captronic.fr](mailto:salas@captronic.fr)

☎ 06 87 83 32 32

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### SECURITE FERROVIAIRE : LES EN 50126, 50128 ET 50129 ET LEURS EVOLUTIONS

#### *Tour de Table*

#### **Positionnement des normes dans les référentiels transports ferrés et urbains Le principe de la démarche avec la norme EN50126**

- Positionnement vis-à-vis du cadre normatif
- Applicabilité pour les systèmes ferroviaires
- Comprendre les niveaux de SIL, TFFR et THR
- Les phases de vie et les contraintes associées
- Les activités système et celles des équipementiers...

#### **Le logiciel et la norme EN50128**

- Pourquoi une approche spécifique pour les logiciels
- Les contraintes spécifiques du logiciel
- Analyse des méthodes et outils

#### **Les contraintes de développement et le Dossier de sécurité (Norme EN50129)**

- Les contraintes déclinées dans le développement
- Les analyses de contrainte sur les modes de défaillance
- La constitution des preuves
- Le dossier de sécurité

#### **Les fondamentaux**

- Notions de Fiabilité, Maintenabilité et Sécurité
- Fondamentaux de la fiabilité (taux de défaillance, MTBF...)
- Notions de pannes dangereuses ou non sûres
- Notions de taux de couverture
- Mise en œuvre

#### **Le déploiement en phase avec le système Qualité**

- Analyse des requis qualitatifs des normes
- Contraintes en fonction des phases de vie
- Le plan de management de ces activités spécifiques

#### **Les méthodes de Sûreté de Fonctionnement**

- Les analyses de risques
- Les AMDEC
- Les arbres de défaillances

#### *Tour de table*

## Simplifiez la gestion de vos développements logiciels embarqués et cloud : initiez-vous aux outils d'une forge logicielle

*Une forge logicielle est un outil qui permet de travailler et de collaborer autour d'un projet logiciel. L'objectif de cette formation, à partir d'un exemple, est de manipuler la forge logicielle (Tuleap, Redmine ou GitLab) pour réaliser les différentes tâches jusqu'à l'exécution du code vérifié sur une cible Nucleo STM32.*

### OBJECTIF

- Savoir ce qu'est une forge logicielle et comprendre son utilité.
- Utiliser une forge logicielle pour améliorer l'efficacité de réalisation d'un projet

### PUBLIC VISE

Entreprises, PME, startups ou bureaux d'études qui envisagent de développer du logiciel ou qui souhaitent se perfectionner.

### PREREQUIS

Connaître le langage de programmation C.

### INTERVENANT

Expert dans le développement de logiciels sur PC et embarqué, 20 ans d'expérience.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence si formation à distance - Support de cours  
- Etude de cas et mise en œuvre. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité ou de présence.

### DATES

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation à distance ou en présentiel

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

Sur demande

### CONTACT

Sébastien SALAS

✉ [salas@captronic.fr](mailto:salas@captronic.fr)

☎ 06 87 83 32 32

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### SIMPLIFIEZ LA GESTION DE VOS DEVELOPPEMENTS LOGICIELS EMBARQUES ET CLOUD : INITIEZ-VOUS AUX OUTILS D'UNE FORGE LOGICIELLE

#### **Tour de table**

#### **Les forges logicielles**

De la gestion de version à la gestion de projets complexes : les forges pour gérer son développement

La forge vue par : chef de projet, développeur, intégrateur, validateur. Un outil central dans le développement des systèmes

Présentation de quelques forges et comparaison de leurs fonctionnalités

#### **Démarrer un projet**

Organiser ses tâches

Équipes et rôles

Workflows

Tableau de bord

Gestion de projet agile

Gestion de projet V

#### **Gestion de version**

Dépôt de code : développer à plusieurs

Gestion de version : maîtriser ses livrables

SVN/GIT : du tronc au tag, les approches et les rôles dans la vie du logiciel Connecter une forge avec un gestionnaire de version

#### **Revue de code**

Forge et revue de code : tracker les revues et leurs remarques

#### **Tests et intégration continue**

Cahier de tests et plan de tests

Forge et outil d'intégration continue

#### **Suivi des défauts**

#### **Documentation**

Gestion de documents

Wiki

#### **Outils de collaboration**

Les messageries instantanées

Les forums

#### **Tour de table**

***La formation alternera présentation des concepts et manipulations sur les outils avec la réalisation effective de différentes tâches.***

## Initiez-vous au framework multimédia Gstreamer sur cible

*Gstreamer est framework graphique permettant la manipulation de sons et d'images. Cette formation propose de s'initier à l'utilisation de GSTREAMER et de découvrir les principales fonctionnalités de la bibliothèque de modules standards et les implémenter sur une plateforme embarquée.*

### OBJECTIFS

- S'initier à l'utilisation de GSTREAMER. La syntaxe et les principaux mécanismes y seront abordés.
- Découvrir les principales fonctionnalités de la bibliothèque de modules standards et les implémenter sur une plateforme embarquée.

### PUBLIC VISE

Chefs de projet, Ingénieurs et Techniciens.

### PREREQUIS

Connaître un langage de programmation (C de préférence) et être confortable avec l'utilisation d'un système GNU/Linux et son environnement.

### INTERVENANT

Expert consultant en logiciels libres, Expert Systèmes audio et vidéo. Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours en pdf, Etude de cas et mis en œuvre. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation en présentiel

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

Sur demande

### CONTACT

Sébastien SALAS

✉ [salas@captronic.fr](mailto:salas@captronic.fr)

☎ 06 87 83 32 32

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.



## PROGRAMME DETAILLE

### INITIEZ-VOUS AU FRAMEWORK MULTIMEDIA GSTREAMER SUR CIBLE

#### ***Tour de table***

#### **Concepts de base en vidéo**

- qu'est-ce qu'un codec ?
- qu'est-ce qu'un container ?
- qu'est-ce qu'un demuxer ?

#### **Introduction de Gstreamer**

- Qu'est-ce que Gstreamer ?
- Les principes de design
- Les fondations

#### **Principes théoriques pour construire une application**

- initialisation de Gstreamer
- les « éléments », unité de base utilisé dans la framework Gstreamer
- les « bins », container permettant d'encapsuler des éléments
- le « bus », outil de communication entre les processus internes de Gstreamer
- les « pads » et « capabilities », port de communication hors des composants Gstreamer
- les « buffers » et « events », outil de synchronisation événementiel

#### **Les outils en ligne de commandes**

- gst-inspect
- gst-launch

#### **Écriture du helloworld**

- shell
- C ou python

#### **Ecriture d'un pipeline dynamique**

#### ***La deuxième journée sera consacrée à la mise en œuvre d'exemples***

- Concepts et exemple de playback
- Concepts et exemple de multithreading
- Concepts et exemple de streaming RTP / RTSP
- Concepts et exemple d'utilisation de hardware decoders sur plateforme embarqué

#### ***Tour de table***

## Introduction à ROS

*Cette formation permettra aux participants de comprendre les fonctionnalités du middleware ROS 1 et l'architecture des packages ROS, d'interagir avec un système robotique ROS, et de lancer des simulations d'environnement robotique.*

### OBJECTIFS

- Comprendre les fonctionnalités du middleware ROS 1 (Robot Operating System) et l'architecture des packages ROS,
- Maîtriser les commandes permettant d'interagir avec un système robotique ROS,
- Être capable de lancer des simulations d'environnement robotique avec Gazebo et CoppeliaSim en interaction avec ROS.

### PUBLIC VISE

Techniciens et Ingénieurs en charge du développement d'applications appliqués à la robotique sous ROS.

### PREREQUIS

Maîtriser un environnement Linux et l'utilisation d'un terminal.  
Connaître la syntaxe et les bases du langage Python.  
Disposer d'un ordinateur Ubuntu 20.04 avec accès root, et préinstallé avec ROS Noetic ou permettant le boot sur une clé USB qui sera fournie pour les TP.

### INTERVENANT

Spécialiste en robotique et développement sous ROS.  
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence si formation à distance. Support de cours. Etude de cas. Démonstration et travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité ou de présence.

### DATES

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation à distance ou en présentiel

### DUREE

1 jours – 7h

### PRIX

Sur demande

### CONTACT

Sébastien SALAS

✉ [salas@captronic.fr](mailto:salas@captronic.fr)

☎ 06 87 83 32 32

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### INTRODUCTION ROS

#### *Tour de table*

#### **Introduction**

- Concepts et particularités du middleware
- Commandes pour interagir avec un système ROS

#### **Simulation**

- Concepts et particularités de Gazebo
- TP1 : Démarrage de la téléopération et du SLAM du Turtlebot dans Gazebo
- TP2 : Concepts et particularités de CoppeliaSim dans ROS : test rapide d'un robot roulant de la bibliothèque et communication via les topics ROS
- Survol rapide d'autres simulateurs compatibles ROS : Unity, Webots, ...
- T-HM : ROS est un framework modulaire

#### *Tour de table*

## Process et conception d'interfaces graphiques multi-plateformes avec MicroEJ

*La formation introduit le SDK MicroEJ, les outils de prototypage, les bibliothèques graphiques et leur interface aux composants matériels.*

### OBJECTIFS

- Développer des interfaces utilisateur graphiques modernes, simples ou complexes
- Créer des Virtual Devices pour simuler des produits et leur interfaces graphiques.
- Interfacer les éléments électroniques aux éléments graphiques.
- Organiser les développements pour la réutilisation des investissements logiciels sur plusieurs plateformes matérielles

### PUBLIC VISE

Chefs de projet, Ingénieurs et Techniciens

### PREREQUIS

Une connaissance du langage Java (ou C++) est nécessaire. Formation réalisée en présentiel mais un système de visioconférence est à prévoir pour les personnes non présentes sur site.

### INTERVENANT

MicroEJ

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence si formation à distance. Support de cours. Etude de cas. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité ou de présence.

### DATES

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation à distance ou en présentiel

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

Sur demande

### CONTACT

Sébastien SALAS

✉ [salas@captronic.fr](mailto:salas@captronic.fr)

☎ 06 87 83 32 32

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### PROCESS ET CONCEPTION D'INTERFACES GRAPHIQUES MULTI-PLATEFORMES AVEC MICROEJ

#### *Tour de table*

#### **Présentation générale de MicroEJ**

- Java embarqué et MicroEJ
- Architecture du système
- Bibliothèques disponibles
- Outils de développement
- Outils de mise au point

#### **Développement MicroEJ**

- MicroEJ SDK
- Notion de Plateforme MicroEJ
- Processus de production du firmware MicroEJ
- Simulateur MicroEJ et Mock
- Projet MicroEJ, déploiement et exécution
- Mise en œuvre de la trace

#### **MicroEJ Runtime**

- Bibliothèques « buildin » vs « addon »
- Bibliothèques EDC, B-ON, ECOM, NLS

#### **Bibliothèque Graphique**

- Architecture « MicroUI »
- Displayable et objet Display, GraphicContext
- Gestion des événements
- Développement d'une application graphique réactive
- Utilisation des Images
- Mise en œuvre des animations avec Timer

#### **Bibliothèque Widget**

- Architecture « Widget »
- Page et navigation
- Contrôle et Conteneur, Conteneur Split
- Mise en œuvre des Boutons et Labels
- Style sheet , Gestion des règles de style,
- Application aux boutons
- Gestion des modes de navigation
- Conteneurs Grid et Dock, Conteneurs List et Scroll
- Conteneur Canvas, Pictogrames vs Images

#### **Bibliothèque HAL**

- La classe GPIO
- Mise en œuvre GPIO Numérique
- Mise en œuvre GPIO Analogique et PWM

#### **Echanges avec le code Natif en SNI**

- Mécanisme SNI, Types SNI
- Convention d'appel SNI
- Mise en œuvre de SNI

#### **Echanges avec le code Natif en « Shielded Plug » (SP)**

- Mécanisme Shielded Plug
- API SP en Java, API SP en C
- Description de la base SP en XML
- Outil de génération des stubs
- Mise en œuvre de SP

#### *Tour de table*

## Process et conception de plateformes virtuelles embarquées avec MicroEJ

La formation introduit le MICROEJ SDK pour la création d'une plateforme virtuelle MICROEJ VEE pour microcontrôleur d'architecture ARM Cortex M.

### OBJECTIF

- Introduction au concept de plateforme virtuelle MICROEJ VEE.
- Création d'une plateforme pour une architecture de processeur
- Benchmarking (performance, utilisation mémoire, etc.)
- Test et qualification d'une plateforme MICROEJ VEE

### PUBLIC VISE

Chefs de projet, Ingénieurs et Techniciens

### PREREQUIS

Une connaissance du langage C est nécessaire (Java optionnelle).  
 Formation réalisée en présentiel mais un système de visioconférence est à prévoir pour les personnes non présentes sur site

### INTERVENANT

MicroEJ

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence si formation à distance. Support de cours.  
 Etude de cas. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité ou de présence.

### DATES

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation à distance ou en présentiel

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

Sur demande

### CONTACT

Sébastien SALAS

✉ [salas@captronic.fr](mailto:salas@captronic.fr)

☎ 06 87 83 32 32

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### PROCESS ET CONCEPTION DE PLATEFORMES VIRTUELLES EMBARQUEES AVEC MICROEJ

#### *Tour de table*

**Introduction à MICROEJ Virtual Execution Environment (VEE)**

**Flot de développement en mode mono sandbox et multi sandbox (i.e. multi app)**

**Flow de build d'une plateforme (C + Java)**

**Architecture de plateformes supportées par VEE**

**Concept de plateforme**

**Outils développement : simulateur, launcher, debugger, heap dumper, memory map inspector, code coverage, module manager.**

**Versioning**

**Ressource en ligne**

**Raccourcis utiles du SDK**

**TP : modification d'une plateforme existante, ajout d'une API pour piloter de l'électronique simple comme une LED**

**Interface du Java avec le monde C (appel, échanges de données)**

#### *Tour de table*

## ROS et la fusion de données

*Cette formation permettra aux participants de comprendre la théorie de la localisation, du SLAM, des filtres à particules et de Kalman, de maîtriser 3 méthodes d'implémentations de la fusion de données dans ROS, d'être capable de configurer un package ROS pour son besoin.*

### OBJECTIFS

- Comprendre la théorie de la localisation, du SLAM, des filtres à particules et de Kalman
- Maîtriser 3 méthodes d'implémentations de la fusion de données dans ROS
- Être capable de configurer un package ROS pour son besoin via les launch files, paramètres, et l'usage de topics et services optionnels

### PUBLIC VISE

Techniciens et Ingénieurs en charge du développement d'applications appliqués à la robotique sous ROS.

### PREREQUIS

Avoir suivi la formation « Introduction à ROS »  
 Disposer d'un ordinateur Ubuntu 20.04 préinstallé avec ROS Noetic ou permettant le boot sur une clé USB fournie  
 Disposer d'un point d'accès wifi unique par robot (type partage de connexion smartphone avec abonnement 4G).

### INTERVENANT

Spécialiste en robotique et développement de projets sous ROS.  
 Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours. Etude de cas. Démonstration et travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation en présentiel

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

Sur demande

### CONTACT

Sébastien SALAS

✉ [salas@captronic.fr](mailto:salas@captronic.fr)

☎ 06 87 83 32 32

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.



**PROGRAMME DETAILLE****ROS ET LA FUSION DE DONNEES*****Tour de table***

Quizz de rappel sur les commandes de base

Rappels sur le rôle du ROS master, exemples concrets et savoir changer de master

*TP1 : Téléopération d'un Turtlebot, mise en évidence des topics importants (joystick et twist), plot avec rqt\_plot*

Théorie sur l'odométrie, les filtres à particules (AMCL) et le SLAM, et leurs limites (couloirs, absence d'obstacles, dérive de l'odométrie ...)

Méthodes de SLAM : gmapping et cartographer

*TP2 : cartographie pour le Turtlebot avec gmapping et cartographer*

Pratique : mise en évidence de la fusion de données odométrie / LIDAR du SLAM Turtlebot et ajustement de divers paramètres

T-H M : les méthodes de SLAM de ROS effectuent la fusion des données de localisation pour nous

*TP3 : Mise en œuvre de robot\_localization avec : odométrie, UWB, caméra, IMU*

T-HM : Il existe différents packages ROS pour faire de la fusion, avec des points forts et faibles

Théorie sur le filtre de Kalman

*TP4 : Créer son propre package de fusion de données avec un noeud fusionnant des données de l'UWB et de l'odométrie en Python*

T-HM : ROS est modulaire : lorsqu'un module montre ses limites pour notre application, il est possible de le remplacer par une autre implémentation

*Sont fournis pour les TP : 3 robots Turtlebot (1 pour 2 apprenants), des capteurs UWB et caméras RGB-D*

***Tour de table***

## Introduction à l'Industrie 4.0

*La transformation vers l'industrie 4.0 (aussi appelée industrie du futur ou quatrième révolution industrielle) correspond à une nouvelle façon d'organiser son usine ou son site de production grâce à l'informatique et aux capteurs électroniques. Grâce aux données disponibles dans votre process d'entreprise vous pourrez surveiller et contrôler en temps réel vos machines, votre équipement, votre site et prendre des décisions plus rapidement. Grâce à la technologie numérique vous pourrez augmenter votre productivité et réduire considérablement vos coûts.*

*Le but de cette demi-journée est de transmettre aux participants une culture générale, présenter les fondamentaux, l'intérêt des technologies avec des exemples d'applications pour se projeter en interne*

### OBJECTIFS

- Découvrir le concept, l'intérêt, les technologies et les applications de l'industrie 4.0
- Comprendre comment ces technologies peuvent créer de la valeur pour les produits et services.

### PUBLIC VISE

Cette formation cible les exploitants et mainteneurs de sites et toute personne intéressée par l'innovation, la transformation numérique et les technologies associées ...

### PREREQUIS

Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Ingénieurs CAPTRONIC, experts techniques, intervenant dans des missions de conseil et d'assistances techniques en entreprise.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. Etude de cas. Démonstration ou travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité ou de présence.

### DATES

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation à distance ou en présentiel

### DUREE

0,5 jours – 3h30

### PRIX

A la demande

### CONTACT

Sébastien SALAS

✉ [salas@captronic.fr](mailto:salas@captronic.fr)

☎ 06 87 83 32 32

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### INTRODUCTION A L'INDUSTRIE 4.0

#### *Tour de Table*

#### **Introduction**

Définition et enjeux : cette nouvelle ère est celle des DATAs. Elles sont nécessaires pour construire des informations dont la structuration et la fusion ouvre de nouvelles perspectives pour des process industriels fortement intégré ou des process ouverts et étendus sur toute la chaîne de valeur.

**Les promesses de l'Industrie du Futur s'appuient notamment sur des briques technologiques mais comment les appréhender et quels en sont les impacts réels ?**

**Comprendre et suivre les processus de façon durable** : des données aux informations valorisables, les niveaux de traitement des données et informations, l'économie de la fonctionnalité, les choix entre Intelligence Artificielle, Edge Computing ou IA embarqués. Quel rôle ont les jumeaux numériques en conception ?

**Améliorer la qualité de service des machines ou des « assets » industriels** : maintenance préventive ou prédictive, surveillance à distance via des IoT, réalité augmentée, traçabilité.

**Aide aux opérateurs** : cobotique / robotique, travailler en mobilité, réalité virtuelle.

**Les réseaux de transmission sans fil** : la nécessité de topologies mixtes, la qualité de service et les aspects de cybersécurité.

**Cette formation propose une alternance d'exposés théoriques et d'études de cas avec des références dans plusieurs secteurs industriels.**

#### *Tour de table*

## Introduction à la CEM – tracé de circuits

### OBJECTIFS

- Comprendre les phénomènes CEM
- Etre capable d'éviter les erreurs récurrentes de routage
- Etre capable de maîtriser le routage des masses, alimentations, pistes sensibles
- Comprendre le routage des liaisons rapides à impédance contrôlée

### PUBLIC VISE

Routeurs et implanteurs de circuits électroniques  
Ingénieurs et techniciens de conception

### PREREQUIS

Aucune connaissance de base en compatibilité électromagnétique et en mathématique n'est indispensable.

### INTERVENANT

Formateur et consultant expert en conception CEM et routage de cartes électroniques, 30 ans d'expérience.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

### MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours numérique – Etudes de cas. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

### MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

### MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation en présentiel

### DUREE

1 jour – 7h00

### PRIX

A la demande

### CONTACT

Florence CAGNARD

✉ [cagnard@captronic.fr](mailto:cagnard@captronic.fr)

☎ 06 70 73 23 43

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

## PROGRAMME DETAILLE

### Introduction à la CEM - Tracé des circuits

#### **Tour de table**

#### **Introduction**

- Caractérisation CEM des équipements
- Méthode d'analyse de la CEM
- Mode commun / Mode différentiel
- Représentation d'un signal sinusoïdal
- Représentation d'un signal trapézoïdal
- Analogie Temps - Fréquence
- Electronique : Rappels
- La CEM est un objectif fonctionnel

#### **Masses et Alimentations**

- Couplage par impédance commune sur une carte
- Impédance d'un plan de masse
- Calcul de l'impédance d'un plan de cuivre
- Retour des courants HF
- Courant de retour dans un plan de masse
- Fente dans un plan de masse
- Calcul de l'impédance d'un plan de masse fendu
- Plan de masse
- Impédance d'une piste de circuit imprimé
- Exemple de calcul de l'impédance d'une piste
- Impédance des condensateurs non polarisés
- Routage des condensateurs de découplage
- Cartes mixtes analogiques / numériques
- Répartition optimale des couches de CIP

#### **Diaphonie**

- Couplage piste à piste
- Capacité piste à piste – Microstrip
- Capacité piste à piste - Stripline
- Capacité entre piste couche à couche
- Piste écran

- Qu'est-ce qu'un champ ?
- Couplage champ à boucle

#### **Rayonnement des électroniques**

- Rayonnement d'une boucle de circuit imprimé
- Les deux modes de rayonnement
- Pourquoi se méfier des horloges ?
- Tracé des horloges
- Attention au retour des courants
- Couplage carte à « câbles »

#### **Protection des entrées / sorties**

- Précautions de routage des filtres

#### **Lignes de transmission**

- Ligne de transmission : définitions
- Lignes en impulsion : réflexion d'un front
- Forme des signaux : désadaptation totale
- Topologies des lignes
- Quand doit-on adapter une ligne ?
- Différentes lignes de transmission pour circuit imprimé
- Calculs lignes transmission et Z – RF Calculator std
- Calculs lignes de transmission et Z RF Calculator
- Rupture d'impédances par changement de direction
- Ruptures de Zc par changement de configuration
- Effet de stub en temporel d'un via
- Rupture d'impédance des liaisons différentielles
- Vitesse de propagation et retard

#### **Tour de table**

# CONDITIONS GENERALES D'INTERVENTION

## OBJET ET CHAMP D'APPLICATION

Toute commande de formation implique l'acceptation sans réserve par l'acheteur et son adhésion pleine et entière aux présentes conditions générales de vente qui prévalent sur tout autre document de l'acheteur, et notamment sur toutes conditions générales d'achat.

## DOCUMENTS CONTRACTUELS

- JESSICA FRANCE fait parvenir au client, en double exemplaire, une convention de formation professionnelle continue telle que prévue par la loi.
- Le client s'engage à retourner dans les plus brefs délais à JESSICA FRANCE un exemplaire signé et portant son cachet commercial.
- Une attestation de présence est adressée au Service Formation du client après la session de formation.

## PRIX, FACTURATION ET REGLEMENTS

Tous nos prix sont indiqués hors taxes. Ils sont à majorer de la TVA au taux en vigueur.

Tout stage ou cycle commencé est dû en totalité.

Les factures sont payables, sans escompte et à l'ordre de JESSICA France.

Les repas ne sont pas compris dans le prix du stage.

## REGLEMENT PAR UN OPCA – OPCO – Organisme financeur

Si le client souhaite que le règlement soit émis par l'Organisme financeur dont il dépend, il lui appartient :

- de faire une demande de prise en charge avant le début de la formation et de s'assurer de la bonne fin de cette demande ;
- de l'indiquer explicitement sur son bulletin d'inscription ou sur son bon de commande ;
- de s'assurer de la bonne fin du paiement par l'organisme qu'il aura désigné.

Si l'Organisme financeur ne prend en charge que partiellement le coût de la formation, le reliquat sera facturé au client.

Si JESSICA FRANCE n'a pas reçu la prise en charge de l'Organisme financeur au 1er jour de la formation, le client sera facturé de l'intégralité du coût du stage.

Le cas échéant, les avoirs sont remboursés par JESSICA FRANCE après demande écrite du client accompagnée d'un RIB original

## PENALITES DE RETARD

Toute somme non payée à l'échéance donnera lieu au paiement par le client de pénalités de retard fixées à une fois et demie le taux d'intérêt légal (C.Com. Art. 441-6 al 3). Tout retard de paiement est de plein droit débiteur à l'égard du créancier d'une indemnité forfaitaire de 40 € pour frais de recouvrement, en sus des indemnités de retard (décret d'application n° 2012-1115 du 2 octobre 2012). Ces pénalités sont exigibles de plein droit, dès réception de l'avis informant le client qu'elles ont été portées à son débit.

## REFUS DE COMMANDE

Dans le cas où un client passerait une commande à JESSICA FRANCE, sans avoir procédé au paiement de la (des) commande(s) précédente(s), JESSICA FRANCE pourra refuser d'honorer la commande et de délivrer les formations concernées, sans que le client puisse prétendre à une quelconque indemnité, pour quelque raison que ce soit.

## CONDITIONS D'ANNULATION ET DE REPORT

Toute annulation par le client doit être communiquée par écrit.

Pour toute annulation, fût-ce en cas de force majeure, moins de 15 jours francs ouvrables avant le début du stage, le montant de la participation restera immédiatement exigible à titre de dédommagement.

Toutefois, si JESSICA FRANCE organise dans les 6 mois à venir une session de formation sur le même sujet, une possibilité de report sera proposée dans la limite des places disponibles et l'indemnité sera affectée au coût de cette nouvelle session.

## DROIT DE PROPRIETE

Tous les supports de la formation ne bénéficient que d'un droit d'usage unique et ne peuvent en aucune façon être reproduits ou communiqués à d'autres stagiaires ou tiers en dehors de la formation contractualisée.

## INFORMATIQUE ET LIBERTES

Les informations à caractère personnel qui sont communiquées par le client à JESSICA FRANCE en application et dans l'exécution des commandes et/ou ventes pourront être communiquées aux partenaires contractuels de JESSICA FRANCE pour les besoins desdites commandes. Conformément à la réglementation française qui est applicable à ces fichiers, le client peut écrire à JESSICA FRANCE pour s'opposer à une telle communication des informations le concernant. Il peut également à tout moment exercer ses droits d'accès et de rectification dans le fichier de JESSICA FRANCE.

## RENONCIATION

Le fait pour JESSICA FRANCE de ne pas se prévaloir à un moment donné de l'une quelconque des clauses des présentes, ne peut valoir renonciation à se prévaloir ultérieurement de ces mêmes clauses.

## LOI APPLICABLE

Les Conditions Générales et tous les rapports entre JESSICA FRANCE et ses clients relèvent de la loi française.

## ATTRIBUTION DE COMPETENCES

En cas de litige survenant entre le client et JESSICA FRANCE à l'occasion de l'exécution d'un contrat, il sera recherché une solution à l'amiable et, à défaut, le règlement sera du ressort du Tribunal de Commerce de GRENOBLE (lieu du Siège Social de JESSICA FRANCE).

## ELECTION DE DOMICILE

L'élection de domicile est faite par JESSICA FRANCE à son siège social au 17, rue des Martyrs Bât. 51C - 38054 GRENOBLE Cedex 9.



### L'ingénieur-conseil CAP'TRONIC de votre région à votre écoute

Echangez avec votre interlocuteur privilégié et bénéficiez d'une pré-analyse pour consolider vos projets d'innovation.



#### Pré-diagnostic cybersécurité offert

Un ingénieur-conseil CAP'TRONIC réalisera pour vous un pré-diagnostic de vos produits connectés, projets ou process pour évaluer votre niveau de cybersécurité.



#### Tarifs préférentiels sur les formations

En inter-entreprises, en présentiel ou à distance, bénéficiez de tarifs réduits sur plus de 100 sessions de formations techniques et métiers.



#### Tarifs préférentiels pour exposer sur les salons professionnels

CAP'TRONIC s'associe à plusieurs salons professionnels en France et dispose de villages sur lesquels vous pouvez exposer à tarif réduit.



#### L'appartenance au réseau CAP'TRONIC

Grâce au logo adhérent CAP'TRONIC, gage de qualité et d'expertise en systèmes électroniques, vous afficherez votre appartenance au réseau CAP'TRONIC.



#### Tarif préférentiel sur votre abonnement au magazine ElectroniqueS

Grâce à votre adhésion CAP'TRONIC, profitez de votre abonnement annuel au magazine ElectroniqueS au prix de 200€ HT au lieu de 300€ HT.



#### Invitation aux événements networking

Organisés en présentiel ou à distance plusieurs fois dans l'année, ces événements thématiques sont l'occasion de rencontrer des entreprises de secteurs variés et d'échanger sur des thématiques actuelles.



#### Promotion de vos actualités à travers les supports de communication digitale CAP'TRONIC

Vous lancez un nouveau produit? Vous décrochez un nouveau marché? Faites-le nous savoir et nous relayerons votre actualité sur notre site Internet, nos lettres d'informations et les réseaux sociaux.

# CONTACTS

 **formation@captronic.fr**

 **06 87 83 32 32**