

# CATALOGUE DES FORMATIONS 2023

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



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

# A PROPOS DE CAP'TRONIC

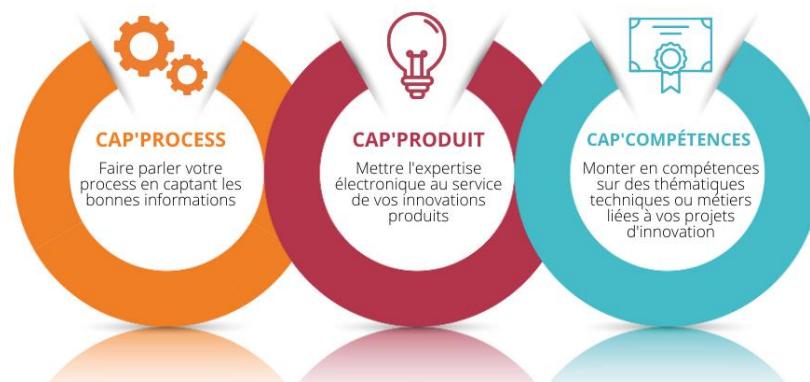
**L'expertise "systèmes électroniques" au service de l'innovation de vos produits et de vos process de production.**

Le programme CAP'TRONIC, porté par l'association **JESSICA France**, a été fondé **il y a 30 ans** par le **CEA** (Commissariat à l'Energie 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 bénéficiant 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 souhaitent 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.

Mélant **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 QUALIOPI

Notre certification QUALIOPI 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

# ILS NOUS FONT CONFIANCE



# SOMMAIRE

## METHODOLOGIE, GESTION DE PROJET, METHODE AGILE, SCRUM

<b>Gestion des achats pour la maîtrise des coûts de mon produit .....</b>	<b>15</b>
<i>Du 9 au 10 octobre 2023</i>	
<i>Formation à distance</i>	
<b>Méthode Agile : découverte de SCRUM .....</b>	<b>17</b>
<i>Le 5 octobre 2023</i>	
<i>Formation à distance</i>	
<b>Méthode Agile : découverte de SCRUM .....</b>	<b>19</b>
<i>Le 22 juin 2023</i>	
<b>Gestion des systèmes embarqués - Rédiger correctement un document de spécifications .....</b>	<b>21</b>
<i>Les 13 et 14 novembre 2023</i>	
<i>Formation à distance</i>	
<b>Gestion de projet pour la conception des systèmes embarqués .....</b>	<b>23</b>
<i>Du 13 au 15 septembre 2023</i>	
<i>Formation à distance</i>	
<b>Apprendre à développer à partir du test - Le TDD « Test Driven Development » .....</b>	<b>25</b>
<i>Du 15 au 17 novembre 2023</i>	
<i>Labège (31)</i>	
<b>Méthodologies pour fiabiliser son code embarqué et le rendre testable .....</b>	<b>27</b>
<i>Les 19 et 20 septembre 2023</i>	
<i>Formation à distance</i>	
<b>Développer un IoT : spécification, conception et industrialisation .....</b>	<b>29</b>
<i>Les 5 et 6 décembre 2023</i>	
<i>Formation à distance</i>	

## IOT, PROTOCOLES DE COMMUNICATION, LORAWAN, 5G, BLUETOOTH, BUS CAN

<b>Concevoir l'antenne d'un objet connecté IoT : Caractérisation, mesure, optimisation .....</b>	<b>31</b>
<i>Les 8 et 9 novembre 2023</i>	
<i>Formation à distance</i>	
<b>Design et mesure RF - Intégration d'une solution radio dans vos systèmes connectés par la pratique .....</b>	<b>33</b>
<i>Du 18 au 20 octobre 2023</i>	
<i>Villefontaine (38)</i>	
<b>Protocoles de communication pour l'IoT : de la RFID à la 5G .....</b>	<b>35</b>
<i>Du 26 au 29 septembre 2023</i>	
<i>Formation à distance</i>	
<b>Introduction et Sensibilisation aux plateformes IOT.....</b>	<b>37</b>
<i>1<sup>er</sup> semestre 2024</i>	
<i>Formation à distance</i>	

FORMATION CAP'TRONIC – Programme 2023

<b>Conception d'un produit LoRaWAN.....</b>	<b>39</b>
<i>Les 28 et 29 juin 2023</i>	
<i>Formation à distance</i>	
<b>Mise en œuvre de Bluetooth Low Energy .....</b>	<b>41</b>
<i>Les 21 et 22 novembre 2023</i>	
<i>Labège (31)</i>	
<b>La 5G pour l'IoT industriel .....</b>	<b>43</b>
<i>Du 26 au 27 septembre 2023</i>	
<i>Pessac (33)</i>	
<b>Bus CAN, le protocole J1939 et ses déclinaisons dont ISOBUS pour les machines agricoles .....</b>	<b>45</b>
<i>1<sup>er</sup> semestre 2024</i>	
<i>Formation à distance</i>	
<b><u>LOGICIEL EMBARQUE, PROGRAMMATION, C++, FREERTOS, STM32, QT, LINUX, YOCO, PYTHON</u></b>	
<b>Le langage C pour l'embarqué .....</b>	<b>47</b>
<i>Les 4 et 5 juillet 2023</i>	
<i>Formation à distance</i>	
<b>Le langage C++ pour l'Embarqué .....</b>	<b>49</b>
<i>2<sup>ème</sup> semestre 2023</i>	
<i>Formation à distance</i>	
<b>Langage C++ pour l'Embarqué, perfectionnement.....</b>	<b>51</b>
<i>Du 18 au 20 octobre 2023</i>	
<i>Formation à distance</i>	
<b>C++ pour l'embarqué avec Visual Studio sous Windows.....</b>	<b>53</b>
<i>Du 26 au 28 septembre 2023</i>	
<i>Toulouse (31)</i>	
<b>Découverte de FreeRTOS sur STM32 .....</b>	<b>55</b>
<i>Du 28 au 30 novembre 2023</i>	
<i>Formation à distance</i>	
<b>Le Microcontrôleur STM32 par la pratique .....</b>	<b>57</b>
<i>Du 28 au 30 novembre 2023</i>	
<i>Villefontaine (38)</i>	
<b>Linux Temps Réel .....</b>	<b>59</b>
<i>Les 17 et 18 avril 2023</i>	
<i>Formation à distance</i>	
<b>Initiation au langage Python .....</b>	<b>61</b>
<i>27 au 28 juin 2023</i>	
<i>Formation à distance</i>	
<b>UML/SysML pour la modélisation d'un système .....</b>	<b>63</b>
<i>1<sup>er</sup> semestre 2024</i>	
<i>Formation à distance</i>	

FORMATION CAP'TRONIC – Programme 2023

**Noyau Linux et développement de drivers .....** ..... 65

*Du 13 au 15 septembre 2023*

*Formation à distance*

**Concevoir un système embarqué Linux avec YOCTO .....** ..... 67

*Du 13 au 15 juin 2023*

*Villefontaine (38)*

**Le Langage VHDL.....** ..... 69

*Du 4 au 6 juillet 2023*

*Orléans (45)*

**Développement rapide de prototypes d'application Androïd en NO-CODE .....** ..... 71

*Les 4 et 5 juillet 2023*

*Montpellier (33)*

**IA, MACHINE LEARNING, DEEP LEARNING, TRAITEMENT DU SIGNAL**

---

**Initiation au Deep learning .....** ..... 73

*Du 13 au 16 juin 2023*

*Formation à distance*

**Initiation aux techniques modernes de traitement numérique du signal pour l'Embarqué .....** ..... 75

*Du 20 au 22 juin 2023 (matin)*

*Formation à distance*

**Python pour la Data Science et l'intelligence Artificielle - Mise en œuvre sur les séries temporelles.....** ..... 77

*26 au 29 septembre 2023*

*Formation à distance*

**IA : Les bases pour comprendre les technologies et les enjeux.....** ..... 79

*2<sup>ème</sup> semestre 2023*

*Formation à distance*

**Initiation au Machine learning .....** ..... 81

*Du 21 au 24 novembre 2023*

*Formation à distance*

**Machine Learning pour le traitement d'image .....** ..... 83

*Du 10 au 12 octobre 2023*

*Marignane (13)*

**Le test d'une Intelligence Artificielle .....** ..... 85

*14 au 16 novembre 2023*

*Formation à distance*

**NORMES, CERTIFICATION, CEM, ATEX, SECURITE FERROVIAIRE, DISPOSITIFS MEDICAUX, IEC62304**

---

**Développement technique des dispositifs médicaux pour aboutir à la certification .....** ..... 87

*Les 17 et 18 octobre 2023*

*Formation à distance*

FORMATION CAP'TRONIC – Programme 2023

**Mesures CEM - Préqualification .....** 89

*Les 28 et 29 novembre 2023*

*Formation à distance*

**Conception CEM des équipements électroniques : du PCB au système .....** 91

*Du 3 au 5 octobre 2023*

*Formation à distance*

**Conception CEM des équipements électroniques : du PCB au système .....** 93

*1<sup>er</sup> semestre 2024*

*Labège (31)*

**La CEM par la pratique : comprendre des phénomènes complexes à l'aide de montages simples .....** 95

*Le 5 octobre 2023*

*Toulouse – Labège (31)*

**Sécurité FERROVIAIRE : les EN 50126, 50128 et 50129 et leurs évolutions .....** 97

*1<sup>er</sup> semestre 2024*

*Formation à distance*

**Les exigences de l'IEC 62304 - Les bonnes pratiques de gestion du cycle de vie Logiciel .....** 99

*Le 21 novembre 2023*

*Formation à distance*

**Introduction à la Directive Machine .....** 101

*Les 11 et 12 octobre 2023*

*Labège (31)*

---

**GESTION DE L'ENERGIE, THERMIQUE, BATTERIES, PILES**

---

**La thermique pour l'électronique .....** 103

*Du 11 au 15 septembre 2023 Du 4 au 8 décembre 2023*

*Formation à distance*

**Dimensionner les composants magnétiques : Transformateurs et inductances .....** 105

*2<sup>ème</sup> semestre 2023 (date à venir)*

*Formation à distance*

**Batteries, piles, chargeurs et solutions d'alimentation avec stockage pour les systèmes autonomes .....** 107

*Les 20 et 21 juin 2023*

*Les 3 et 4 octobre 2023*

*Formation à distance*

**Gestion de l'expédition des batteries lithium – Emballage, transport et stockage - Règlementation et bonnes pratiques.....** 109

*Le 26 octobre 2023*

*Formation à distance*

---

**ELECTRONIQUE DE PUISSANCE, ELECTRONIQUE ANALOGIQUE**

---

**Electronique de puissance : Conversion d'énergie et alimentations à découpage .....** 109

*1<sup>er</sup> semestre 2024*

*Formation à distance*

FORMATION CAP'TRONIC – Programme 2023

**Conception d'une Chaine de traitement analogique sous faible bruit .....** 113

*Du 14 au 16 novembre 2023*

*Grenoble (38)*

**L'électronique analogique : l'amplificateur opérationnel en instrumentation.....** 115

*Les 28 et 29 novembre 2023*

*Villefontaine (38)*

---

**FIABILITE DES COMPOSANTS, SURETE DE FONCTIONNEMENT**

---

**Sécurité Fonctionnelle et Sûreté de Fonctionnement en conception électronique.....** 117

*1<sup>er</sup> semestre 2024*

*Formation à distance*

**Fiabilité des composants électroniques.....** 119

*Les 17 et 18 octobre 2023*

*Formation à distance*

---

**CONCEPTION, ECOCONCEPTION, INDUSTRIALISATION, ACHATS, OBSOLESCENCE**

---

**Comprendre les contraintes de l'industrialisation pour réussir la conception de vos cartes électroniques ..** 121

*2<sup>ème</sup> semestre 2023*

*Formation à distance*

**Gestion de l'obsolescence des composants électroniques : Assurez la pérennité de vos équipements ! .....** 123

*Les 2 et 3. octobre 2023*

*Formation à distance*

**La démarche d'éco-conception - Application aux systèmes électroniques et services numériques associés.** 125

*Les 3 et 4 juillet 2023*

*Marignane (33)*

**Intégrer de l'électronique à vos designs mécaniques .....** 127

*22 juin 2023*

*Angers (49)*

**Industrialisation cartes et sous-ensembles électroniques : Conduite de projet .....** 129

*1<sup>er</sup> semestre 2024*

*Formation à distance*

**Comment faire du routage dans les règles de l'art .....** 131

*Du 4 au 6 juillet 2023*

*Labège (31)*

---

**CYBERSECURITE, SECURITE, DIRECTIVE RED, IEC 62443**

---

**Cybersécurité des systèmes industriels : IEC 62 443 - Comprendre la norme pour sécuriser son architecture .....** 133

*Du 10 au 12 octobre 2023*

*Formation à distance*

FORMATION CAP'TRONIC – Programme 2023

**Hacking et contre-mesure : Protégez votre réseau informatique et votre infrastructure IoT..... 135**

*Du 8 au 10 novembre (matin) 2023*

*Formation à distance*

**Introduction à la Cybersécurité Industrielle ..... 137**

*28 septembre 2023*

*Formation à distance*

**Sécurité des systèmes embarqués et des objets connectés. Comprendre les attaques hardware/software pour se prémunir ..... 139**

*Du 7 au 9 novembre 2023*

*Formation à distance*

**Sécurité matérielle des systèmes embarqués Mise en œuvre sur les architectures ARM ..... 141**

*Du 7 au 9 novembre 2023*

*Toulouse (31)*

**Cybersécurité et conformité automobile - ISO 21434 ..... 143**

*Les 27 et 28 juin 2023*

*Formation à distance*

**Cybersécurité et conformité IoT à la Directive RED - Introduction à la cybersécurité et application de l'ETSI EN 303 645 ..... 145**

*Les 12 et 13 septembre 2023 Les 12 et 13 décembre 2023*

*Formation à distance*

**LES FORMATIONS A LA DEMANDE**

---

**Achat de composants électroniques : Sécurisation des approvisionnements et gestion de risque ..... 147**

*Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise*

*Formation à distance ou en présentiel*

**Sensibilisation à la conformité ATEX ..... 149**

*Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise*

*Formation à distance ou en présentiel*

**Introduction aux concepts de la certification ATEX : zoom sur la sécurité intrinsèque ..... 151**

*Le 21 mars 2023*

*Montpellier (34)*

**Créer de la valeur avec l'Internet des objets : pourquoi pas moi ? ..... 153**

*Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise*

*Formation à distance ou en présentiel*

**Maîtrise des ESD ..... 155**

*Sur demande - Formation dispensée en intra-entreprise*

*Formation en présentiel*

**Prévention et maîtrise des ESD ..... 157**

*Sur demande - Formation dispensée en intra-entreprise*

<b>Sécurité FERROVIAIRE : les EN 50126, 50128 et 50129 et leurs évolutions .....</b>	<b>159</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Formation à distance ou en présentiel</i>	
<b>Simplifiez la gestion de vos développements logiciels embarqués et cloud : initiez-vous aux outils d'une forge logicielle .....</b>	<b>161</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Formation à distance ou en présentiel</i>	
<b>Initiez-vous au framework multimédia Gstreamer sur cible .....</b>	<b>163</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Formation en présentiel</i>	
<b>Qt Quick pour votre IHM .....</b>	<b>165</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Formation à distance ou en présentiel</i>	
<b>Qt Widgets pour votre IHM .....</b>	<b>167</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Formation à distance ou en présentiel</i>	
<b>Introduction à ROS .....</b>	<b>169</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Formation à distance ou en présentiel</i>	
<b>Process et conception d'interfaces graphiques multi-plateformes avec MicroEJ .....</b>	<b>171</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Formation à distance ou en présentiel</i>	
<b>Process et conception de plateformes virtuelles embarquées avec MicroEJ .....</b>	<b>173</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Formation à distance ou en présentiel</i>	
<b>ROS et la fusion de données .....</b>	<b>175</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Formation en présentiel</i>	
<b>Introduction à l'Industrie 4.0 .....</b>	<b>177</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Formation à distance ou en présentiel</i>	
<b>Brasage manuel .....</b>	<b>179</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Formation en présentiel</i>	
<b>IA : notions, implications et mise en œuvre .....</b>	<b>181</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Formation à distance ou en présentiel</i>	
<b>Introduction à la conception d'un système radiofréquence .....</b>	<b>183</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Formation à distance ou en présentiel</i>	

<b>Intégration d'une solution radio dans vos systèmes connectés par la pratique .....</b>	<b>185</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Formation à distance ou en présentiel</i>	
<b>Intégration d'antennes dans le monde de l'IoT .....</b>	<b>187</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Formation à distance ou en présentiel</i>	
<b>Développez un Système embarqué sur SoC FPGA .....</b>	<b>189</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Formation à distance ou en présentiel</i>	
<b>Android pour smartphones et tablettes .....</b>	<b>191</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Formation à distance ou en présentiel</i>	
<b>Réglementations des fréquences radio pour l'IoT :.....</b>	<b>193</b>
<b>Disponibilités et contraintes .....</b>	<b>193</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Formation à distance ou en présentiel</i>	
<b>Introduction à Miota®, un standard radio LPWAN robuste pour l'IoT.....</b>	<b>195</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Formation à distance ou en présentiel</i>	
<b>CEM : comprendre les phénomènes, évaluer et pré-qualifier.....</b>	<b>197</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<b>Initiation algorithmique et langage C .....</b>	<b>199</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Formation à distance ou en présentiel</i>	
<b>Linux – Les bases de la programmation système .....</b>	<b>201</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Formation à distance ou en présentiel</i>	
<b>JAVA.....</b>	<b>203</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Formation à distance ou en présentiel</i>	
<b>Traitements numériques du signal en C++ (temps réel).....</b>	<b>205</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Présentiel</i>	
<b>Techniques en radio logicielle (SDR).....</b>	<b>207</b>
<i>Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise</i>	
<i>Présentiel</i>	
<b>Sensibilisation aux ondes électromagnétiques et radiofréquences .....</b>	<b>209</b>
<i>1 mois à partir du démarrage du module</i>	
<i>Formation e-learning</i>	

<b>Exposition aux champs électromagnétiques : Prévention des risques liés aux ondes au sein de mon organisation .....</b>	<b>211</b>
<i>1 mois à partir du démarrage du module</i>	
<i>Formation e-learning</i>	

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 constituants 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

Du 9 au 10 octobre 2023

### 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

1 200 € HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

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

① 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

Le 5 octobre 2023

### 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

700 € HT (550 € 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

Revues  
Rétrospectives

#### 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 droits administrateur est 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

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 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

Le 22 juin 2023

### LIEUX

Villefontaine (38)

### DUREE

1 jour – 7 h

### PRIX

800 € HT (620 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothée WALLART

✉ wallart@captronic.fr

① 06 30 92 27 32

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

Revues  
Rétrospectives

#### Tour de table

## Gestion des systèmes embarqués- 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 CAPTRONIC 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 – Présentation d'exemples de 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.

### DATES

Les 13 et 14 novembre 2023

### 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

1 200€ HT (900 € HT pour les adhérents CAPTRONIC)

### CONTACT

Dorothée 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***(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)***GESTION DU LOGICIEL EMBARQUE – REDIGER CORRECTEMENT UN DOCUMENT DE SPECIFICATIONS****Jour 1****Tour de table****Introduction**

Intérêt des spécifications.  
 Echange autour des attentes  
 Rappel sur la gestion de projet : cycle en V et scrum.  
 Quel type de document et à quel moment ?

**La rédaction du cahier des charges.**

Les recommandations pour une étude efficace des cas d'usage.  
 L'analyse du besoin fonctionnel (ABF).  
 L'expression du besoin fonctionnel (EBF).

**La rédaction du cahier de consultation.**

Les enjeux de l'appel d'offre.  
 Les bonnes pratiques.  
 L'analyse des réponses, la matrice de choix.

**Le langage UML**

Présentation  
 Les différents diagrammes utiles pour la rédaction de spécification.

**Spécifications fonctionnelles**

Objectifs  
 La notion d'exigences  
 De la réunion à la spécification, prendre le chemin le plus court  
 Tester ses exigences.  
 Exemple de mise en œuvre

**Jour 2****Spécifications techniques**

Objectifs  
 Liaison avec le document de spécifications fonctionnelles  
 Exemples de mise en œuvre  
 Exigences et traçabilité : les outils

**Documents d'architecture**

Pourquoi un tel document ?  
 Méthode de rédaction, intérêt de l'UML.

**Rédaction du plan de Test**

Les différents types de test.  
 La liaison avec les spécifications

**Impact de la réglementation sur la rédaction des spécifications**

Impact de la EN62304 et DO178C

**Document de recette**

Liaison avec les spécifications fonctionnelles.  
 L'intérêt du RETEX

**Conclusion**

Bilan de la formation et questions/réponses

**Tour de table**

.

## Gestion de projet pour la conception des systèmes embarqués

*Cette formation vous permet de développer votre efficacité en gestion de projet pour faire de vous un chef de projet compétent dans une variété de projets, quels que soient leur taille, leur portée ou leur budget. Les différentes approches agiles et classiques vous permettront de vous adapter en permanence aux contextes industriels et ainsi donner une grande visibilité à vos clients.*

### OBJECTIFS

Être capable de comprendre les différentes méthodes de gestion de projet : classiques et Agiles  
Planifier les projets  
Gérer les risques  
Etablir une analyse fonctionnelle  
Utiliser des outils de pilotage

### PUBLIC VISE

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

### PREREQUIS

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

### INTERVENANT

Ingénieur de Recherche au CNRS - 30 ans d'expérience en modélisation et développement logiciel. Enseignant 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

Outil de visioconférence - 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 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 13 au 15 septembre 2023

### 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

1 750 € HT (1 350 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

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

① 06 79 49 15 99

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

## PROGRAMME DETAILLE

### GESTION DE PROJET POUR LA CONCEPTION DES SYSTEMES EMBARQUES

#### Tour de table

##### Définition

- Pourquoi un projet ?
- Pourquoi la gestion de projet ?
- Normalisation
- Les parties prenantes
- Définition des termes du métier

##### Organisation du projet

###### Structure de répartition :

- Product Breakdown Structure
- Work Breakdown Structure
- Organizational Breakdown Structure

Approche Bottom Up

Approche Top down

Différente type de projet

##### Les cinq phases d'un projet

- Identification du besoin, normalisation AFNOR
- Faisabilité : coût, délais, risques
- Conception
- Phase de réalisation
- Réception

##### Ingénierie des exigences

- Principe de l'analyse des exigences
- Analyse fonctionnelle
- Modélisation UML
- Modélisation FAST
- Modélisation PIEVRE
- Modélisation VOLERE

##### Méthodes classiques

- Processus des méthodes classiques
- Le modèle du cycle en cascade
- Le modèle du cycle en V
- Le modèle du cycle en Y
- La méthode du Processus Unifié (PU)
- PMBOK (Project Management Body of Knowledge)
- Limites des approches classiques
- Méthodes classiques et approche agile : Kanban, Scrum, Agile UP
- Synthèse des différences fondamentales agile / approche classique

##### Planification opérationnelle

- Objectifs et Caractéristiques

#### Diagramme Pert

- le Pert potentiel-étapes
- le Pert potentiel tâches
- Principe
- Convention
- Date au plus tôt
- Date au plus tard
- Marge totale

- Marge libre
- Optimisation des tâches
- Affectation des ressources
- Nivellement et lissage des ressources

#### GANTT

- Marge libre totale
- Marge libre au plus tôt
- Marge indépendante
- Marge libre au plus tard

#### Diagramme Pert probabiliste

- Principe
- Durée moyenne
- Variance
- Ecart type
- Chemin critique
- Densité de probabilité

#### Gestion des risques

- Définition
- Mesures des risques
- Norme
- Démarche en 4 temps

#### Outils de pilotage

- Principe
- Méthode de la valeur acquise
- La Méthode des courbes en S
- Valeur Acquise (VA)
- Valeur Planifiée (VP)
- Coût Réel (CR):
- Courbe cumulative de la valeur acquise
- Courbe cumulative de la valeur planifiée
- Courbe cumulative du coût Réel

**Pour chaque chapitre, mise en œuvre avec des exemples et des exercices sur des études de cas.**

#### Tour de table

## Apprendre à développer à partir du test- Le TDD « Test Driven Development »

*Si vous choisissez de tester la fiabilité de votre code embarqué le TDD (Test Driven Development) est une bonne approche. Cette formation présente les bonnes pratiques et des TP pour s'exercer.*

### OBJECTIFS

Apprendre à développer à partir du test  
 Pratiquer le TDD pour assurer la qualité du code embarqué.

### PUBLIC VISE

Développeurs de logiciel et ingénieurs en conception informatique.

### PREREQUIS

Connaissances en programmation en langage orienté objet tel que langage C++. L'environnement de développement correspondant au langage choisi doit être installé sur chaque machine avant la formation.

### INTERVENANT

Développeur expert en qualité logiciel, formateur.  
 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 – Alternance d'apports théoriques et d'exercices 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 15 au 17 novembre 2023

### LIEU

Labège (31)

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

2 100€ HT (1 500 € 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 découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

**APPRENDRE A DEVELOPPER A PARTIR DU TEST. LE TDD « TEST DRIVEN DEVELOPMENT »**

**Tour de table**

**Jour 1**

**Introduction : Économie du logiciel. Pourquoi se soucier de la qualité ?**

Code pourri, les conséquences d'une qualité insuffisante

Le glissement des exigences (Henderson)

Les lois I&VI de Lehman

Boucle de rétroaction besoin/produit (Barry Boehm)

La dette technique et la dette de tests

Refactoring : impensable sans tests

**Tests - Testez proprement avec le Test Driven Development**

Typologie des tests (unitaire, système, etc.)

Les 3 lois du TDD

Garder les tests propres

Langage de test sur un domaine spécifique

FIRST, les qualités d'un bon test : « Fast », « Independent », « Repeatable », « Self validating » et « Timely »

Outside-In, STDD, ATDD, BDD : quels apports

Coverage, Mutation et autres métriques

**Point sur l'état de la recherche académique**

Tour de chauffe : éditer un code sans tests.

**Jour 2**

**Fil rouge : exercice machine à café : Randori ou binômes selon le nombre de participants**

**Techniques de rédaction des tests**

Mocks, Stubs et autres doubles de test.

Builders, Generators et lisibilité des tests

Exercice muet : communiquer par le code

**Co-construction des tests avec le métier**

Gherkin & BDD

Domain Driven Design

Limiter ses contextes

**Tests avancés**

Tests de performance

Misuse cases et Defect Testing

Tests de recette : éviter l'effet démo

**JOUR 3**

**Selon les besoins identifiés les 2 jours précédents.**

Lien entre tests et intégration continue

Extreme Programming

Initiation à la mise en place de tests sur une codebase dégradée.

Techniques de contournement quand on ne peut pas tester

Tests et contractualisation (freelances)

**Tour de table**

## Méthodologies pour fiabiliser son code embarqué et le rendre testable

*Vous menez un projet comportant de l'électronique embarquée ? Comment s'assurer de la fiabilité de votre code ? Parmi les approches disponibles, il existe des méthodes basées sur la testabilité du code. Ces méthodes seront présentées dans le détail lors de cette formation.*

### OBJECTIFS

Maitriser les différentes méthodes de gestion de projet logiciel pour améliorer la testabilité et la qualité du code 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 CAPTRONIC 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 19 et 20 septembre 2023

### 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

1 200€ HT (900 € HT pour les adhérents CAPTRONIC)

### CONTACT

Dorothée 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**

*(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

**METHODOLOGIES POUR FIABILISER SON CODE EMBARQUE ET LE RENDRE TESTABLE**

**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 gitations 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**

## 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

Formation pour des débutants en IoT : Direction, 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 CAP'TRONIC, 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 5 et 6 décembre 2023

### 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

1 200€ HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothée WALLART

✉ wallart@captronic.fr

① 06 30 92 27 32

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

**PROGRAMME DETAILLE**
*(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*
**DEVELOPPER UN IOT : SPECIFICATION, CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION**
**Jour 1**
**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'IoT : 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'IoT

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, rasberry 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

**Jour 2**
**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**

## 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

Les 8 et 9 novembre 2023

### 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

1 200 € 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

*(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

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

#### Jour 1

##### Tour de table

##### **Les bases en Radiofréquence**

Propagation des ondes électromagnétiques

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/Satellitaires...)

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

## Design et mesure RF- 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

Maitriser 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  
Connaitre 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. Notions sur les systèmes de communication sans fil.

### INTERVENANT

Formateur Spécialiste en conception 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

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 18 au 20 octobre 2023

### LIEU

Villefontaine (38)

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

2 100 €HT (1 500 €HT pour les adhérents CAP'TRONIC

### CONTACT

Dorothée WALLART

✉ wallart@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**

*(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

**DESIGN ET MESURE RF - INTEGRATION D'UNE SOLUTION RADIO DANS VOS SYSTEMES CONNECTES PAR LA PRATIQUE**

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

**Jour 1**

**Tour de table**

**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

**Jour 2**

**Applications & Réglementation – RED**

Directive RED, Normes radio & CEM usuelles & points critiques

Comment choisir sa solution radio ?

*TP7 : La simplicité et l'intérêt d'un module complet*

*TP8 : La flexibilité d'une solution intégrée*

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

**Jour 3**

**Compléments techniques & antennes**

GNSS, WiFi & Bluetooth

*TP13 : Impact de l'environnement sur une antenne*

*TP14 : Mesure de puissance et sensibilité DSSS*

Cas particulier des antennes NFC RFID

Modèle et théorie des antennes radio

Intégration des antennes & impact de leur environnement

*TP15 : Adaptations, portées et isolations*

*TP16 : Mesures des puissances et harmoniques rayonnées*

**Echanges et questions /réponses**

**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 26 au 29 septembre 2023

### 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 – 14 h

### PRIX

1 200€ HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Bérénice RABIA  
 ☎ 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**

*(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

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

**Jour 1**

**Tour de table**

**Introduction et tour de table**

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

**Vocabulaire et enjeux de l'IoT**

**Présentation des principales technologies radio IoT :**

Panorama des solutions techniques

Réglementation

Réseaux courte et moyenne portée (RFID/NFC, ZigBee, Bluetooth Low Energy, WiFi, Autres protocoles)

**Jour 2**

**Présentation des principales technologies radio IoT (suite):**

*Exercice : comparatif entre protocoles*

Réseaux maillés

*Exercice : cas d'usage*

Réseaux longue portée (Sigfox, LoRa)

**Jour 3**

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

Réseaux longue portée (suite)

Technologies 3GPP (LTEM, NB IoT, 5G)

Autres technologies

*Exercice : comparatif entre protocoles*

Réseaux satellitaires

Introduction à la géolocalisation

**Jour 4**

**Présentation des principales technologies radio IoT (suite):**

*Exercice : comparatif entre protocoles*

*Exercice : cas d'usage*

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

Panorama des protocoles et applications

Protocoles de messagerie et de transfert web

**Vision prospective des technologies et protocoles IoT**

**Questionnaires de fin de formation**

**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. 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

1<sup>er</sup> semestre 2024

### 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

1 200 € HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Florence CAGNARD

✉ cagnard@captronic.fr

① 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 architectures 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 œuvre, communauté, Les composants d'une plateforme open source, IoT et design pattern.

##### Le transport des données dans le système 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

## 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 inclus pour les travaux pratiques !*

*Attention ! Les gateways ne font pas parties du kit, il faut se trouver dans une zone de réception LoRaWAN ou s'en procurer une.*

### 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 et 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

Ingénieur et chef de projet en conception et développements de systèmes embarqués électroniques - Formateur pour le Cnrs et les 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. 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 28 et 29 juin 2023

### 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

1320 € HT (1020 € 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 découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

### CONCEPTION D'UN PRODUIT LORAWAN

#### Jour 1

##### 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

#### Jour 2

##### 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

### **INFORMATIONS IMPORTANTES**

Autres informations concernant la formation « Conception d'un produit LoRaWAN » :

- Il vous faudra les droits « administrateur » sur votre ordinateur ou, à défaut, il faut que vous ayez installé l'IDE Arduino.
- Pour que les exercices aient du sens, il faut que vous ayez une passerelle à disposition ou, à défaut, que vous soyez dans une zone couverte. L'idéal étant quand même d'avoir une passerelle.
- Veuillez ne pas manipuler et ne pas mettre sous tension le kit qui vous a été envoyé au risque de l'endommager.
- Le câble USB ainsi que les fils liaison carte à carte vous seront envoyés avec le kit.

## 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 inclus 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 d'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. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

Les 21 et 22 novembre 2023

### LIEU

Labège (31)

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1450€ HT (1050 € 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 découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

**MISE EN ŒUVRE BLUETOOTH LOW ENERGY**

**Tour de table**

**Jour 1**

**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.

**Jour 2**

**Mise en œuvre de BLE**

TP basée sur un chip Nordic Semiconductor (NRF 52832) sur carte d'évaluation. Environnement de programmation Segger studio.  
TP : Différents exemples sur carte d'évaluation (programmation C), connexion au smartphone, transfert de données.  
TP : Connexion slave – master  
TP et Démonstration sur la partie OTA.  
Synthèse et Q/R

**Tour de table**

## La 5G pour l'IoT industriel

*Cette formation de 4 modules présente les généralités de la technologie 5G, l'interface radio, la propagation et les antennes (côté station de base et côté utilisateurs), les modules et puces existantes et adaptées à des cas d'usage de type IoT industriel, ainsi que des illustrations par simulations de cas d'usage.*

### OBJECTIFS

Découvrir le protocole radiofréquence 5G  
 Comprendre la technologie de propagation et le fonctionnement des antennes  
 Identifier l'offre 5G appliquée à l'IoT industriel

### 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 électronique et radiofréquence.

### INTERVENANT

Ingénieur télécom, chercheur en radiofréquence 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 numérique – Etudes de cas et démonstrations / simulations.  
 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.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

Du 26 au 27 septembre 2023

### LIEU

Pessac (33)

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1 400€ HT (1 000 € 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 5G POUR L'IOT INDUSTRIEL

#### Tour de table

##### Généralités sur la technologie 5G

Rappels de la 4G

Enjeux et applications de la 5G

Indicateurs de performances clés de la 5G : débit de données, efficacité spectrale, mobilité, temps de latence, densité de connexion, capacité de trafic, efficacité énergétique

Standardisation

Infrastructure réseau & services 5G

##### Interface radio 5G

Bandes de fréquences

Formes d'onde 5G et paramètres associés

Structure des trames 5G : modulations, Blocs de ressources physiques PRB...

QoS : Estimation de débits...

Mise en application sur un cas d'étude

##### Propagation & antennes

Propagation : généralités, mécanismes, indoor, outdoor, modèles de canaux, ...

Réseaux d'antennes

Systèmes MIMO

Formation de faisceau (beamforming)

##### La 5G appliquée à l'IoT industriel

Puces, modules, radios logicielles disponibles sur le marché : état de l'art, benchmark, avantages/inconvénients, coût, qu'est-ce qu'on peut faire avec ?

Règles de design / report de puces 5G sur PCB

Simulation de systèmes antennaires de station de base et/ou relais et sur les User Equipements (CST MWS)

Simulation de la QoS de liens radio 5G NR en contexte IoT (logiciel de propagation interne développé par CISTEME - WIPS3D + post-traitements Matlab/Octave)

#### Tour de table

## Bus CAN, le protocole J1939 et ses déclinaisons dont ISOBUS pour les machines agricoles

*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

1<sup>er</sup> semestre 2024

### 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

700€ HT (550€ HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothée 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

### BUS CAN, LE PROTOCOLE J1939 ET SES DECLINAISONS DONT ISOBUS POUR LES MACHINES AGRICOLES

#### Tour de table

#### Présentation du bus CAN

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

#### Multiplexage et bus CAN

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

#### Description du protocole CAN

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

#### 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,...)

#### 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

## Le langage C pour l'embarqué

*C fait partie des langages indétrônable, 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, sa polyvalence, et par ses performances d'exécution. Le langage C est disponible sur toutes les plateformes et également dans l'embarqué. Cette formation, vous propose dans un premier temps l'apprentissage du 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 du langage C  
 Mettre en œuvre le langage C dans les projets  
 Acquérir une vraie autonomie dans ce langage

### PUBLIC VISE

Concepteurs, Développeurs d'applications logicielles débutants en C.

### PREREQUIS

Première expérience en développement informatique ou algorithmie.  
 Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Ingénieur de Recherche au CNRS - 30 ans d'expérience en développement logiciel et modélisation. Enseignant 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

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 4 et 5 juillet 2023

### 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

1 200€ HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothée 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

### LE LANGAGE C POUR L'EMBARQUE

#### Tour de table

##### Le langage C - introduction

Historique

Comparaison aux autres langages

Utilisation de ce langage dans l'industrie

Norme et version de C

Nommage des fichiers sources

Gestion de la mémoire

*TP sur les pointeurs, allocation dynamique*

##### Les structures de contrôle

Les blocs d'instructions (notion de Début... Fin).

Les sélections alternatives (si, si-alors-sinon...).

Les boucles itératives (tant-que-répéter, répéter-jusqu'à, pour-de-à).

Imbrication des instructions.

**TP: Utilisation des structures de contrôle dans des programmes.**

##### Compilateur

Compilateur open source GCC

Compilateur croisé x86/ARM

Linkage dynamique et statique

Processus de génération d'un binaire

Débogage avec gdb

Makefile

*TP: développement d'une première application en C*

##### Fonction et procédure

Principe d'une procédure

Déclaration d'une procédure

Principe d'une fonction

Déclaration d'une fonction

Passage de paramètre par valeur et adresse

*TP sur l'utilisation des procédures et fonctions*

##### Règles de programmation

Formatage des codes sources : indentation et découpage du code

Convention de nommage. Convention syntaxique.

Utilisation des commentaires dans le code source

*TP: Analyse d'un code*

##### Test unitaire

Définir les tests unitaires

Exécuter les tests unitaires

*TP sur les tests unitaires*

##### Types, Constantes, Variables

Pointeurs

Déclaration, portée

Initialisation

Tableau : déclaration, initialisation

Allocation dynamique

##### Tour de table

## Le langage C++ pour l'Embarqué

*Dans le classement des langages informatiques (TIOBE) le C++ arrive sur le podium des 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

2<sup>ème</sup> semestre 2023

### 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 – 17,5h

### PRIX

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

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

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

① 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

##### 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

##### Classes dérivées

- Héritage et instanciation
- Classe Amis
- Héritage multiple

##### *TP : utilisation de l'héritage simple et multiple*

##### Compilateur

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

##### Principe sur les templates

- Notion de programmation générique
- Classe de modèles
- Fonctions de modèles

##### *TP de programmation template*

##### 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*

##### Structure de données et STL

- Vecteur
- Map
- List
- Pile
- Algo standard

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

##### Notion d'objet

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

##### Tour de table

- Librairie std
- Compilation et linkage
- Règles de codage spécifique
- Classe virtuelle

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

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

*C++ fait partie des langages indétrônable, 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 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 18 au 20 octobre 2023

### 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 – 17,5 h

### PRIX

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

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

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

① 06 79 49 15 99

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

**PROGRAMME DETAILLE**

*(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

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

**Jour 1**

**Tour de table**

Rappel sur le langage C++

**Surcharge des opérateurs**

Opérateur Functions

Surcharge, Fonction amie, Classe amie

**TP sur la surcharge des opérateurs**

**Exceptions**

Principes, lancement, Capture, Spécification d'une exception

Interception

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

**Particularité du C++ embarqué**

Librairie std, Compilation et linkage

Règles de codage spécifique

Classe virtuelle

**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**

**Smart Pointers**

Dépréciation de auto\_ptr

unique\_ptr, shared\_ptr, weak\_p

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

**Jour 2**

**Templates (modèles)**

Template et compilateur

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

Templates imbriqués

***TP de programmation template***

**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**

**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**

**Le RTTI (RunTime Type Identification)**

Identification dynamique de types

Opérateur typeid, Métaclasse type\_info, Transtypage dynamique, l'opérateur dynamic\_cast

Fonctionnement avec les types pointés, Fonctionnement avec les types référencés

**TP : Mise en œuvre des principes**

**Jour 3**

**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**

**Modélisation POO**

Modélisation UML avec C++

Génération de code à partir de modèle

Reverse engineering

Design avec les patterns C++

**Tour de table**

## C++ pour l'embarqué avec Visual Studio sous Windows

*Cette formation, vous propose de découvrir le langage C++ avec un focus sur son utilisation spécifique sur les systèmes embarqués. De nombreux exercices illustrent chaque chapitre. La formation se termine par un mini projet sur carte à microcontrôleur.*

### 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 de programmation et débutants en C++.

### PREREQUIS

Première expérience en développement informatique nécessaire en C.

### INTERVENANT

Expert en traitement d'image et informatique embarqués, 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

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 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

Du 26 au 28 septembre 2023

### LIEU

Toulouse (31)

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

2100 € HT non adhérent et 1500 € HT adhérent

### 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 découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)***C++ POUR L'EMBARQUE AVEC VISUAL STUDIO SOUS WINDOWS****Tour de table****Jour 1 :****Évolutions et usages du C++**

- Contexte global
- C++ en environnement contraint
- Évolution du standard

- Destructeur
- Opérateur "This"
- TP : encapsulation, surcharge, constructeurs et destructeurs.**

**Compilation croisée avec Visual Studio**

- Processus de compilation
- Framework spécifique pour l'embarqué
- Compilation croisée ESP32
- Prise en main de Visual Studio
- Bibliothèques statique et dynamique
- Utilisation du debugger de Visual Studio, modes de compilation
- Compilation avec make

**Jour 2 :****Héritage**

- Mécanisme d'instanciation de classes dérivées
- Classe virtuelle
- Fonctions et classes Amies
- Héritage simple et multiple

**TP : mise en place de différents modes d'héritage****Modèles de fonctions et de classes**

- Notion de programmation générique
- Template de fonction
- Template de classe

**TP : programmation générique via templates****Conteneurs utiles dans la STL**

- Vector : approfondissement
- Map
- List
- Pile
- Utilisation de la bibliothèque algorithm

**TP : utilisation des divers conteneurs et applications d'algorithmes sur ceux-ci.****Du C vers le C++**

- Entrées-Sorties clavier
- Types, constantes symboliques, variables
- Portée selon la déclaration, directives pré-processeur
- Opérateurs relationnels et binaires
- Initialisation
- Types construits
- Structures de contrôle et précautions pour l'embarqué

**Introduction à l'architecture du code, spécificités de l'embarqué**

- Indications pour la structuration du code
- Récapitulatif et compléments sur l'usage du C++ en embarqué

**Gestion de blocs de code et de données**

- Fonctions et spécificités pour l'embarqué
- Sécurisation du code et recours aux références et aux pointeurs
- Tableau : utilisation et précautions
- Espaces de nom
- Allocation dynamique et fragmentation
- Initiation à la gestion des erreurs
- Introduction aux Vector
- Programmation modulaire avec Visual Studio
- Surcharge des fonctions

**TP : utilisation des fonctions, références et pointeurs, allocation dynamique, vector et espace de nommage****Jour 3 :****Programmation sur carte microcontrôleur**

- Configuration des paramètres adaptés à la carte dans le framework.
- Configuration de l'IDE.
- Principes de programmation sur carte microcontrôleur :
- organisation générale d'un code microcontrôleur
- programmation de la configuration et de l'initialisation de la carte
- programmation temps réel avec FreeRTOS : multitâche, multi-cœurs.
- Accès aux fonctionnalités de la carte.

**TP : développement d'un mini-Projet sur carte microcontrôleur.****Programmation Orientée Objet**

- Programmation OO vs Procédurale
- Classes et instances
- Encapsulation et variable d'instance
- Modes d'accès aux attributs
- Constructeur

**Tour de table**

## Découverte de 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 pour débuter sur 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

Apprendre le fonctionnement des différents périphériques du STM32

Programmer et utiliser les différents périphériques disponibles afin de mettre en évidence les capacités temps réel et multitâche de FreeRTOS

### PUBLIC VISE

Ingénieurs et techniciens, débutant dans l'utilisation 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

Du 28 au 30 novembre 2023

### 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

1850 € HT (1450 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

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

① 06 79 49 15 99

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

**PROGRAMME DETAILLE**
*(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*
**DECOUVERTE DE FREERTOS SUR STM32**
**Jour 1**
**Tour de table**
**Architecture ARM**
**Spécificités des versions de ST : STM32 du M0 au M7**
**Cartes de travail**

Carte d'évaluation STM

**La carte de périphérique spécifique à la formation**
**Introduction à FreeRTOS**

Caractéristiques et architectures de FreeRTOS

Obtenir le code source du FreeRTOS

Types de données &amp; de codage, Conventions syntaxique

Etat, vie et mort d'une tâche

Priorités des tâches

Les Délais

**Les outils de travail**

Cube Mx, librairie, débogueur, génération de code...

Debug et génération de code

Interface de debug, point d'arrêt, variable...

**Travaux Pratiques** : gestion d'une LED à la milliseconde près en temps réels

**Jour 2**
**FreeRTOS**

Fichier de configuration

Gestion de la mémoire

Pile, dimensionnement, sécurité

**Interruptions et priorité**

Point de vue ARM

Point de vue STMicroelectronics

Point de vue FreeRTOS

**Evènements externes, ou interruptions matérielles**
**Travaux Pratiques** : Gestion d'une interruption matérielle

**Communication entre tâches : les Binary Sémaphores**
**Travaux Pratiques** : Binary sémaphore

**Bus de communications : I2C**
**Travaux Pratiques** : bus I2C

**Les DMA pourquoi... comment**
**Travaux Pratiques** : ADC avec DMA

**Rappel sur le port série**
**Travaux Pratiques** : Port série (utilisation Sémaphore, interruption...)

**Jour 3**
**Bus de communications : SPI**
**Travaux Pratiques** : bus SPI

**Partage des ressources et priorité des tâches : les Mutex**
**Travaux Pratiques** : Création de conflit entre les différentes tâches (sans Mutex)

**Travaux Pratiques** : Les Mutex règlent les conflits

**Travaux Pratiques** : Jouer avec les priorités

**Les counting sémaphores**
**Travaux Pratiques** : Jouer avec les priorités

**Passage de paramètres par Queue**
**Travaux Pratiques** : Les Queues et les datas

**Travaux Pratiques** : Les Queues et les pointeurs

**Partage des ressources et priorité des tâches : les Mutex**
**Travaux Pratiques** : Les Mutex règlent les conflits

**Cohabitation du Watchdog et de FreeRTOS**
**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

Du 28 au 30 novembre 2023

### LIEU

Villefontaine (38)

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

2150 €HT (1550 €HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothée WALLART

✉ wallart@captronic.fr

① 06 30 92 27 32

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

## PROGRAMME DETAILLE

### LE MICROCONTROLEUR STM32 PAR LA PRATIQUE

#### 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

Paramétriser 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 : débuguer 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*

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*

#### 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

## 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 sur 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 clôture 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 17 et 18 avril 2023

### 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

1 200€ HT (900 € 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

## 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, spicy, 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.

### 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. Un deuxième écran est fortement conseillé.

### 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

27 au 28 juin 2023

### 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

1 200 € 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**

*(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

**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**

## 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

1<sup>er</sup> semestre 2024

### 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 – 21 h

### PRIX

1750€ 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

### 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

#### 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. « Les commandes de base sont indispensables et une première expérience sur Linux est recommandée »

### 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 clôture 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

Du 13 au 15 septembre 2023

### 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

1 750€ HT (1 350 € 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 découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*
**NOYAU LINUX ET DEVELOPPEMENT DE DRIVERS**
**Jour 1**
**Tour de table**
**Introduction à Linux**

Présentation du projet Linux

Licences

Architecture Linux (espace utilisateur/noyau)

Sysylnit vs »systemd »

Utilisation des sources du noyau Linux

Obtention du code source

Configuration

Compilation native (x86) et croisée (ARM)\*

**Les modules du noyau**

Ecriture d'un module « Hello World » \*

Les fonctions "init" et "exit "

Le fichier Makefile \*

Compilation

 Chargement et déchargement du module  
 (insmod et rmmod)

Dépendances entre les modules\*

Passage de paramètres à un module\*

**Pilotes en mode caractère**

Module vs pilote

Les catégories de pilotes (caractère, réseau et bloc)

 Appels système d'un pilote en mode caractère  
 (open, close, read write, ioctl !)

Enregistrement d'un pilote en mode caractère \*

Utilisation des « classes » du noyau \*

Utilisation de l'interface CDEV\*

Fonctions de verrouillage (spinlock et mutex) \*

Gestion du matériel

Allocation de la mémoire \*

Gestion des interruptions \*

Ports d'E/S et accès et \*

Mappage mémoire (l'appel système mmap) \*

Introduction au DMA \*

**Jour 2**
**Pilotes en mode caractère**

Ecriture d'un pilote PCI générique \*

Ecriture d'un pilote USB simple (HID) \*

 Utilisation de l'API "platform" pour les systèmes  
 embarqués

Présentation du « device tree » (DT) avec la cible

QEMU/ARM

Syntaxe et exemples de DT \*

 Utilisation de « configfs » pour charger un «  
 device tree overlay » \*

**Jour 3**
**Pilotes en mode réseau**

Utilisation du réseau Linux

Présentation des pilotes réseau

Les structures « net device » et « net device ops »

Le socket buffer (SKB)

Ecriture et test du pilote réseau « faketh » \*

**Pilotes en mode bloc**

Pilote en mode bloc vs caractère

Le nouveau framwork « blk-mg » (noyau Linux 5.x)

 Ecriture d'un pilote simple (en utilisant un ramdisk)  
 \*

**Mise au point et profilage du noyau et des pilotes**

 Utilisation de GBD pour l'espace noyau (exemple  
 avec QEMU/ARM)

Débogage du noyau statique et d'un module (ko)

 Profilage du noyau et des pilotes avec Ftrace (en  
 utilisant debugfs et trace-cmd)

**Tour de table**

*Un travail pratique est disponible pour chaque item  
 avec une « étoile » (\*).*

## 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 librairies 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.

### 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

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 2023

### LIEU

Villefontaine (38)

### DUREE

2,5 jours – 17h30

### PRIX

1750€ HT (1250 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothée 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

### CONCEVOIR UN SYSTEME EMBARQUE LINUX AVEC YOCTO

#### Tour de table

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

#### 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
- Paramétriser 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

## 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

Technicien ou ingénieur en électronique ayant une bonne connaissance de l'électronique numérique (circuit logique, bascule, FIFO...) et maîtrise des outils informatiques

### PREREQUIS

Avoir une bonne connaissance de l'électronique numérique (circuit logique, bascule, FIFO...).  
Les PC seront mis à disposition avec les outils de développement.

### 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 pratiques 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. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

Du 4 au 6 juillet 2023

### LIEU

Orléans (45)

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

2 100 € HT (1 500 € 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 découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

### 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

#### *Travaux Pratiques*

*Le but est de réaliser les premiers codes VHDL de base sur des fonctions simples jusqu'à la simulation des blocs réalisés*

##### Jour 2

Code Générique

Compléments sur les Testbenches

Les règles de conception

Les machines d'états

#### *Travaux Pratiques*

*Le but est de 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 designs sera enfin réalisé sur carte d'évaluation Zybo7-20 (une part stagiaire).*

##### Jour 3

#### *Travaux Pratiques*

*Utilisation des ressources de la carte Zibo7-20 avec interfaçage de convertisseur analogique/numérique*

*Mise en place des briques de bases à des applications de traitement du signal*

#### Tour de table

## Développement rapide de prototypes d'application Android en NO-CODE

*Cette formation, vous propose de découvrir le développement d'application Android en « NO CODE ». De nombreux exercices basés sur App Inventor illustrent chaque chapitre.*

### OBJECTIFS

Assimiler les concepts de base du NO-CODE  
Découvrir et mettre en œuvre les composants de base  
Acquérir un début d'autonomie par des exercices et un mini projet

### PUBLIC VISE

Concepteurs, Développeurs d'applications connaissant ou non un langage de programmation.

### PREREQUIS

Une connaissance sommaire en algorithmique serait un plus, mais n'est pas indispensable (les bases seront revues).

### INTERVENANT

Expert en traitement d'image et informatique embarqués, 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

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 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

Les 4 et 5 juillet 2023

### LIEU

Montpellier (33)

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1400 € HT non adhérent et 1000 € HT adhérent

### 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 découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

**DEVELOPPEMENT RAPIDE DE PROTOTYPES D'APPLICATION ANDROÏD EN NO-CODE**

**Tour de table**

**Jour 1 :**

**Introduction à la programmation événementielle par blocs**

Comparaison avec d'autres méthodes  
Configuration et lancement de l'IDE Offline  
Prise en main de App Inventor : palette de composants pour le design de l'appli catégories de blocs création et import/export d'un projet ; génération d'un apk Androïd  
Extensions

**Notions de base**

Logique de programmation générale Androïd  
Principe de la programmation événementielle  
Blocs de base : variables, logique, structures de contrôle, math, etc.

***TP : mise en œuvre des composants et des blocs de base.***

**3 Données textuelles**

Lecture/écriture de fichiers texte  
Blocs de manipulation de textes : listes, dictionnaires.

***TP : mise en œuvre de composants, fichiers et blocs de manipulation de texte.***

**Données multimédias et timers**

Médias (sons, images) et synthèse vocale : composants et blocs associés.  
Manipulation des timers et procédures.

***TP : mise en œuvre de composants et blocs de manipulation de médias.***

**Jour 2 :**

**Export de données**

Configuration et renseignement d'une Google Sheet  
Association de la Google sheet à l'aide de blocs spécifiques et d'une liste  
Envoi automatique de courriel

***TP : configuration des outils Google, mise à jour automatique de la Google sheet et envoi de mail.***

***TP : Mini-projet d'appli Androïd***

**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 termes 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 tableau.  
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 13 au 16 juin 2023

### 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

1 200€ HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Bérénice RABIA  
✉ 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

**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 ?

#### 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

#### 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.

#### 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.***

#### Pour aller plus loin

Les sites Internet et les jeux de données de référence

#### 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 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 20 au 22 juin 2023 (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

2,5 jours – 17h

### PRIX

1500€ 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

### 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 IRR,  
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

## Python pour la Data Science et l'intelligence Artificielle - Mise en œuvre sur les séries temporelles

*Python est le langage le plus utilisé pour l'IA. Cette formation est l'occasion de découvrir les librairies principales dans le traitement des données (collecte, caractérisation, préparation, analyses). Vous disposez d'une série de données indexées par le temps issues de divers capteurs, les algorithmes du machine Learning vous aident pour l'analyse et la prédition ce qui permet de dire que prédire une série temporelle c'est prédire le futur !*

### OBJECTIFS

Se familiariser avec les librairies python dans le traitement des données les règles de base du Machine Learning.

Connaître et mettre en œuvre 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 utilisant de la modélisation de données.

### PREREQUIS

Savoir programmer en C, première expérience en algorithmique, Connaissances en mathématiques niveau Bac+2

Chacun son propre PC portable connecté sur Internet. Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis pour le jour 1

### INTERVENANT

Formateur industriel, 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

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

26 au 29 septembre 2023

### 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

1 200€ HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Anne Laure ARIAS

[arias@captronic.fr](mailto:arias@captronic.fr)

① 06 37 46 07 65

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

## PROGRAMME DETAILLE

### PYTHON POUR LA DATA SCIENCE ET L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE : MISE EN ŒUVRE SUR LES SERIES TEMPORELLES

La formation intégrera :

La collecte, la caractérisation et la préparation des données sur des séries temporelles et des données catégorielles et les modélisations avec du code déjà préparé et commenté.

1 journée pour des travaux pratiques sur des jeux de données.

#### Tour de table

##### Introduction à Python

Les principales librairies python dans le traitement des données (collecte, caractérisation, préparation, analyses visuelles)

*TP sur quelques modèles de Machine Learning, de régression et d'arbres de décision pour se familiariser avec les librairies scikit learn, les paramètres, la documentation et les principes d'une modélisation réussie.*

##### Introduction au machine Learning

###### Les grands principes

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*

###### Préparation des variables

La nature statistique des données et leurs dimensions

Représenter les variables, Déetecter 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

###### 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, 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

## 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

2<sup>ème</sup> semestre 2023

### 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

1 200 € 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

### 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 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 tableau. 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 21 au 24 novembre 2023

### 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

1 200€ HT (900 € 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**
*(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*
**INITIATION AU MACHINE LEARNING**
**Jour 1**
**Tour de table**
**Définitions - Big Data et Intelligence Artificielle**
**Présentation et description des concepts**

Big Data : la base, le media, le codage, les 6V, des exemples emblématiques du big data

IA : les objectifs, la complexité, le niveau d'intelligence

**Les enjeux économiques, sociaux, environnementaux et de souveraineté**

Les entreprises data-driven

L'open-source et l'open-data

Les architectures informatiques

La régulation européenne – RGPD – DMA/DSA et l'IA

Act

L'humain augmenté et les univers virtuels

**Organisation de projet ML**

L'évaluation de la maturité d'une organisation

La démarche agile

Le MLOps

**Jour 2**
**Les grands principes du Machine Learning**

Les étapes de construction d'un modèle

La nature statistique des données et leurs dimensions

Les modélisations supervisées, non-supervisées et par renforcement

Les classifications et les régressions

L'évaluation des modèles, les biais et les erreurs

**La préparation des variables**

Les librairies python performantes

Déetecter les données aberrantes

Rééchantillonner des variables

Réduire le set de variables pour un modèle, faire avec les multi-colinéarités

Traiter les classes rares

**Jour 3**
**Les modèles de Machine**
**Des modèles de Machine Learning**

Régression linéaire simple, multiple, polynomiale.

Régression logistique Classification hiérarchique et non hiérarchique (K-means)

Classification par arbres de décision et ensemble

Random ForestMachines à vecteurs supports

Gradient Boosting

**Un aperçu des modèles de Deep Learning (une autre formation y est consacrée)**

*Chaque modèle est accompagné d'un exemple d'algorithme pré-codé en python.*

**Jour 4**
**Prise en main des codes préparés**

Modélisation sur des nouveaux jeux de données

Optimisation des différents algorithmes

**Tour de table de clôture**

## 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 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 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. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

Du 10 au 12 octobre 2023

### LIEU

Marignane (13)

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

2 100 € HT (1 500 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothée WALLART

✉ wallart@captronic.fr

① 06 30 92 27 32

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

##### Apprentissage automatique supervisé –

###### Généralités

**Apprentissage supervisé** : Principes, définition des problèmes de classification, de régression

###### Notions de probabilités

**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.*

##### 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)

##### 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.*

**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

## Le test d'une Intelligence Artificielle

*Les systèmes à base d'Intelligence Artificielle sont de plus en plus répandus, notamment dans des cas d'applications critiques, tels que la conduite autonome, l'aviation ou encore l'imagerie médicale. Cependant, les techniques classiques de test logiciel ne sont généralement pas applicables à ces systèmes. Pour répondre à ce besoin, de nouveaux processus de test pour l'Intelligence Artificielle ont émergé ces dernières années. Cette formation permet de comprendre les enjeux du test des systèmes à base d'IA, au regard de leurs vulnérabilités, et d'identifier les méthodes de test et de vérification les plus pertinentes.*

### OBJECTIFS

Comprendre les spécificités du test logiciel dans le domaine de l'IA  
Connaître les principales vulnérabilités d'une IA  
Identifier les méthodes de test et de vérification pertinentes

### PUBLIC VISE

Cette formation cible les chefs de projet, ingénieurs, développeurs, chercheurs

### PREREQUIS

Connaissance des fondamentaux en IA et du langage de programmation Python nécessaire.  
Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

### INTERVENANT

Doctorante spécialisée en test pour l'IA.  
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 numérique. Exercices 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

14 au 16 novembre 2023

### 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

1400 € HT (1100 € 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 découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

**LE TEST D'UNE INTELLIGENCE ARTIFICIELLE**

**Jour 1**

**Tour de Table**

**Enjeux du test de l'IA**

- Le test des systèmes basés sur une IA : définition
- Pourquoi tester l'IA ?
- Exemple : COMPAS (2015-2016)
- Cycle de vie du Machine Learning
- Machine Learning vs logiciel traditionnel
- Les défis du test des systèmes basés IA

**Propriétés d'une IA fiable et vulnérabilités**

- Qu'est- ce qu'une IA de confiance ?
- Qualité des données
- Ethique et équité : définitions et vulnérabilités
- Explicabilité : définition / classification binaire / classification d'images
- Sécurité : définition et exemple
- Sureté et robustesse

**Jour 2**

***Travaux pratiques : mise en œuvre de méthodes pour l'équité et l'explicabilité***

**Méthodes et outils de test**

- Les oracles de test
- Générateurs de cas de test
- Test métamorphique : définition / exemples de relations
- Attaques adverses : modèle de l'attaquant / métriques / méthodes
- Critères d'adéquation des tests
- Métriques de couverture en boite blanche
- Tests de mutation : méthodologie / opérateurs
- Exemple : DeepTest

**Jour 3**

***Travaux pratiques : mise en œuvre des méthodes de test métamorphique et d'attaques adverses***

**Méthodes de vérification formelle**

- Méthodes formelles
- Définitions
- Neurones instables
- Interprétation abstraite
- Approximation linéaire
- Solveur SMT
- Branch-and-bound
- Taxonomie des méthodes

***Travaux pratiques : mise en œuvre des méthodes d'interprétation abstraite et de branch-and-bound.***

**Développer une IA de confiance**

- Bonnes pratiques
- Méthodes de défense
- Environnement normatif pour l'IA
- Règlementation européenne : AI Act

**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 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 17 et 18 octobre 2023

### 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

1 200€ HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Bérénice RABIA  
✉ rabia@captronic.fr  
① 06 09 86 49 44

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

**PROGRAMME DETAILLE**

*(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

**DEVELOPPEMENT TECHNIQUE DES DISPOSITIFS MEDICAUX POUR ABOUTIR A LA CERTIFICATION**

**Jour 1**

**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

**Jour 2**

**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**

## Mesures CEM- Préqualification

*Vous concevez, des produits, des cartes ou modules électroniques et vous souhaitez vérifier les performances CEM en vue du marquage CE. Pour ce faire, il est nécessaire de connaître les règles et principes des différents essais et de se familiariser avec la mesure et le test de produits.*

### OBJECTIFS

Connaitre les enjeux de la réglementation  
Comprendre les différents types d'essai  
Connaître les principes des mesures CEM  
Connaître les difficultés des mesures CEM  
Connaître le principe des appareils de mesure utilisés en CEM  
Savoir mettre en œuvre des tests de préqualification simples

### PUBLIC VISE

Concepteurs de produits et Technicien qualification et test

### 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

Consultant, 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 et 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 d'assiduité.

### DATES

Les 28 et 29 novembre 2023

### 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

1 200€ HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothée 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***(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)***MESURES CEM – PREQUALIFICATION****Jour 1****Tour de table****Introduction**

- Définition de la CEM
- Principe des qualifications CEM
- Unités CEM
- Définition et utilisation des dB
- Domaine temporel / Domaine fréquentiel
- Définition des champs électromagnétiques

**Réglementation et normes**

- Principe des directives nouvelles approches
- Responsabilités des acteurs
- Normes harmonisées
- Normes d'essai
- Dossier technique
- Marquage CE
- Déclaration de conformité
- Directives européennes
- Normes et essais automobiles
- Normes et essais militaires
- Normes et essais aéronautiques

**Analyse spectrale**

- Principe analyseur de spectre
- Réglage des analyseurs de spectre
- Utilisation d'un analyseur en pise au point
- Qualification des composants avec un analyseur de spectre
- Qualification d'un câble avec un analyseur de spectre

**Emission Conduite**

- Principe de mesure d'émission conduite
- Mise en œuvre d'un test d'émission conduite civil
- Mise en œuvre d'un test d'émission conduite aéro / militaire
- Principe et utilisation d'un RSIL
- Préqualification en émission conduite
- Difficulté de mesure

**Jour 2****Emission rayonnée**

- Principe de mesure d'émission rayonnée
- Mise en œuvre d'un test d'émission rayonnée civil
- Mise en œuvre d'un test d'émission rayonnée aéro / militaire
- Problématique des cages de Faraday
- Principe des mesures de préqualification
- Mesure des courants de mode commun
- Définition des paramètres d'une pince de courant
- Utilisation d'une pince de courant
- Détermination des niveaux tolérables à la pince de courant
- Application aux mesures civiles / aéro / militaires

**Immunité conduite**

- Définition des paramètres en temporel
- Définition des paramètres en fréquentiel
- Immunité conduite norme civile
- Immunité conduite en BCI aéro – militaire
- Principe des RCD
- Différentes normes d'immunité conduite
- Immunité aux transitoire rapides en salves – EN 61000-4-4
- Mise en œuvre du test
- Niveaux tolérables selon la norme EN 61000-4-4

**Immunité rayonnée**

- Principe de mesure en immunité rayonnée
- Difficulté de préqualification en immunité rayonnées
- Limites des tests au Talkie Walkie

**Immunité ESD**

- Principe des tests ESD
- Difficulté des tests ESD
- Risques des tests ESD

Plusieurs démonstrations sur des chapitres différents permettent de voir l'utilisation des appareils de mesure et les bonnes pratiques.

**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 implantateurs 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

Consultant, 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 – Démonstrations pédagogiques. 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 3 au 5 octobre 2023

### 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

1500€ HT (1125 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothée WALLART

✉ wallart@captronic.fr

① 06 30 92 27 32

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

**PROGRAMME DETAILLE**
*(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*
**CONCEPTION CEM DES EQUIPEMENTS ELECTRONIQUES – DU PCB AU SYSTEME**
**Jour 1**
**Tour de table**
**1 - Introduction**

Les grandes dates de l'électronique  
 Définition de la CEM  
 Le « triptyque » CEM  
 Mode Commun / Mode différentiel  
 Définition et utilisation des dB  
 Equations simples en CEM  
 Domaine temporel / Domaine fréquentiel  
 Définition des champs électromagnétiques

**2 - Réglementation**

Principe des directives nouvelles  
 Responsabilités des acteurs  
 Normes harmonisées  
 Veille réglementaire  
 Dossier technique  
 Marquage CE  
 Déclaration de conformité  
 Directive CEM 2014/30/UE  
 Directive RED 2014/53/UE  
 Directive DBT 2014/35/UE  
 Autres directives

**3 - Couplages CEM**

Couplage par Impédance Commune  
 Equipotentialité  
 Couplage capacitif CPB / Environnement  
 Diaphonie capacitive / Diaphonie Inductive  
 Couplage champ / boucle  
 Couplage champ / câble  
 Rayonnement des PCB  
 Rayonnement des câbles

**4 - CEM des composants**

Impédance des conducteurs  
 Eléments parasites des composants passifs  
 Impédance d'un condensateur  
 Détection d'enveloppe  
 Marge de bruits des circuits numériques

Fréquence équivalente des circuits numériques  
 Emission conduite d'un convertisseur

Filtrage d'un convertisseur  
 Mode Commun en sortie de convertisseur

**Jour 2**

**5 - CEM des PCB**  
 Impédance d'un plan de cuivre  
 Retour des courants HF  
 Fente dans un plan de masse  
 Mise en œuvre des plans de masse  
 Cas des PCB simples

Problématique des connecteurs  
 Principe de découplage  
 Mise en œuvre des condensateurs de découplage  
 Maîtrise des courants d'alimentation  
 Placement et routage des cartes mixtes  
 Stackup des PCB  
 Couplage capacitif des pistes sensibles  
 Capacité parasite d'un PCB

Anneau de garde et remplissage de masse

Masse électrique – Masse mécanique  
 Diaphonie des PCB  
 Diaphonie des connecteurs  
 Spectre des clocks

Réduction du rayonnement des PCB  
 Couplage PCB / câbles  
 Réduction du rayonnement des câbles

**6 - Intégrité du signal**

Circuit « ordinaire » ou ligne ?  
 Modélisation d'une ligne sans perte  
 Paramètres des lignes  
 Paramètres « physiques » des lignes  
 Réflexion en bout de ligne  
 Exemple de comportement des lignes en temporel  
 Exemple de comportement des lignes en fréquentiel  
 Adaptation vs longueur des lignes  
 Maîtrise des désadaptations  
 Routage des lignes différentielles

**7 - Filtrage et protections**

Ondes de surtensions  
 Caractéristiques et choix des varistances  
 Caractéristiques et choix des transzorbs

Filtre BF par montage différentiel

Déséquilibrage par filtrage

Isolement galvanique

Principe de filtrage HF

Eléments parasites des filtres

Montage des filtres

Filtres de traversées

Montage des filtres sur connecteur

Montage des filtres sur PCB

Utilisation des ferrites

**8 - Câblage**

Les 3 boucles de câblage  
 Torsades  
 Réduction du champ par plan de masse  
 Diaphonie des câbles MD / MC  
 Règles de câblage

**Jour3**
**9 - Câbles blindés**

Impédance de transfert  
 Atténuation de blindage  
 Raccordement des blindages  
 Effet d'une queue de cochon  
 Mise en œuvre des connecteurs blindés  
 Raccordement des blindages aux extrémités

**10 - Blindage**

Principe de blindage  
 Calcul de la réflexion et de l'absorption  
 Blindages réels  
 Effet d'une fente dans un blindage  
 Traitement des fentes  
 Joints conducteurs  
 Métallisation des plastiques  
 Problématique des câbles  
 Mise en œuvre pratique d'un blindage  
 Blindage local sur PCB

**Tour de table**

## Conception CEM des équipements électroniques : du PCB au système

*Cette formation intensive 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.*

*Cette formation 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 et les modes de couplages
- Connaitre les effets des perturbations sur les composants
- 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 implantateurs 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. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

1<sup>er</sup> semestre 2024

### LIEU

Labège (31)

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

2 100 € HT (1 500 € 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

### CONCEPTION CEM DES EQUIPEMENTS ELECTRONIQUES : DU PCB AU SYSTEME

#### Tour de table

##### 1 - Introduction

Les grandes dates de l'électronique  
 Définition de la CEM  
 Le « triptyque » CEM  
 Mode Commun / Mode différentiel  
 Définition et utilisation des dB  
 Équations simples en CEM  
 Domaine temporel / Domaine fréquentiel  
 Définition des champs électromagnétiques

##### 2 - Réglementation

Principe des directives nouvelles approches  
 Responsabilités des acteurs  
 Normes harmonisées  
 Veille réglementaire  
 Dossier technique  
 Marquage CE  
 Déclaration de conformité  
 Directive CEM 2014/30/UE  
 Directive RED 2014/53/UE  
 Directive DBT 2014/35/UE  
 Autres directives

##### 3 - Couplages CEM

Couplage par Impédance  
 Commune  
 Équipotentialité  
 Couplage capacitif CPB / Environnement  
 Diaphonie capacitive / Diaphonie Inductive  
 Couplage champ / boucle  
 Couplage champ / câble  
 Rayonnement des PCB  
 Rayonnement des câbles

##### 4 - CEM des composants

Impédance des conducteurs  
 Éléments parasites des composants passifs  
 Impédance d'un condensateur  
 Détection d'enveloppe  
 Marge de bruits des circuits numériques  
 Fréquence équivalente des circuits numériques

Émission conduite d'un convertisseur  
 Filtrage d'un convertisseur

Mode Commun en sortie de convertisseur

##### 5 - CEM des PCB

Impédance d'un plan de cuivre  
 Retour des courants HF  
 Fente dans un plan de masse  
 Mise en œuvre des plans de masse  
 Cas des PCB simples  
 Problématique des connecteurs  
 Principe de découplage  
 Mise en œuvre des condensateurs de découplage  
 Maîtrise des courants d'alimentation  
 Placement et routage des cartes mixtes  
 Stackup des PCB  
 Couplage capacitif des pistes sensibles  
 Capacité parasite d'un PCB  
 Anneau de garde et remplissage de masse  
 Masse électrique – Masse mécanique  
 Diaphonie des PCB  
 Diaphonie des connecteurs  
 Spectre des clocks  
 Réduction du rayonnement des PCB  
 Couplage PCB / câbles  
 Réduction du rayonnement des câbles

##### 6 - Intégrité du signal

Circuit « ordinaire » ou ligne ?  
 Modélisation d'une ligne sans perte  
 Paramètres des lignes  
 Paramètres « physiques » des lignes  
 Réflexion en bout de ligne  
 Exemple de comportement des lignes en temporel  
 Exemple de comportement des lignes en fréquentiel  
 Adaptation vs longueur des lignes  
 Maîtrise des désadaptations  
 Routage des lignes différentielles

##### 7 - Filtrage et protections

Ondes de surtensions  
 Caractéristiques et choix des varistances  
 Caractéristiques et choix des transzorbs  
 Filtre BF par montage différentiel  
 Déséquilibrage par filtrage  
 Isolement galvanique  
 Principe de filtrage HF  
 Éléments parasites des filtres  
 Montage des filtres  
 Filtres de traversées  
 Montage des filtres sur connecteur  
 Montage des filtres sur PCB  
 Utilisation des ferrites

##### 8 - Câblage

Les 3 boucles de câblage  
 Torsades  
 Réduction du champ par plan de masse  
 Diaphonie des câbles MD / MC  
 Règles de câblage

##### 9 - Câbles blindés

Impédance de transfert  
 Atténuation de blindage  
 Raccordement des blindages  
 Effet d'une queue de cochon  
 Mise en œuvre des connecteurs blindés  
 Raccordement des blindages aux extrémités

##### 10 - Blindage

Principe de blindage  
 Calcul de la réflexion et de l'absorption  
 Blindages réels  
 Effet d'une fente dans un blindage  
 Traitement des fentes  
 Joints conducteurs  
 Métallisation des plastiques  
 Problématique des câbles  
 Mise en œuvre pratique d'un blindage  
 Blindage local sur PCB

#### 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. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

Le 5 octobre 2023

### LIEU

Toulouse – Labège (31)

### DUREE

1 jour – 7h

### PRIX

800€ HT (620€ 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

##### 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

##### 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

## 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 portée.

### 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. 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

1<sup>er</sup> semestre 2024

### 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

1 200€ HT (900 € 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

## Les exigences de l'IEC 62304- Les bonnes pratiques de gestion du cycle de vie Logiciel

*Cette formation présente une vue d'ensemble des exigences réglementaires qui s'appliquent au logiciel Médical selon l'IEC 62304 avec les aspects principaux : qualité, architecture et test, maintenance.*

### OBJECTIFS

Construire le plan qualité projet de son cycle développement en y intégrant les exigences de la norme  
 Proposer une architecture logiciel en lien avec le risque (ISO 14971) et définir les classes logiciels adaptées A, B, C  
 Définir, préparer puis exécuter les campagnes de tests en vue d'assurer la sécurité du logiciel  
 Construire le plan de maintenance et de surveillance du logiciel

### PUBLIC VISE

Ingénieurs R&D logiciel, Ingénieurs et Techniciens IT, Chef de projet, Responsables Qualité, Dirigeants

### PREREQUIS

Expérience en bureau d'étude de développement logiciel ou en R&D  
 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

Le 21 novembre 2023

### 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

700€ HT (550 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Bérénice RABIA

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

① 06 09 86 49 44

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

## PROGRAMME DETAILLE

### LES EXIGENCES DE L'IEC 62304 - LES BONNES PRATIQUES DE GESTION DU CYCLE DE VIE LOGICIEL

#### Tour de table

##### IEC 62304

- Introduction
- Présentation IEC 62304
- Gestion des risques et classification du logiciel
- Processus de développement du logiciel
- Cas pratiques basés sur un fil rouge
- Synthèse et perspective

#### Maintenance du Logiciel

- Plan de maintenance du Logiciel
- Surveillance, gestion des risques post-production – Infogérance logiciel
- Boîte à outils et bonnes pratiques

#### Synthèse et perspectives, évaluation de la formation

#### Tour de table

## Introduction à la Directive Machine

*Cette formation vous propose de découvrir la Directive Machine en vue du marquage CE. C'est l'occasion aussi de prendre connaissance des différentes exigences essentielles de santé et de sécurité qui y sont associées et seront présentées.*

### OBJECTIFS

Acquérir les connaissances nécessaires à la compréhension de la directive machine 2006/42/CE.

Comprendre les enjeux liés à la certification CE.

### PUBLIC VISE

Techniciens et ingénieurs impliqués dans la conception, l'utilisation et la maintenance des machines.

### PREREQUIS

Aucun prérequis particulier n'est nécessaire pour le suivi de cette formation pour ce public visé.

### INTERVENANT

Expert en de la sécurité machine en entreprise et spécialiste en certification CE, 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

Enseignement théorique, exercices, étude de cas pratique Support de cours - 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. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

Les 11 et 12 octobre 2023

### LIEU

Labège (31)

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1400 € (1000 € 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 découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

**INTRODUCTION A LA DIRECTIVE MACHINE**

**Tour de table**

**Jour 1**

Historique sur la directive  
Présentation des différents types de normes  
Cas des directives complémentaires  
Le principe du Marquage CE  
La déclaration de conformité CE  
Les exigences de la notice d'instructions

Mise en pratique :

Exercice de compréhension  
Etude de cas

**Jour 2**

Le cas des modifications de machines  
Les différentes exigences essentielles de santé et de sécurité  
Utilisation des équipements de travail (VGP)

Mise en pratique :

Exercice de compréhension  
Etude de cas

**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

Connaitre 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 11 au 15 septembre 2023

Du 4 au 8 décembre 2023

### 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 – 17,5h

### PRIX

1 500€ HT (1125 € 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**

*(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

**LA THERMIQUE POUR L'ELECTRONIQUE**

**Jour 1**

**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

**Jour 2**

**2. Dispositifs d'évacuation de la chaleur**

**Thermique des interfaces, films et pâtes**

**Méthodes classiques de refroidissement**

- Diffuseurs
- Dissipateurs
- Echangeurs
- Drains thermiques

**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**

**Jour 3**

**3. Méthodes de calcul et simulation des transferts thermiques**

**Méthode de dimensionnement thermique et application à des cas pratiques**

Dimensionnement thermique des pistes de PCB, norme IPC 2152

Méthodes de calcul de la température d'un composant sur PCB, abaques Thermodel

Analyse thermique d'un dispositif et simplification

Calcul analytique élémentaire 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

**Jour 4**

**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)

**JOUR 5**

**5. Formulaires 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**

## Dimensionner les composants magnétiques : Transformateurs et inductances

*Pour vos applications de conversion d'énergie, de conception de filtres, cette formation présente une méthode de dimensionnement des inductances et des transformateurs incluant le choix du type et de la taille du circuit magnétique, le calcul de son éventuel entrefer, le calcul du nombre de spires des enroulements et du diamètre des conducteurs.*

### OBJECTIFS

Connaître les différents types de matériaux et circuits magnétiques.  
Étudier les propriétés des différentes familles de matériaux magnétiques doux : laminés, ferrites, poudres, alliages amorphes et nanocristallins.  
Découvrir la technologie des bobinages (supports, fils, isolants, écrans...).  
Apprendre à dimensionner les inductances

### PUBLIC VISE

Ingénieurs et techniciens en charge de spécifier, concevoir et développer les convertisseurs AC/DC et DC/DC des alimentations des appareils électroniques, ainsi que de la mise en conformité de ces équipements avec les exigences d'isolement et de CEM.

### PREREQUIS

Maîtriser les bases de l'électricité et de l'électronique.

### INTERVENANT

Enseignant-Chercheur spécialisé en Electronique de puissance, Compatibilité électromagnétique, Batteries industrielles et composants magnétiques  
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.

### DATE

2<sup>ème</sup> semestre 2023 (date à venir)

### 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

700 € HT (550 € 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

### DIMENSIONNER LES COMPOSANTS MAGNETIQUES : TRANSFORMATEURS ET INDUCTANCES

#### Tour de table

#### Technologie des composants magnétiques

#### Applications du magnétisme et des circuits magnétiques

#### Bobinage

Carcasses – Caniveaux – Boîtiers

Fils de bobinage

Isolants

Écrans

Imprégnation

#### Spécification des circuits et matériaux magnétiques

#### Les matériaux magnétiques doux

Matériaux laminés

Céramiques magnétiques : les ferrites

Matériaux en poudre

Alliages amorphes

Nanocristallins

#### Dimensionnement des composants magnétiques

#### Dimensionnement des inductances

Choix technologiques

Dimensionnement du circuit magnétique

Calcul du nombre de spires

Calcul de la section du fil

Calcul de la longueur de l'entrefer

#### Dimensionnement des transformateurs

Choix technologiques

Dimensionnement du circuit magnétique

Calcul du nombre de spires des différents enroulements

Calcul des sections des fils

#### Exemple(s) de dimensionnement – Études de cas

#### 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. 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 2023

Les 3 et 4 octobre 2023

### 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

1 200€ HT (900 € 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**
*(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*
**BATTERIES, PILES, CHARGEURS ET SOLUTIONS D'ALIMENTATION AVEC STOCKAGE POUR LES SYSTEMES AUTONOMES**
**Jour 1**
**Tour de table et introduction**
**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

**Piles non rechargeables usuelles**

Introduction – Propriétés

Piles alcalines

Piles au lithium

Autres piles

Caractéristiques comparées

**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

Vieillissement en cyclage

Autodécharge

Précautions d'utilisation / Sécurité

Emballement thermique – Protections

Batteries Li-Po – Principe – Propriétés

Batteries lithium-métal polymère (LMP)

**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 fil

**Applications – Dimensionnement**

Spécification des applications : charge de sortie, batterie, chargeur

Exemples de dimensionnement d'une batterie / calcul d'autonomie...

**Jour 2**
**Chargeurs**

À base de convertisseurs non isolés

De type flyback (PC, USB...)

Sans contact

De forte puissance (convertisseurs, PFC...)

**L'Energy Harvesting**

Sources de l'EH

Convertisseurs DC/DC pour l'EH

Exemples de circuits dédiés

**Normes batteries**

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

**Super condensateurs**

Diagramme de Ragone batteries – supercondensateurs

Caractéristiques comparées batteries – supercondensateurs

Constitution – Propriétés – Précautions

Applications

Dimensionnement

Équilibrage des cellules

Hybridation avec batterie et PAC

**Piles à Combustible – Hydrogène**

Constitution – Principe de fonctionnement

Différents types de PAC

Densité énergétique comparée de l'hydrogène

Applications

Production de l'hydrogène

**Recyclage des batteries**
**Tour de table**

## Gestion de l'expédition des batteries lithium – Emballage, transport et stockage- Règlementation et bonnes pratiques

*Avec cette formation vous allez acquérir les connaissances de base pour stocker et expédier des batteries lithium de façon sécurisée.*

### OBJECTIFS

Découvrir la réglementation

Mettre en place de bonnes pratiques pour stocker et expédier de façon sécurisée vos produits avec batteries lithium.

### PUBLIC VISE

Cette formation cible les responsables QHSE, qualité, hygiène, sécurité, Ingénieurs, Techniciens en charge de l'intégration, de la manipulation et de l'expédition des batteries.

### PREREQUIS

Aucune connaissance spécifique requise

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

### INTERVENANT

Expert/Formateur spécialiste de la sécurité des batteries lithium. 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 numérique. Cas pratique 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

Le 26 octobre 2023

### 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

700 € HT (550 € 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 découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

**GESTION DE L'EXPEDITION DES BATTERIES LITHIUM – EMBALLAGE, TRANSPORT ET STOCKAGE -  
REGLEMENTATION ET BONNES PRATIQUES**

**Matin**

**Tour de table**

**Les risques associés aux batteries lithium**

- L'emballage thermique
- Les risques humains et matériels

**Les profils de batteries lithium**

**Stockage et manutention**

- Réglementation
- Stockage actif et stockage passif
- Focus sur la charge des batteries
- Sécurisation du stockage et de la manutention
- Organisation et protocoles de sécurité spécifiques

**Cas pratique « stockage »**

**Après-midi**

**Transport**

- Réglementation
- Focus transport routier (selon le profil des stagiaires)
- Types d'emballages et d'équipement de transport

**Cas pratique « Transport »**

**Check list des bonnes pratiques de stockage et de transport**

**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. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

1<sup>er</sup> semestre 2024

### 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

1 750 € HT (1 350 € 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 découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

**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 déchiffrage 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 fonctions 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**

## Conception d'une Chaine de traitement analogique sous faible bruit

*Cette formation vous permettra de découvrir l'impact du bruit dans une chaîne de mesure ou de lecture, elle abordera la conception d'une chaîne de traitement et elle permettra de comprendre les enjeux liés à la conversion Analogique-Numérique.*

### OBJECTIFS

Identifier ce qu'est le bruit et l'origine des bruits : Johnson, Shot, Flicker... selon les composants  
Découvrir le filtrage analogique du bruit (dont filtre anti-repliement)  
Concevoir une chaîne de lecture, de mesure... à faible bruit.  
Mesurer ou simuler le rapport Signal/Bruit et le Facteur de Bruit

### PUBLIC VISE

Techniciens et Ingénieurs en charge de spécifier et de concevoir des produits devant intégrer une électronique analogique, en particulier post-capteurs.

### PREREQUIS

Maîtrise des bases de l'électronique. Un PC avec droit administrateur pour installer des logiciels de simulation. Des liens de logiciels utiles pour ces simulations seront proposés (notons que les PC devront être équipés du tableur Excel).

### INTERVENANT

Expert industriel expérimenté dans les différents aspects de l'électronique analogique. Professeur vacataire à l'UGA en électronique analogique.

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 Dirigés et exercices 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. Feuille de présence signée par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence

### DATES

Du 14 au 16 novembre 2023

### LIEU

Grenoble (38)

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

2100 € HT (1500 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothée 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**

*(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

**CONCEPTION D'UNE CHAINE DE TRAITEMENT ANALOGIQUE SOUS FAIBLE BRUIT**
**Jour 1**
**Tour de table**
**INTRODUCTION**

- Signal analogique (définition)
- Notion de bruit (aspect corpusculaire)
- Le Signal et le Bruit (facteurs limitants)

**LES DIFFERENTES SOURCES DE BRUIT**

- Différents types de bruit et leur origine (thermique, photonique, quantification, autres...)
- Illustrations visuelles et acoustiques (approche physiologique : temporelle et spectrale)
- Principaux bruits en Electronique (Johnson, Shot, Fliker)

**LA NATURE DU BRUIT**

- Approche statistique (hypothèse de stationnarité & d'ergodicité)

**Jour 2**

- Caractéristiques fondamentales des divers bruits en électronique (critères de différenciation)
- Modélisation du bruit et schémas équivalents dans les composants (applications)

**LA DYNAMIQUE DU SIGNAL**

- Calcul de bruit après filtrage
- Facteur de bruit d'une chaîne de blocs cascadés
- Fonction de transfert du bruit dans une chaîne de traitement
- Modélisation et Simulations

**Jour 3**
**LA MESURE DE BRUIT ET SON TRAITEMENT**

- Appareils RMS : Multimètre, Oscilloscope, Analyseur
- Mesure temporelle : Oscilloscope → RMS « Gaussien »
- Mesure Spectrale : Analyseur → Spectres de Bruit

**LOW NOISE DESIGN**

- Amplificateurs de tête → le 1er étage d'une Chaîne (exemple de conception)
- Applications : Audio, Imagerie, Séismologie... → Chaîne de traitement (du Capteur à l'ADC)

**La formation sera couverte par des TD (Exercices pratiques dirigés), des Modélisations et des Simulations (TP) avec divers outils possibles par ex. : Tina, LTSpice, Falstad...)**

**Jour 1 :** TD1 : Analyse spectrale de bruit (émulation, comportement spectral : FFT)

- TD2 : Densité Spectrale d'un bruit filtré (évaluation & simulation)
- TD3 : Bruit de quantification d'un ADC (rapport signal / bruit)

**Jour 2 :** TD4 : Étude du premier étage d'amplification (contribution des divers bruits en sortie)

- TD5 : Impact d'un filtrage (redistribution spectrale)
- TP1 : Analyse de spécifications et étude du facteur de bruit

**Jour 3 :** TP2 : Conception d'un préampli (critère de choix des composants)

- TP3 : Applications : Audio, Séismologie, Mesures (température)

**Tour de table**

## L'électronique analogique : l'amplificateur opérationnel en instrumentation

*Cette formation vous permettra de revoir les bases de l'utilisation des composants analogiques dans les fonctions principales associées aux capteurs, à l'amplification et au filtrage, en instrumentation.*

### OBJECTIFS

Revoir le fonctionnement de base des composants analogiques : diodes, transistors, amplificateurs opérationnels.  
Découvrir les fonctions principales analogiques : l'amplification et le filtrage.  
Concevoir une chaîne de mesure pour l'instrumentation.  
S'exercer à la simulation des fonctions de bases.

### PUBLIC VISE

Techniciens et Ingénieurs en charge de spécifier et de concevoir des produits devant intégrer une électronique analogique.

### PREREQUIS

Disposer de connaissances de base en électronique (diodes et transistors).  
Un PC avec droit administrateur pour installer le logiciel de simulation LTSPICE. Des liens de logiciels utiles pour ces simulations seront proposés.

### INTERVENANT

Expert industriel expérimenté dans les différents aspects de l'électronique analogique.  
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 exercices pratiques en simulation. 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. Feuille de présence signée par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

Les 28 et 29 novembre 2023

### LIEU

Villefontaine (38)

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1400 € HT (1000 € 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**

*(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

**L'ELECTRONIQUE ANALOGIQUE : L'AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL EN INSTRUMENTATION**

**Jour 1**

**Tour de table**

**Introduction**

Rappels sur la conductivité des semi-conducteurs,  
La diode à jonction PN, Le transistor bipolaire, Les montages fondamentaux à transistor

**Les amplificateurs opérationnels idéaux et réels**

Interpréter les datasheets des amplificateurs réels

**Travaux pratiques sous LTSPICE :**

Simulation d'un amplificateur opérationnel à partir de transistors bipolaires

**Jour 2**

**Les montages fondamentaux à amplificateurs opérationnels**

Amplificateur inverseur, non inverseur et leur simulation  
Le Filtrage du premier et du second ordre

**Travaux pratiques sous LTSPICE :**

Simulation de filtres du premier et du second ordre

**Les autres composants actifs et leurs applications**

Les générateurs de signaux  
Modulation / démodulation

**Chaine de mesure / conditionnement, acquisition et traitement des signaux de mesure.**

**Bien gérer la frontière entre analogique et numérique.**

**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 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 démythifier 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

1<sup>er</sup> semestre 2024

### 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

1 200 € 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**

*(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

**SECURITE FONCTIONNELLE ET SURETE DE FONCTIONNEMENT EN CONCEPTION ELECTRONIQUE**

**Tour de table**

**Jour 1**

**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

**Jour 2**

**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...

**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. 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 17 et 18 octobre 2023

### 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

1200 € HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Florence CAGNARD  
✉ cagnard@captronic.fr  
① 06 70 73 23 43  
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

**PROGRAMME DETAILLE**

*(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

**FIABILITE DES COMPOSANTS ELECTRONIQUES**

**Jour 1**

**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 prédition 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.

**Jour 2**

**Guide FIDES (Principes et Pi Process)**

Une présentation du guide Fides et du principe de calcul du Pi Process sera fait de sorte 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 démysterifier 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**

## 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 pour être industrialisable, des exigences normatives et réglementaires pour être certifiable, ainsi que 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. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

### DATES

2<sup>ème</sup> semestre 2023

### 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

1050€ HT (820 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Bérénice RABIA

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

① 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

##### 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 (sérigraphie, jetting, SPI, pose de composants, AOI, refusion, etc.)
- Les processus de tests des cartes électroniques
- Certifications et normes en vigueur

#### Ventilation des coûts de fabrication - Aspects technico/économiques

##### Encapsulation, résinage, tropicalisation

- Les vernis
- Les résines

##### Comment choisir ses composants

- Criticité des différents types de boîtiers
- Obsolescence des composants / la pérennité
- Stratégie d'achats
- L'encapsulation des composants
- Les familles de connecteurs

##### 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

##### Contraintes de l'énergie embarquée :

- Chimie de batterie à risque

#### Adaptation aux contraintes CEM (schéma, placement, routage, câblage)

#### Clôture et 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 2 et 3. octobre 2023

### 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

1 200 € HT (900 € 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 découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

### GESTION DE L'OBSCOLESCENCE DES COMPOSANTS ELECTRONIQUES : ASSUREZ LA PERENNITE DE VOS EQUIPEMENTS !

#### Jour 1

##### 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 à 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

##### Déetecter

##### 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

#### Jour 2

##### 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

## La démarche d'éco-conception- Application aux 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. Ce module de base apportera les connaissances des enjeux environnementaux et les principes de l'éco-conception dans la perspective d'un déploiement dans l'entreprise.*

*Cette formation n'aborde pas l'optimisation de la conception des cartes électroniques*

### 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).

### 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. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

Les 3 et 4 juillet 2023

### LIEU

Marignane (33)

### DUREE

2 jours - 14h

### PRIX

1 400€ HT (1 000€ HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothée 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**

*(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

**LA DEMARCHE D'ECO-CONCEPTION : APPLICATION AUX SYSTEMES ELECTRONIQUES ET SERVICES NUMERIQUES ASSOCIES**

**Jour 1**

**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

**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...)

**Jour 2**

**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)

**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
- Eléments 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

22 juin 2023

### LIEU

Angers (49)

### DUREE

1 jour – 7 h

### PRIX

800€ HT (620 € 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

##### Introduction

Mise en situation

Rappel sur les différentes étapes de la conception et développement mécanique de produits intégrant de l'électronique

#### 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

#### 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 coût projet) et le suivre en mode opérationnel.

### PUBLIC VISE

Responsable méthodes, R&D, Ingénieur Conception, Routage PCB, Responsable Qualité, chef de projet industriel. *La formation s'adresse plutôt aux entreprises avec une unité de production en interne ou qui souhaitent gérer la production chez un EMS.*

### 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. 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

1<sup>er</sup> semestre 2024

### 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 – 17h (le 26 mai matin)

### PRIX

1500 € 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

### INDUSTRIALISATION CARTES ET SOUS-ENSEMBLES ELECTRONIQUES : CONDUITE DE PROJET

#### Tour de table

#### 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 – panérisation
- 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

#### 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

Du 4 au 6 juillet 2023

### LIEU

Labège (31)

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

1400 € HT (1000 € 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

## Cybersécurité des systèmes industriels : IEC 62 443- Comprendre la norme pour sécuriser son architecture

*Cette formation vise à sensibiliser les architectes de systèmes et de produits aux préoccupations, problèmes, contraintes et défis en matière de cybersécurité qui peuvent avoir un impact sur leurs responsabilités actuelles, leurs livrables et leur travail quotidien.*

*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

Aucune expérience en sécurité industrielle n'est nécessaire. Néanmoins des connaissances en systèmes industriels ainsi quelques notions en informatique, électronique, logiciel embarqué 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

Du 10 au 12 octobre 2023

### 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

2 150 € HT (1 750 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT

✉ cathalinat@captronic.fr

① 06 79 49 15 99

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

## PROGRAMME DETAILLE

### CYBERSECURITE DES SYSTEMES INDUSTRIELS – IEC 62 443 COMPRENDRE LA NORME AFIN DE SECURISER SON ARCHITECTURE

#### Tour de table

##### Comprendre le contexte :

- Comprendre le contexte de la cyber sécurité dans un monde industriel et les méthodologies d'attaque.
- Apprendre les notions de base de la sécurité informatique.
- Comprendre comment concevoir une architecture OT/IT sécurisée.

##### Les normes de sécurité :

- Comprendre comment tirer parti d'un processus d'analyse de risque pour une architecture de conception mieux sécurisée.
- Appréhender la norme IEC 62443 et notamment les notions de SR, SL, zone et de conduits.
- Utiliser un cas pratique où les participants travailleront en groupes à différentes étapes d'une analyse de risque en cohérence avec la norme IEC 62443.

##### Les notions de défense en profondeur :

- Décrire les sept niveaux de la défense en profondeur (Organisationnel, Physique, Périmétrique, Réseaux, Machine, Application, Donnée).
- Exploiter des failles de sécurité sur chacun des niveaux de défense en profondeur afin de comprendre comment les mesures peuvent aider à mieux protéger un système.
- Comprendre les difficultés de l'implémentation au sein d'un système industriel complexe.

##### Les problématiques de cryptologie :

- Appréhender les notions de chiffrement symétrique et asymétrique et comprendre les difficultés dans l'implémentation d'un algorithme de chiffrement.
- Aborder les notions de hash, sel et poivre.
- Comprendre comment peut être mis en place un système de management des clefs (PKI) au sein d'un système complet.
- Exploiter une faille d'implémentation de la cryptologie au sein d'un programme.

#### 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 et 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. **Ne convient pas aux débutants dans ces fonctions.**

### 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

Du 8 au 10 novembre (matin)  
 2023

### 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 – 18h

### PRIX

1 700€ HT (1325 € 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 découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)***HACKING ET CONTRE-MESURE : PROTEGEZ VOTRE RESEAU INFORMATIQUE ET VOTRE INFRASTRUCTURE IoT**

<u>Jour 1</u>	<u>Jour 2</u>	<u>Travaux pratiques</u>
<b>Tour de table</b>	<b>Comment les hackers structurent leurs attaques ?</b> Trouver les failles des systèmes Référence des applications RFC Identifier les applications distantes IRC warez channels Social-Engineer Toolkit (SET)	<b>DNS</b> Identification d'une organisation Résolution de nom Outil de requête DNS Analyse du contenu DNS DNS transfert de zone
<b>Introduction</b> Le hacking – définition Qui sont les hackers ? Les 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	<b>Les outils des hackers</b> Scanner passif Scanner actif Notion d'exploit Kit de hacking Principe du rootKit	<b>Protocole ICMP</b> 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
<b>Notions de bases</b> 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	<b>Jour 3</b> <b>Les attaques</b> 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	<b>Scanner</b> Utilisation d'un scanner en mode passif Utilisation d'un scanner en mode actif Test de firewall Détection d'OS
<b>Comment les hackers trouvent leur cible ?</b> Utilisation du protocole ICMP Identification d'une organisation Identification d'une architecture Connaître la distance dans le réseau Identifier les OS à distance	<b>Les contre-mesures</b> Organiser une riposte immédiate Politique de sécurité Sécurité physique Veille technologique Architecture des systèmes Outils d'analyse Piratage éthique Travaux pratiques	<b>Faillle de sécurité</b> Brute force - Attaque de dictionnaire Buffer overflow Analyse de code Recherche de faille de sécurité système Utilisation des outils intégrés de hacking
		<b>Tour de table</b>

## 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

Techniciens ou Ingénieurs en charge du réseau informatique de l'entreprise ou de l'usine, responsables en sécurité industrielle, chefs de projet qui doivent monter en compétences en sécurité industrielle.

### 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

28 septembre 2023

### 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

700€ HT (550 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothée 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***(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)***INTRODUCTION A LA CYBERSECURITE INDUSTRIELLE****Matin****Tour de table****Introduction**

- La cybersécurité, c'est quoi ?
- Chronologie de la cyberattaque NotPetya

**Les réseaux, protocoles et infrastructure pour l'industrie 4.0**

- Terminologie et définitions (OT, ICS, DCS, SCADA,..)
- Architecture et réseaux
- Evolution des systèmes industriels
- Protocoles et bus de terrain

**Stratégie de mise en œuvre**

- Sécuriser dans un environnement 4.0
- Exemples d'incidents
- La cybersécurité d'un système industriel (des mythes, des légendes et de la confusion)
- La cybersécurité industrielle, par où commencer ?

**Qu'est-ce qu'une surface d'attaque ?**

- Impact des technologies réseau
- Vecteurs d'attaque spécifique aux équipements ICS
- Les principales vulnérabilités
- La « mécanique » de l'attaque

**Après- Midi****Bonnes pratiques : la gestion des risques**

- Stratégie de la gestion des risques cyber
- La gestion des risques, une affaire de méthode
- Manager la cybersécurité
- Principes d'une analyse du risque cyber

**Ebios : une METHODOLOGIE FRANCAISE, une référence internationale**

- Cadrage et socle de sécurité
- Sources de risque
- Scenarii stratégiques et opérationnels
- Traitement des risques
- Etude d'un cas

**De l'AMDEC à la cyber AMDEC**

- AMDEC et CYBER..pas toujours en phase

**IEC 62443 la cybersécurité pour l'industrie**

- Approche
- Exigence et niveau de sécurisation
- Zones et conduits
- Interconnexions et cloisonnement des réseaux
- Le cas de la télémaintenance
- Maturité et capitalisation
- Etude d'un cas

**Gestion de crise**

- Se préparer
- Déetecter 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.*

### OBJECTIFS

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 7 au 9 novembre 2023

### 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

2 150 € HT (1 750 € 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 découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

**SECURITE DES SYSTEMES EMBARQUES ET DES OBJETS CONNECTES. COMPRENDRE LES ATTAQUES HARDWARE/SOFTWARE POUR SE PREMUNIR**

**Jour 1**

**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)
- Accès au Firmware par différentes interfaces

**MODULE 4 : Attaques sur un système embarqué particulier, l'objet connecté (IoT)**

- Réaliser un audit complet appliquée à notre système embarqué vulnérable :
- TP : Identifier les composants électroniques et analyser les protocoles*
- TP : Modifier et extraire un firmware via les fonctions de débogage SWD avec HardSploit*
- TP : Réaliser un fuzzing simplifié des interfaces externes pour détecter des vulnérabilités basiques sur l'embarqué*
- TP : 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)*

**JOUR 2**

**MODULE 5 : Comment sécuriser votre matériel**

- Découvrir la cryptographie et les différents moyens de sécuriser son système et ses communications**
- Conception sécurisée et cycle de vie de développement (SDLC)
- Examen des meilleures pratiques de sécurité matérielle pour limiter les risques
- 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 à partir des émissions radio capturées dans les aires (communication sans fil d'un panneau à LED)*

**JOUR 3**

**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**

## Sécurité matérielle des systèmes embarqués Mise en œuvre sur les architectures ARM

*Cette formation vous présente les principales vulnérabilités possibles d'un système embarqué au niveau hardware & software et vous aide à préparer votre défense. Une introduction à la sécurisation cryptographique est proposée ainsi que l'approche secure by design ARM, une méthode de sécurisation de votre système embarqué à base de cœur ARM.*

### OBJECTIFS

Découvrir les vulnérabilités possibles d'un système embarqué  
Découvrir les bonnes pratiques de sécurisation cryptographique  
Découvrir l'approche secure by design ARM  
Anticiper les risques d'attaques dès la conception et penser la sécurité du système dans son ensemble pour préparer sa défense

### 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

Une première expérience en développement de systèmes embarqués sur MCU et/MPU

### INTERVENANT

Expert en cybersécurité  
en conception de cartes et programmes embarqués..  
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. Feuille de présence signée par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

Du 7 au 9 novembre 2023

### LIEU

Toulouse (31)

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX INTER

2 500 € HT (1 900 € 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 découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)***SECURITE MATERIELLE DES SYSTEMES EMBARQUES MISE EN ŒUVRE SUR LES ARCHITECTURES ARM****Tour de table****Jour 1: Introduction à la cyber sécurité des systèmes embarqués****Module 1 : Etat des lieux de la cyber sécurité des systèmes embarqués**

- Top 10 des menaces les plus courantes
- Pourquoi sécuriser son système embarqué
- Protéger l'infrastructure réseau
- Protéger les biens ou la sécurité physique du client final
- Protéger la propriété intellectuelle
- Niveau de maturité des produits embarqués actuels en matière de sécurité
- Sécurité des systèmes à base de MCU / microcontrôleur vs MPU / Microprocesseur
- Verrous techniques et contraintes liées à la sécurisation des produits embarqués

**Module 2 : Classification des attaques contre les systèmes embarqués à base de MCU / microcontrôleur**

- L'analyse préliminaire d'un produit :
- Recherche de vulnérabilités publiques
- Techniques et outils de rétro-ingénierie matérielle
- Techniques et outils de rétro-ingénierie logicielle
- La découverte de vulnérabilités
- Méthodes passives : écoute réseau, probing et side-channel
- Méthodes actives : le fuzzing aux interfaces et ports de debug
- Exploitation de vulnérabilités :
- Attaques RF par SDR (spoofing GPS, répéteur RF, sécurité du GSM, etc.)
- Attaques sur le réseau
- Attaques logicielles du type Buffer/Int overflow.
- Attaques side-channel avec et sans accès physique au produit
- Attaques par glitches électriques
- Cas pratique : Analyse de sécurité de la clé de chiffrement Woookey de l'ANSSI

**Module 3 : Préparer sa défense**

- Cadre réglementaire (ISO62443, Cyber Resilience Act, certification CSPN, ...)
- Définir son problème de sécurité
- biens, menaces, modèle d'attaquant, hypothèses
- Analyser le risque de façon simple
- Evaluer la gravité d'une attaque (selon la méthode ANSSI CSPN)
- Cas pratique : Rédaction d'une ébauche de cible de sécurité pour tracking d'assets ou smart meter ou caméra connectée

**Module 4 : Notions de cryptographie**

- Cryptographie symétrique authentifiée ou non
- AES, AES-CBC, AES-CTR, AES-CCM et AES-GCM
- Cryptographie à clé publique
- RSA, ECDSA, négociation de clés cryptographiques
- Algorithmes de hachage et de MAC
- SHA, HMAC, CMAC
- Diversification des clés cryptographiques et génération d'aléa

**Jour 2 : Mise en œuvre de l'approche secure by design ARM (partie 1)****Module 5 : ARM PSA dans le détail**

- Cycle de vie pour la sécurité
- Attestation
- Démarrage sécurisé
- Mise à jour sécurisée
- Communications sécurisées
- Partitionnement logique
- Binding

**Module 6 : TP mise en place d'une connexion TLS avec MbedTLS et Zephyr OS**

- Développement d'un serveur echo non sécurisé
- Génération d'une infrastructure PKI avec Open SSL
- Développement d'un serveur echo sécurisé avec TLS

**Jour 3 : Mise en œuvre de l'approche secure by design ARM (partie 2)****Modules 7 : Développer de façon sécurisée**

- Les bonnes pratiques
- Processus de développement
- Etude de cas pratiques

**Module 8 : TP mise en place d'un mécanisme de MAJ et démarrage sécurisé****Présentation de MCUBoot**

- Les modes de mises à jour
- L'anti rollback
- Le chiffrement du firmware
- Configuration et déploiement de MCUBoot avec Zephyr
- Application au serveur echo

**Module 9 : Sécurité avancée avec ARM TrustZone**

- Zoom sur l'extension de sécurité TrustZone pour Cortex M23 et M33
- Présentation générale du TF-M
- Les services de sécurité offerts par le TF-M
- Le problème du provisionning des clés à grande échelle

**Tour de table**

## Cybersécurité et conformité automobile- ISO 21434

*Cette formation présente les fondamentaux de la cybersécurité et les problématiques associées au domaine automobile. Elle vise à comprendre comment mener à bien une politique de sécurité cohérente et efficace.*

### OBJECTIFS

L'objectif est de comprendre et se sensibiliser au travers de la norme ISO/SAE 21434 ce qu'est :

Une politique de cyber sécurité, les règles et processus spécifiques  
L'instauration et le maintien d'une culture cyber sécurité

La gestion et l'évaluation du risque

L'intégration de la cyber sécurité au sein des phases du cycle de vie

### PUBLIC VISE

Professionnels intervenants sur une ou plusieurs étapes du cycle de vie des systèmes automobiles mais aussi développeurs, architectes, intégrateurs, concepteurs, chefs de projet ou manager.

### PREREQUIS

Aucune expérience en sécurité embarquée nécessaire. Néanmoins des notions sur les infrastructures automobiles sont souhaitables.

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

### INTERVENANT

Expert en cybersécurité automobile.

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 27 et 28 juin 2023

### 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

1 600€ HT ( 1 300 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothée WALLART

✉ wallart@captronic.fr

① 06 30 92 27 32

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

## PROGRAMME DETAILLE

### CYBERSECURITE ET CONFORMITE AUTOMOBILE - ISO 21434

#### Tour de table

##### Introduction à la cybersécurité :

- Vocabulaire et définition
- Pourquoi c'est important ?
- Comprendre le besoin et son évolution au fil du temps
- La notion de « surface d'attaque »

##### Fondamentaux de la cybersécurité :

- Sécurité, sûreté et cybersécurité
- Aspects légaux, réglementaires et normatifs
- Comment protéger la donnée
- Valeur de nos données

##### Le risque en cybersécurité :

- Définitions et concepts
- Casser les idées reçues
- Nouvelles technologies, nouvelles menaces
- L'analyse de risque

##### Mesures de cybersécurité :

- Principes d'authentification et d'autorisation
- Le chiffrement
- Principes de cybersécurité dès la conception
- L'audit et le test d'intrusion

##### La norme ISO 21434 :

- Introduction / Définitions
- Gestion CS organisationnelle
- Gestion CS sur projet
- Activités distribuées de la CS
- Activités de CS continues
- Phase de concept
- Analyse de risque
- Développement du produit
- Validation de la CS
- Production
- Opération et maintenance
- Décommissionnement

#### Tour de table

## Cybersécurité et conformité IoT à la Directive RED- Introduction à la cybersécurité et application de l'ETSI EN 303 645

*Le secteur industriel est comme pour le grand public, sujet aux attaques et aux cybermenaces qui sont toujours plus nombreuses. Les normes de cybersécurité servent à guider les entreprises dans la mise en œuvre de bonnes pratiques pour sécuriser les objets connectés.*

*Cette formation permettra d'avoir une introduction à la cybersécurité et un décryptage de la directive RED en lien avec la nouvelle réglementation pour vos équipements radio et IoT selon l'ETSI EN 303 645.*

### OBJECTIFS

Comprendre les bases et principes fondamentaux de la cybersécurité.

Connaitre la norme ETSI EN 303 645, son guide d'implémentation ETSI TR 103 621 et la méthodologie d'évaluation ETSI TS 103 701.

Apprendre à préparer au mieux la certification de votre produit.

### PUBLIC VISE

Personnes travaillant dans le milieu des objets connectés et notamment qui participent à des projets devant être en conformité avec la nouvelle directive RED.

### PREREQUIS

Aucune expérience en cybersécurité nécessaire. Néanmoins des connaissances sur les réseaux et les architectures d'objets connectés sont souhaitables.

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

### INTERVENANT

Expert en cybersécurité IoT et 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 – Plateforme web interactive (Klaxoon)- 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 septembre 2023

Les 12 et 13 décembre 2023

### 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

1 600€ HT ( 1 300 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

### CONTACT

Dorothée WALLART

✉ wallart@captronic.fr

① 06 30 92 27 32

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

**PROGRAMME DETAILLE**

*(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

**CYBERSECURITE ET CONFORMITE IOT A LA DIRECTIVE RED**

**Jour 1**

**Tour de table**

**Introduction à la cybersécurité :**

Vocabulaire et définition  
Pourquoi c'est important ?  
Comprendre le besoin et son évolution au fil du temps  
La notion de « surface d'attaque »

**Contexte de la cybersécurité :**

Définitions  
Revue du contexte  
Réseaux IoT  
La surface d'attaque  
Aspects légaux/réglementaires  
Protéger les données  
Critères de protections  
Sûreté & Cybersécurité  
Nouvelles technologies

**Fondamentaux de la cybersécurité :**

Le risque en cybersécurité  
Marché de la cybersécurité  
Cybersécurité dès la conception

**La directive RED :**

Aspects légaux, réglementaires et normatifs  
La protection des réseaux 3(3)(d)  
La protection des données personnelles et de la vie privée 3(3)(e)  
La protection contre la fraude 3(3)(f)

**Jour 2**

**La norme ETSI EN 303 645 :**

Périmètre d'application  
Les 13 exigences de la norme  
*TP : Définir les exigences s'appliquant à une serrure biométrique connectée*

**Le guide d'implémentation ETSI TR 103 621 :**

Objectifs du guide  
Les implémentations proposées  
*TP : Protéger une serrure biométrique connectée*

**Les spécifications d'évaluation ETSI TS 103 701 :**

Fonctionnement de l'évaluation  
Implementation Conformance Statement (ICS)  
Implementation eXtra Information for Testing (IXIT)  
*TP : Préparer le dossier d'évaluation d'une serrure biométrique connectée*

**Pour aller plus loin :**

NIST 8425  
Certification ioXt  
Evaluation GSMA  
Schéma PSA Certified  
Schéma SESIP

**Tour de table**

## Achat de composants électroniques : Sécurisation des approvisionnements et gestion de risque

*Le contexte mondial actuel, les crises géopolitiques, sanitaires, énergétiques ont pour conséquence d'augmenter très fortement les risques d'approvisionnement dans de nombreux secteurs d'activité, particulièrement en électronique. Les entreprises doivent impérativement mettre en place un plan de management des risques liés à cette situation, pour limiter les conséquences sur leurs productions.*

### OBJECTIFS

Comprendre les difficultés actuelles liées aux achats techniques (composants, cartes, sous-ensembles, matières premières...)

Découvrir et vous approprier une méthode, une démarche, des outils de gestion du risque.

Bâtir une stratégie Achat performante, ainsi qu'un plan de gestion des risques liés aux approvisionnements nécessaires à la fabrication de vos ensembles et sous-ensembles électroniques.

### PUBLIC VISE

Responsables achats, Responsables de projets, Ingénieurs, Techniciens en charge de la conception d'un produit souhaitant sécuriser l'approvisionnement des composants

### 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

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

① 06 87 83 32 32

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

## PROGRAMME DETAILLE

### ACHAT DE COMPOSANTS ELECTRONIQUES : SECURISATION DES APPROVISIONNEMENTS ET GESTION DES RISQUES

#### Tour de table

#### Introduction

##### Des marchés désorganisés au niveau mondial

Conjonction des crises sanitaires, géopolitiques, énergétiques.

Des marchés extrêmement perturbés, impactant tous les principaux secteurs industriels.

Des effets non seulement conjoncturels, mais aussi structurels.

##### Les perturbations de la Supply Chain électronique

Les impacts spécifiques sur le secteur électronique.

Les composants électroniques : une fabrication mondialisée.

Pièces mécaniques standards ou sur plan : des problèmes liés aux matières premières.

Une logistique internationale perturbée.

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

#### 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.

#### Les enjeux de la maîtrise des risques Achats

Les grands principes de la gestion des risques.

La gestion des risques appliquée aux processus Achats de l'entreprise.

Les principaux risques.

#### Mise en place d'un plan de gestion des risques

Une approche du risque par segment d'achat.

Plan de Gestion du Risque Fournisseurs : définition, mise en place, suivi des indicateurs d'alerte.

Intégrer le plan de gestion des risques Achats dans une démarche d'amélioration continue.

*Exercice – Management du risque Achats – Structure de l'équipe*

#### La prévention du risque Approvisionnement

*Anticiper les difficultés d'approvisionnement dès les phases de conception.*

Aspect Juridique des commandes et des contrats d'achat : quelles protections en attendre, quelles sont les précautions minimums à prendre ?

Définir une politique de stock adaptée.

Sécuriser le panel fournisseurs.

#### Etude de cas : gestion des risques et coût global

#### Mise en application individuelle.

#### Conclusion / questions diverses

#### 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

## Introduction aux concepts de la certification ATEX : zoom sur la sécurité intrinsèque

*Cette formation vous propose de découvrir les principes de base de la Directive, le processus de certification d'un équipement ATEX et les modes de protection produit.*

### OBJECTIFS

Découvrir les principes de base de la Directive ATEX  
Evaluer le risque d'explosion par l'analyse d'une carte électronique  
Comprendre la classification en zones et les moyens de protection produit

### PUBLIC VISE

Techniciens et ingénieurs en charge de la réglementation ATEX en conception de produit.

### PREREQUIS

Connaissances de base en électronique

### INTERVENANT

Expert en certification ATEX et en conception de cartes 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

Support de cours. 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. Feuille de présence signée par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

### DATES

Le 21 mars 2023

### LIEU

Montpellier (34)

### DUREE

1 jours – 7 h

### PRIX

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

### CONTACT

Dorothée 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

### INTRODUCTION A LA CERTIFICATION ATEX

#### **Tour de table**

Introduction au phénomène de l'explosion

Caractérisation des risques d'explosion dans un environnement

Caractérisation des équipements installés en atmosphères explosive

Adéquation des équipements à leur environnement

Introduction aux modes protections des équipements

Marquage des équipements

Processus de certification d'un équipement ATEX

Obligations pour les fabricants

Obligations pour les utilisateurs finaux

Zoom sur le mode de protection Ex i

Cas d'application – Mise en œuvre de la sécurité intrinsèque sur un circuit électronique

#### **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 jour – 7h

### PRIX

Sur demande

### CONTACT

Sébastien SALAS  
✉ salas@captronic.fr  
① 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

##### Les fondamentaux de l'IoT

Objets connectés, de quoi parle t on

Création de valeur, pourquoi

Exemples de services connectés

#### Mise en pratique

Créer votre service connecté

#### IIoT

La récupération de données mais pour quoi faire ?

L'IoT Industriel, c'est quoi réellement ?

Comment faire simplement

Conclusion de la journée

#### 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**

## Prévention et maîtrise des ESD

### OBJECTIFS

Maitriser 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

① 06 70 73 23 43

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

## PROGRAMME DETAILLE

### 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, PMEs, 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  
☎ 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

① 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 évènementiel

##### 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

## Qt Quick pour votre IHM

*Qt est un outil de développement multiplateforme permettant de créer des applications à partir d'un 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

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation à distance ou en présentiel

### DUREE

4 demi-journées – 14h

### PRIX

Sur demande

### CONTACT

Sébastien SALAS  
✉ salas@captronic.fr  
① 06 87 83 32 32

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-Vue

##### 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 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

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

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation à distance ou en présentiel

### DUREE

4 demi-journées – 14h

### PRIX

Sur demande

### CONTACT

Sébastien SALAS  
 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

### 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

## 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  
 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

① 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

#### Bibliothèque Widget

##### 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

#### 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, Pictogrammes vs Images

#### Bibliothèque HAL

- La classe GPIO
- Mise en œuvre GPIO Numérique
- Mise en œuvre GPIO Analogique et PWM

#### Échanges avec le code Natif en SNI

- Mécanisme SNI, Types SNI
- Convention d'appel SNI
- Mise en œuvre de SNI

#### Échanges 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

☎ 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

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 technologiques 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

✆ 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 DATA. 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 le 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

## Brasage manuel

*Cette formation est essentiellement axée sur la pratique en atelier sur le matériel et composants en intra sur site. Les explications théoriques viennent compléter les manipulations, permettant ainsi une meilleure compréhension des divers procédés et des raisons qui ont poussé à les utiliser. Le découpage proposé ci-après peut être légèrement modifié selon les besoins.*

### OBJECTIFS

Acquérir les connaissances et les techniques nécessaires pour un brasage réussi,  
S'initier aux propriétés fondamentales, mise en œuvre pour le brasage de composants, câbles, dans les procédés de fabrication d'équipements électroniques,  
S'initier au brasage manuel des composants traversants et CMS y compris pour la réparation,  
Maîtriser les gestes de base et les répéter,  
Être capable de reconnaître la conformité de l'assemblage réalisé.

### PUBLIC VISE

Câbleurs, retoucheurs, contrôleurs et techniciens de production, du services méthodes désirant compléter et/ou actualiser leurs connaissances du brasage manuel, étant amené à braser un composant CMS au fer à souder.

### PREREQUIS

Pas de prérequis.

### INTERVENANT

Formateur/Expert de l'assemblage et des soudures.  
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 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

☎ 06 87 83 32 32

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

## PROGRAMME DETAILLE

### BRASAGE MANUEL

#### Tour de table

#### Notions fondamentales :

##### **Présentation du module**

- Objectifs
- Document de référence
- Principaux risques associés au brasage
  - Risques pour les personnes
  - Risques pour les produits

##### **Le brasage**

- Définitions
- Brasage ou soudage ?
- Brasage tendre / brasage fort
- Résultat attendu sur une carte électronique

##### **Les principaux phénomènes physiques**

- Mouillage
- Capillarité
- Dissolution
  - Diffusion
  - Inter métallique
  - Impact de l'azote dans le process

##### **Notion de conduction Thermique**

##### **Résumé**

##### **Les alliages**

- Définition
- Les principaux alliages utilisés en électronique
- Caractéristiques significatives

##### **Les flux**

- Le rôle du flux
- Les principaux types de flux

##### **Les principales techniques de brasage**

- Brasage au fer
- Composants traversants
- Composants C.M.S
- Brasage par convection
- Brasage en phase vapeur
- Brasage à la vague
- Brasage à la vague sélective

#### **Brasage des composants traversants**

##### **Présentation du module**

- Objectifs
- Document de référence
- Modules de formation associés

##### **Le brasage des composants traversants**

- Objectif visé pour les classes 1, 2, 3 IPC-A-610
- Choix de la panne

#### Technologie de la panne

#### Taille de la panne

#### Choix du fil

#### Choix de la température

#### Entretien du fer

#### Réaliser une brasure sur différents types de composants – Les bons gestes

#### Cas difficiles

#### Nettoyage manuel des résidus

#### Apport supplémentaire de flux

#### Reprise d'une brasure non conforme

#### **Résumé**

#### **Les composants montés en surface (C.M.S.) :**

##### **Présentation du module**

- Objectifs
- Document de référence
- Modules de formation associés

##### **Le brasage des composants traversants**

#### Objectif visé pour les classes 1, 2, 3 IPC-A-610

#### Choix de la panne

#### Technologie de la panne

#### Taille de la panne

#### Choix du fil

#### Choix de la température

#### Entretien du fer

#### Réaliser une brasure sur différents types de composants – Les bons gestes

#### Cas difficiles

#### Nettoyage manuel des résidus

#### Apport supplémentaire de flux

#### Reprise d'une brasure non conforme

#### **Résumé**

#### **Travaux pratiques inclus :**

##### **Exercices de retouche sur cartes réelles issues de la production :**

#### Changement de composants traversants

#### Sélection des techniques appropriées

#### Contrôle après intervention suivant critères IPC classe 3 - 2

##### **Exercices de retouche sur cartes issues de productions (suite des exercices):**

#### Retouches et reprises à effectuer suivant fiche de travail

#### Changement de composants traversants

#### Contrôles après interventions

#### **Tour de table**

## IA : notions, implications et mise en œuvre

*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 et la conduite du changement à mener auprès des Start-up.*

### OBJECTIFS

Comprendre les notions/définitions et les implications de l'IA et de ses composantes.

Comment évaluer efficacement les besoins matière d'IA des projets afin de conseiller les start-up et de les diriger vers des experts,

Quels sont les prérequis avant de s'engager dans un projet intégrant de l'IA,

Comment les orienter pour définir une feuille de route R&D

### PUBLIC VISE

Chargés d'affaires du réseau Quest for Change

### PREREQUIS

Aucun

### INTERVENANT

Ingénieur en Génie Industriel et systèmes complexes avec une 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

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 à distance ou en présentiel

### DUREE

1 jour – 7h

### PRIX

A la demande

### CONTACT

Sébastien SALAS

✉ salas@captronic.fr

① 06 87 83 32 32

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

## PROGRAMME DETAILLE

### IA NOTIONS IMPLICATIONS ET MIS EN OEUVRE

#### 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), pour comprendre :

- Ce qui est aujourd’hui mature et accessible
- Les tendances et les perspectives d’avenir

##### 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 ?

#### *Questions/réponses*

#### 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

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation à distance ou en présentiel

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

A la demande

### CONTACT

Sébastien SALAS

✉ 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 LA CONCEPTION D'UN SYSTEME RADIOFRÉQUENCE

#### Tour de table

##### 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, également de spectre, lignes de transmission (PCB, câbles...),

##### 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...

##### 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...

##### 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...

##### 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...

##### Marquage et certification

Marquage CE d'un produit communiquant : 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

Maitriser 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  
Connaitre 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

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation à distance ou en présentiel

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

A la demande

### CONTACT

Sébastien SALAS

✉ salas@captronic.fr

① 06 87 83 32 32

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

## PROGRAMME DETAILLE

### INTEGRATION D'UNE SOLUTION RADIO DANS VOS SYSTEMES CONNECTES 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

## Intégration d'antennes dans le monde de l'IoT

*Savoir choisir, intégrer et adapter une antenne suivant les besoins et les contraintes du système communicant*

*Mieux anticiper les problématiques de performances et d'intégration d'une antenne grâce à la simulation et aux mesures.*

### OBJECTIFS

Être capable de prendre en compte les paramètres les plus importants pour choisir une antenne ou rédiger un cahier des charges pour faire réaliser une antenne spécifique - Appréhender les techniques et l'étude des antennes destinées aux produits et objets communicants - Savoir réaliser des mesures simples sur les antennes - Savoir concevoir un PCB permettant de valider l'adaptation d'une antenne - Savoir adapter une antenne grâce à un outil de simulation et la vérifier avec un analyseur de réseaux vectoriel.- Appréhender le compromis entre performances et contraintes d'intégration

### PUBLIC VISE

Électroniciens de conception, intégrateurs de modules radio, enseignants

### PREREQUIS

Bases en électronique et RF

### INTERVENANT

Formateurs expérimentés, Enseignant-Chercheur spécialisé en radio fréquence 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. 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 à distance ou en présentiel

### DUREE

2 jours – 14h

### 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

### INTEGRATION D'ANTENNES DANS LE MONDE DE L'IOT

#### Tour de table

#### Jour 1 : Théorie

##### Théorie sur les radio-fréquences

Propagation des ondes  
Abaque de Smith  
Adaptation d'impédance  
Principe antenne dipolaire  
Paramètres d'une antenne (gain directivité, bande passante...)  
Différents types d'antennes (PCB, céramique...)  
Influence des paramètres extérieurs d'une antenne (milieu de propagation, obstacles...)  
Influence de l'environnement proche (boîtier, plan de masse, accessoire...)  
Les moyens de caractérisation des antennes : Analyseur vectoriel, chambre Anechoïque  
Prise en main de l'abaque de Smith  
Bilan de liaison

#### Jour 2 : Travaux pratiques

Adaptation d'une antenne (logiciel Smith Chart)  
Calibrage d'un VNA  
Utilisation d'un VNA  
Simulation d'une antenne pour objet connecté  
Simulation de la propagation en milieu industriel et bilan de liaison  
Mesure du diagramme de rayonnement d'une antenne en chambre anéchoïque. Lexique et définitions de base utilisés en communication radiofréquence

#### 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 SoC FPGA.

### 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

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation à distance ou en présentiel

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

A la demande

### CONTACT

Sébastien SALAS

✉ 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

### 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

## 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

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation à distance ou en présentiel

### DUREE

2 jours – 14h

### PRIX

A la demande

### CONTACT

Sébastien SALAS

✉ 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

### ANDROID POUR SMARTPHONES ET TABLETTES

#### Tour de table

#### 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

#### 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

#### 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

#### 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

#### 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

#### 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

#### 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

## Réglementations des fréquences radio pour l'IoT : Disponibilités et contraintes

*Les technologies radio pour l'IoT sont nombreuses et variées. Elles utilisent toutes des bandes de fréquences radio dont les contraintes réglementaires influencent le résultat final. La formation proposée présente les possibilités et les contraintes des réglementations des fréquences radio pour choisir en conséquence la technologie radio de son IoT en fonction de l'usage.*

### OBJECTIFS

Connaître les principes de la réglementation spectrale en Europe et ailleurs

Connaître les possibilités réglementaires des fréquences radio de l'IoT

Savoir déterminer la(les) bande(s) de fréquence radio adaptée(s) à son IoT

### PUBLIC VISE

Ingénieurs et techniciens impliqués dans le développement de produits connectés ou déployant des systèmes IoT radio. Responsable du bureau d'études électronique/logiciel ou du 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

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation à distance ou en présentiel

### DUREE

1 jour – 7h00

### PRIX

A la demande

### CONTACT

Sébastien SALAS

✉ 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

### REGLEMENTATIONS DES FREQUENCES RADIO POUR L'IOT : DISPOBILITES ET CONTRAINTES

#### Tour de table

#### Principes de la réglementation du spectre radio

#### Spectre radio à licence d'utilisation

#### Spectre radio à autorisation générale

#### Mécanismes de partage du spectre DC, FH, LBT ; conséquences sur l'usage

#### Différences de réglementation entre les régions du monde

#### Classification spectrale des technologies radio IoT et usages préférentiels :

- IoT cellulaire
- LPWAN sub-gigahertz
- WLAN pour l'IOT
- IoT satellitaire
- IoT temps-réel

#### Bonnes pratiques et exemples pour les fréquences de son IoT national, européen, transcontinental

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

#### Tour de table

## Introduction à Mioky®, un standard radio LPWAN robuste pour l'IoT

### OBJECTIFS

Connaître les contraintes des radios LPWAN pour l'IoT.  
Connaître les principes de la radio Mioky® et son architecture système.  
Savoir exploiter les points forts du Mioky® pour son cas d'usage.  
Savoir dimensionner un projet Mioky® connecté.

### 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

Connaissance de base sur les réseaux et protocoles de communication et sur la radio.  
Si formation à distance, 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. Rapporteur du protocole LTN (norme Mioky®) à l'ETSI.

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 démonstrations pratiques sur plateforme Mioky®. 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 demi-journées – 7h

### PRIX

Sur demande

### CONTACT

Sébastien SALAS

✉ salas@captronic.fr

① 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 MIOTY®, UN STANDARD RADIO LPWAN ROBUSTE POUR L'IoT

#### Tour de table

##### Les technos LPWAN pour l'IoT

une apparente contradiction  
points forts et limites des technos Sigfox et LoRa  
Mioty®, le meilleur des deux mondes ?

##### Eléments clé de Mioty®

normes, alliance et licences mioty®  
caractéristiques techniques  
telegram splitting et séquences temps/fréquence  
canaux radio et spectre de mioty®

##### Architecture d'un réseau Mioty®

end-point, base station et service center  
répartition des fonctionnalités standardisées  
mode transparent

##### Format général d'une trame radio et principes de communication

identifiants, headers, FEC, clés de cryptage  
procédure d'attachement  
échanges uplink et downlink

##### Taille des messages et occupation radio

tailles des données, débits radio  
respect des contraintes réglementaires (DC, FH, puissance radio)

##### Interfaces externes d'un lien radio Mioty®

commandes AT  
opérations JSON/  
MQTT

##### Exemples de cas d'usage liés aux avantages du Mioty®

industrial IoT et fortes interférences  
smart metering/smart building  
health monitoring

##### Démonstrations vidéo

émission/réception d'un message Mioty®  
spectre radio et occupation des canaux du Mioty®  
configuration d'une station de base Mioty®

#### 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. 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

CRESITT Industrie – LAB'O  
 1 avenue du Champs de Mars  
 CS 30019  
 45074 ORLEANS

### DUREE

1 jour – 7h

### PRIX

Sur demande

### 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  
Coupillage : 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

## Initiation algorithmique et langage C

*L'algorithmique est la base de tous les systèmes informatiques. C'est une notion de base qui permet de construire des programmes compréhensibles pour un ordinateur. Un programme simple ou complexe est basé sur un algorithme, c'est donc un passage incontournable dans les systèmes informatiques. Cette formation propose une initiation à l'algorithmique afin de poser les bases, puis de façon progressive l'apprentissage à un langage de programmation.*

### OBJECTIFS

Assimiler les concepts de l'algorithmique  
Savoir créer une application  
Mettre en œuvre les développements dans les projets  
Acquérir une vraie autonomie dans les développements logiciels

### PUBLIC VISE

Débutant en développement logiciel

### PREREQUIS

Aucun

### INTERVENANT

Ingénieur de Recherche au CNRS - 30 ans d'expérience en développement logiciel et modélisation. Enseignant le numérique dans plusieurs écoles.

### 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

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation à distance ou en présentiel

### DUREE

2,5 jours soit 17h30

### PRIX

A la demande

### CONTACT

Sébastien SALAS

✉ 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

### INITIATION ALGORITHMIQUE ET LANGAGE C

#### Introduction sur les fondements de l'informatique

##### Algorithmique

- Le formalisme / L'algorithme sous forme de texte
- Le formalisme / Représentation graphique
- La complexité
- Les langages d'implémentation
- Classifications des langages
- Classifications des langages / Compilé ou interprété
- La variable
- La variable / Déclaration
- La variable / Les types
- La variable / Affectation
- La variable / Saisir
- Les constantes
- Opérateurs et Calculs
- Opérateurs et Calculs / Priorité

#### Opérateurs arithmétiques unaires

#### Les opérateurs booléens

#### Les opérateurs de comparaison

- L'égalité
- La différence
- Inférieur, supérieur
- Les caractères
- Les chaînes de caractères

#### Les tests et conditions

- Tests SI - Forme simple
- Tests SI - Forme complexe
- Tests SI – Imbriqués

#### Choix multiples / "Selon que"

#### Boucle de programme

- Tant Que
- Répéter ... Jusqu'à
- Pour ... Fin Pour

#### Format des données

- Scalaire
- Tableau – utilisation
- Tableau dynamique

#### Tableau n dimensions

#### Algorithmes simples / Recherche d'un élément

#### Algorithmes avancés

- Le tri
- Le tri par sélection
- Le tri à bulles
- Le tri par insertion
- Le tri Shell
- Recherche par dichotomie

#### Sous--programme

- Déclaration et définition
- Appel
- Procédures
- Fonctions

#### Variables locales et globales

#### Les paramètres de procédure et fonction

#### Les paramètres / Les tableaux

#### Les sous-programmes récursifs

#### Les fichiers

- Format binaire, texte
- Les enregistrements
- Utilisation d'un fichier / Ouverture, fermeture
- Utilisation d'un fichier / Lecture
- Utilisation d'un fichier / Ecriture
- Utilisation d'un fichier / Structure

#### Notion de pointeur

#### Les listes linéaires chaînées

- Création, ajout, suppression
- Parcours de la liste

#### Les arbres

- N-Aire
- Binaire

**TP: 10 exercices sont prévus pour illustrer tous les chapitres de cette formation. Certains exercices sont prévus en langage C afin de mettre en application les aspects algorithmiques vu en cours**

## Linux – Les bases de la programmation système

*C fait partie des langages indétrônable, 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, sa polyvalence, et par ses performances d'exécution. Le langage C est disponible sur toutes les plateformes et également dans l'embarqué. Cette formation, vous propose dans un premier temps l'apprentissage du 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 de développement sous Linux  
Savoir développer une application multi processus sous Linux  
Mettre en œuvre les développements dans les projets  
Acquérir une vraie autonomie dans les développements systèmes

### PUBLIC VISE

Développeur d'application débutant à intermédiaire en développement système

### PREREQUIS

Une connaissance du langage C est obligatoire.

### INTERVENANT

Ingénieur de Recherche au CNRS - 30 ans d'expérience en développement logiciel et modélisation. Enseignant le numérique dans plusieurs écoles.

### 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

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation à distance ou en présentiel

### DUREE

3 jours soit 21h

### PRIX

A la demande

### CONTACT

Sébastien SALAS

✉ 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

### LINUX – LES BASES DE LA PROGRAMMATION SYSTEME

#### Introduction

Structure de Linux : noyau, espace suer et kernel  
 Environnement de développement  
 Librairie : structure, librairie partagée  
 Compilateur C/C++  
 Outils de debug

#### Les processus

Concept de processus, identifications  
 Création, terminaison d'un processus et exécution  
 Scheduler sous Linux  
 Affinité avec les processeurs  
 Problèmes de sécurité  
**TP: Création de processus**

#### Les threads Posix

Principe des threads Posix.1c.  
 Machine à états d'un thread.  
 Synchronisation des threads : utilisation des mutex, sémaphores et des variables conditions.  
 Notion de section critique : protocoles d'entrée et sortie  
 Variables atomiques, sections atomiques  
 Gestion de la priorité d'un thread  
 Détacher un thread  
 Les attributs pour les threads  
 Les différents paradigmes : producteurs / consommateurs, lecteur écrivain  
 Thread périodique et gestion du temps  
**TP : Création de thread, synchronisation avec sémaphore et thread, utilisation des variables atomiques, mise en oeuvre producteurs / consommateurs, lecteur écrivain. Gestion du temps**

#### Communications entre processus IPC

Files de messages : principe. Files de messages System V et Posix.  
 Mémoire partagée : création, partage, accès partagé.  
 Synchronisation des accès : sémaphores Posix.  
 Tubes de communication : création d'un tube et tubes nommés.

**TP : Echange de données en processus avec la mémoire partagée, pipe et pipe nommé, mailing.**

#### Gestion de la mémoire

Principes de la mémoire virtuelle : espace d'adressage et mémoire physique.  
 Segmentation et pagination. Fautes de page.  
 Allocation de la mémoire : fonctions classiques, exploration de l'espace d'adressage, réussite et échec d'allocation.  
 Utilisation de la mémoire : projection, configuration, détection des fuites et débordements mémoire.

#### Signaux

Principe des signaux sous Linux, les différents signaux.  
 Gestion des signaux : émission et réception de signaux, masque de signaux, attente.  
 Signaux temps réel : principes. Emission et réception.  
**TP : Mise en œuvre des signaux avec masque, émission et réception.**

#### Communiquer sur le réseau

Appels système fondamentaux : résolution de noms, de services, création de sockets.  
 Communication TCP/IP et UDP/IP : serveurs multi-processus et multithreads, clients TCP.  
 Transmission unicast, multicast et broadcast.  
 Notion de l'architecture client serveur  
 Résolution de nom DNS.  
**TP : Développement d'un client serveur TCP/IP et UDP/IP et utilisation des threads.**

#### Entrées-sorties classiques et avancées

Descripteurs et flux : concepts, utilisation, paramétrage.  
 Entrées-sorties avancées : entrées-sorties non bloquantes et multiplexées, asynchronisme.  
**TP : Création de fichier, écriture, lecture.**

## JAVA

Java est depuis très longtemps l'un des langages de programmation les plus répandus et les plus efficaces. La raison en est qu'il présente de nombreux avantages qui aident les programmeurs à résoudre facilement des problèmes complexes du monde réel: syntaxe simplifiée et lecture facile, facilité d'apprentissage, bibliothèques très complètes. Java supprime toutes les fonctionnalités complexes de C et C++ comme les pointeurs, les structures, les unions et facilite l'implémentation des codes. L'un des principaux avantages de Java est qu'il s'agit aussi d'un langage de programmation orienté objet plus rapide que Python et R..

### OBJECTIFS

Assimiler les concepts de base de Java  
Mettre en œuvre le Java dans les projets  
Acquérir une vraie autonomie dans ce langage

### PUBLIC VISE

Développeur d'application objet, architecte logiciel.

### PREREQUIS

Connaissance d'un langage comme C ou C++ - Notions de langage objet nécessaires

### INTERVENANT

Ingénieur de Recherche au CNRS - 30 ans d'expérience en développement logiciel et modélisation. Enseignant le numérique dans plusieurs écoles.

### 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

Sur demande – formation  
dispensée en intra-entreprise

### LIEU

Formation à distance ou en présentiel

### DUREE

3 jours soit 21h

### PRIX

A la demande

### CONTACT

Sébastien SALAS  
✉ 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

### JAVA

#### Tour de table

##### Présentation générale

Pourquoi utiliser Java ?  
 Principes fondateurs de l'Objet  
 Présentation générale : le langage, les outils, la bibliothèque.  
 Les distributions de Java.  
 Le compilateur Java  
 La machine virtuelle Java

##### Bases du langage

Premier exemple de programme en Java  
 Conventions d'écriture.  
 Commentaires et mise en forme  
 Types primitifs de Java  
 Initialisation et constantes  
 Structure de contrôle  
 Opérateurs sur les types primitifs  
 Affectation, recopie et comparaison  
 Les tableaux en Java.

##### Classes et objets

Classe et définition  
 Classe et notation UML  
 Classe et visibilité des attributs  
 Distinction entre attributs et variables  
 Objet et définition  
 États des objets  
 Affectation et comparaison  
 Structure des objets  
 Cycle de vie d'un objet  
 Création d'objets : déroulement  
 Création d'objets : réalisation  
 Constructeur sans arguments  
 Constructeurs multiples  
 Accès aux attributs  
 Envoi de messages : appel de méthodes  
 Envoi de messages : passage de paramètres  
 L'objet « courant » This  
 L'objet « courant » : attributs et méthodes  
 UML et codage d'une classe: composition, agrégation  
 Destruction et ramasse-miettes  
 Gestion des objets  
 Surcharge  
 Encapsulation : visibilité des membres d'une classe

Les chaînes de caractères « String »  
 Les Chaînes modifiables « StringBuffer »  
 Les chaînes décomposables « StringTokenizer »  
 Variables de classe  
 Constantes de classe  
 Variables et Constantes de classe  
 Méthodes de classe  
 Les tableaux en Java : application Objets  
 Varargs : passage de paramètres en nombre indéfini

##### Héritage

Définition et intérêts  
 Classes et sous-classes  
 Classes et sous-classes : terminologie  
 Généralisation et Spécialisation  
 Héritage et Java  
 Héritage à plusieurs niveaux  
 Surcharge et redéfinition  
 Redéfinition avec réutilisation  
 Usage des constructeurs: suite  
 La classe Object  
 Droits d'accès aux attributs et méthodes  
 Méthodes et classes finales

##### Héritage et Polymorphisme

Définition du polymorphisme  
 Polymorphisme : pourquoi faire ?  
 Polymorphisme et Java : surclassement  
 lien dynamique  
 bilan  
 downcasting  
 La méthode « equals() »  
 Classes abstraites : intérêts  
 Notion d'interface  
 Syntaxe associée aux interfaces  
 Implémentation et extensions multiples d'interfaces.  
 Classes abstraites versus interfaces  
 L'interface « Cloneable »  
 Les classes internes « Inner Classes »

##### Les exceptions

Définition

Mécanisme

Les exceptions courantes  
 Lancer et capturer une exception  
 Modélisation  
 Transmission d'information  
 Exception : finally  
 Exception : pour ou contre

##### Les indispensables en Java

Les packages  
 Javadoc et les commentaires  
 Construction d'une archive avec Jar

##### Les flux

Définition des flux de données  
 Hiérarchies de classes pour gérer les flux  
 Les flux de caractères  
 Les flux binaires  
 La classe File  
 Les collections  
 Les collections : les génériques Java  
 Les collections : Iterator  
 LinkedList  
 ArrayList  
 HashSet

**TP1:** Installation des outils de développement et de débogage

**TP2:** Développement d'une première application de base et découverte de la syntaxe du langage

**TP3:** Développement d'une première application avec des classes et des objets

**TP4:** Développement d'une première application avec la notion d'héritage

**TP5:** Mise en oeuvre des exceptions

**TP6:** Exercice sur les package, la documentation, les archives de déploiement

**TP7:** Gestion des flux

Mini projet: Développement d'une application en autonomie

##### Tour de table

## Traitement numérique du signal en C++ (temps réel)

*Durant cette formation, vous aurez l'occasion de découvrir (ou re-découvrir) les techniques les plus utiles en traitement numérique du signal, via une approche concrète fondée sur de nombreux cas et travaux pratiques. Le stagiaire pourra s'approprier chacune de ces techniques de manière intuitive et ludique, grâce à des travaux pratiques issus de cas réels. Ces travaux pratiques seront réalisés en langage C++ et avec des librairies open source, pour une applicabilité directe sur des systèmes temps réels.*

### OBJECTIF

Acquérir des compétences de base sur les méthodes les plus utiles en traitement numérique du signal.

### PUBLIC VISE

Ingénieurs en informatique, électronique ou télécommunications, chercheurs souhaitant progresser en traitement numérique du signal, en particulier sur la mise en œuvre pour des traitements en temps réel.

### PREREQUIS

Connaissances de base en traitement du signal et en informatique (C ou C++) nécessaires  
 PC portable (Linux /Ubuntu ≥ 20.04 ou Windows 10). Les TP seront réalisés en langage C++, avec les librairies Eigen et libtsd.

### 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 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. 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

Présentiel

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

A la demande

### CONTACT

Sébastien SALAS

✉ salas@captronic.fr

① 06 87 83 32 32

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

## PROGRAMME DETAILLE

### TRAITEMENT NUMERIQUE DU SIGNAL EN C++ (TEMPS REEL)

#### *Tour de table*

#### PARTIE 1 - SIGNAUX NUMÉRIQUES

Dans cette première partie, nous allons voir comment manipuler, visualiser et faire des traitements simples sur les signaux numériques, avec la librairie C++ Eigen.

**Librairie C++ Eigen** : vectorisation automatique des calculs (« comme Matlab »)

**Figures** : visualisation des signaux (temporel, fréquentiel, etc.)

**Signaux utiles** : génération de signaux périodiques, aléatoires, intervalles temporels, etc.

**Travaux pratiques** : calculs vectorisés avec Eigen, affichage et rééchantillonnage d'un signal

#### PARTIE 2 - FILTRAGE DES SIGNAUX

Nous allons étudier diverses techniques de filtrage linéaire, permettant de séparer différentes composantes d'un signal (par exemple suppression de signaux parasites).

**Notion de filtre** : équation aux différences, fonction de transfert

**Analyse d'un filtre** : réponses impulsionsnelles et fréquentielles, temps de groupe, pôles et zéros

**Synthèse RIF** : design par fenêtrage, équiondulation, structures particulières (CIC, CS...)

**Synthèse RII** : filtres de Butterworth, Chebyshev...

**Travaux pratiques** : analyse et mise en œuvre d'un filtre CIC pour le filtrage d'un signal audio issu d'un convertisseur sigma-delta, mise en œuvre d'une filtre en cosinus surélevé pour le filtrage d'un signal modulé, filtrage d'un électrocardiogramme

#### PARTIE 3 - TRANSFORMÉE DE FOURIER

Dans cette partie, nous allons voir comment la transformée de Fourier discrète (TFD) va pouvoir se montrer très utile tant pour l'analyse des signaux (estimation spectrale, calcul de délais, de fréquences, etc.) que pour le filtrage efficace des signaux.

**Transformée de Fourier discrète** : définition et intuition pratique

**Analyse spectrale** : spectre de puissance, zéro-padding, moyennage.

**TFD et convolution** : convolutions et corrélations rapides par FFT.

**Quelques applications** : estimation de fréquence, de délais, transformée de Hilbert

**Travaux pratiques** : calcul de délais entre deux signaux, déconvolution, démodulation AM par détection d'enveloppe.

#### PARTIE 4 - TRAITEMENTS TEMPS RÉEL

Dans cette partie, nous verrons différentes techniques permettant de traiter des signaux en temps-réel, au fil de l'eau (« en streaming »).

**Implémentation des filtres linéaires** : formes générales, factorisation en sections du second ordres (filtres RII), formes polyphasées (pour l'interpolation /la décimation), structures spéciales (moyennes glissantes, filtres CIC).

**Filtres spéciaux** : bufferisation des données, adaptation de rythme, FFT et technique OLA (filtrage en temps réel rapide), transformée de Hilbert.

**Travaux pratiques** : filtrage demi-bande (décimation), transposition de fréquence et suppression d'un signal image, filtrage RIF par OLA.

#### *Tour de table*

#### AUTRES THÉMATIQUES (SUR DEMANDE)

**Filtrage de Kalman (fusion de capteurs), filtrage adaptatif (égalisation, annulation d'écho, etc.), transformée en ondelette (compression des signaux)**

## Techniques en radio logicielle (SDR)

*Avec la montée en puissance des systèmes de traitement numériques (PC, DSP, microcontrôleurs, FPGA), la démodulation logicielle des signaux radio est maintenant la méthode de choix pour obtenir les meilleures performances à la fois en termes de sensibilité et de coût d'implémentation. Néanmoins, le fait de démoduler les signaux de manière purement logicielle entraîne des architectures radicalement différentes des structures traditionnellement utilisées en démodulation analogique (boucle de Costa, PLL, etc.).*

### OBJECTIF

Transmettre aux participants une vue d'ensemble sur les techniques les plus utilisées en radio logicielle (en anglais Software Defined Radio / SDR), pour des implémentations finales sur microcontrôleur, DSP, FPGA ou même PC.

Les méthodes seront mises en pratique via des T.P. avec Scilab (équivalent gratuit de Matlab).

### PUBLIC VISE

Ingénieurs en traitement du signal / télécommunications /informatique embarquée.

### PREREQUIS

Notions en télécommunications.  
PC portable sous Linux ou Windows, avec Scilab installé, pour pouvoir faire les exercices pratiques.

### 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 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. 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

Présentiel

### DUREE

3 jours – 21h

### PRIX

A la demande

### CONTACT

Sébastien SALAS  
✉ 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

### TECHNIQUES EN RADIO LOGICIELLE (SDR)

#### Tour de table

#### PARTIE 1 - PRÉTRAITEMENTS

Dans cette première partie, nous commencerons par essayer d'avoir une vue d'ensemble sur les composants nécessaires pour réaliser une chaîne de démodulation, puis nous étudierons les techniques de pré-traitement, dans le but d'extraire le (les) canal(aux) radio(s) utile(s).

**Introduction** : description des architectures de démodulation radio classiques (super-hétérodyne, FI nulle, FI basse).

**Conversion en bande de base** : notion de signal I/Q. Méthode classique (downconversion, puis suppression de l'image) et à base de filtre de Hilbert.

**Déséquilibre I/Q, décalage DC** : détection et compensation.

**DDS (réalisation d'oscillateurs numériques)** : LUT, CORDIC, oscillateur harmonique.

**Filtrage canal** : filtres polyphases, filtres CIC.

**Canalisation multivoies** : bancs de filtres modulés (via des filtres polyphases et FFT)

#### PARTIE 2 - FORMES D'ONDE ET MODULATIONS

Dans cette partie, nous allons d'abord faire un tour d'horizon des différentes modulations numériques (formes d'onde) classiques, puis nous aborderons différentes techniques permettant la démodulation en bande de base.

**Formes d'ondes classiques** : FSK / GFSK, BPSK, QPSK / OQPSK, QAM

**Mise en forme des symboles** : filtre adapté, filtres NRZ, Gaussiens, RC /SRRC.

#### PARTIE 3 - DÉMODULATION

Dans cette partie, nous allons d'abord faire un tour d'horizon des différentes modulations numériques (formes d'onde) classiques, puis nous aborderons différentes techniques permettant la démodulation en bande de base.

**Démodulation incohérente** : discrimination polaire (FSK) / démodulation différentielle (PSK).

**Recouvrement de porteuse** : détection d'erreur de phase (boucle quadratique et ses variantes, détection MAP), filtre de boucle (premier ordre et second ordre)

**Recouvrement d'horloge** : architecture d'une boucle de correction (PLL), détecteurs : Early / late gate, Gardner, Mueller & Muller, techniques d'interpolation : Lagrange (Farrow), interpolation polyphase (LUT).

**Calage initial des boucles** : corrélation par OLA (OverLap and Add).

#### Tour de table

#### AUTRES THÉMATIQUES (SUR DEMANDE)

Simulation de canal (canaux AWGN et dispersifs), égalisation de canal, modulation OFDM, codes correcteurs d'erreur (convolutifs, polaires, etc.), traitement du signal RADAR.

## Sensibilisation aux ondes électromagnétiques et radiofréquences

*Antennes relais, lignes à haute tension, Wifi, réseaux de téléphonie fixe et mobile, déploiement de l'IoT et de la 5G... Les ondes sont de plus en plus présentes dans notre environnement de travail.*

*Avez-vous peur des ondes électromagnétiques et radiofréquences ? Cette formation va démystifier le sujet et vous permettre de comprendre ce que sont les ondes et leurs impacts sur le corps et elle vous présentera aussi la réglementation actuelle.*

*Cette sensibilisation va vous permettre de vous approprier le sujet des ondes électromagnétiques et vous donnera des conseils et des bonnes pratiques au quotidien.*

### OBJECTIFS

Maîtriser le référentiel théorique et réglementaire sur les ondes  
Comprendre les principes d'exposition du corps humain  
Identifier les différentes sources présentes dans l'entreprise  
Adopter les bonnes pratiques afin de mieux maîtriser son exposition

### PUBLIC VISE

Toute personne exposée aux ondes dans l'entreprise qui souhaite en savoir plus.

### PREREQUIS

Aucun  
Niveau attendu : diplôme niveau 3 et plus.

### INTERVENANT

Experts technique et réglementaire sur les ondes radiofréquences et électromagnétiques.  
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

Parcours de 4 modules indépendants et complémentaires  
Modules 100% digital en e-learning et motion design (animation).

### 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

Évaluations amont et aval de chaque module.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de fin de formation.

### DATES

1 mois à partir du démarrage du module

### LIEU

Formation e-learning

### DUREE

2 heures

### PRIX

150 € HT (130 € 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

### SENSIBILISATION AUX ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET RADIOFREQUENCES

#### Module 1 : Origines et nature des ondes électromagnétiques

- Origine des ondes électromagnétiques
- Source d'ondes dites non-ionisantes et ionisantes
- Notion d'onde et de fréquence
- Champ électrique et champ magnétique
- Classement des sources en fonction de leur fréquence

#### Module 2 : Effets sur le corps humain et réglementation

- Interactions ondes-matière et interactions ondes-corps
- Influence de la puissance et de la distance à la source
- Effets sur l'homme reconnus dans la réglementation
- Réglementation professionnelle et pour le public
- Valeurs limites d'exposition
- Travailleurs à risques comme les femmes enceintes et les porteurs d'implants médicaux

#### Module 3 : Identifier les sources électromagnétiques au quotidien

- Classement des sources d'ondes selon 3 types
- Caractéristiques des sources transportant de l'électricité
- Caractéristiques des sources transportant de l'information (Wi-Fi, 5G/4G, badge RFID, Talkies, micro-ondes, tablettes, smartphones, DECT, PC, onduleurs...)
- Identification et classement des sources dans des environnements de travail simples : l'accueil, la salle de pause, les bureaux, la salle serveur

#### Module 4 : Maîtriser l'exposition aux ondes au quotidien

- Conseils et moyens de prévention pour les antennes relais et les lignes électriques
- Les mesures d'ondes électromagnétiques
- Conseils et moyens de prévention pour les sources dont les réseaux de proximité
- Le DAS et l'évaluation du risque par voie documentaire
- Risques d'interférences spécifiques aux porteurs de dispositifs médicaux
- Les bonnes pratiques pour les sources à usage individuel du quotidien comme le téléphone portable

## Exposition aux champs électromagnétiques : Prévention des risques liés aux ondes au sein de mon organisation

*L'environnement électromagnétique est en constante évolution. Antennes relais, lignes à haute tension, Wifi, réseaux de téléphonie fixe et mobile, déploiement de l'IoT et de la 5G... les ondes sont de plus en plus présentes dans notre environnement de travail.*

*Le décret 2016-1074 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux champs électromagnétiques rend obligatoire l'information des travailleurs et la gestion de ce risque.*

*Cette formation, indispensable, à toutes les personnes impliquées dans la prévention des risques professionnels, va démystifier le sujet et vous permettre de comprendre ce que sont les ondes et leurs impacts sur le corps. Elle vous présentera aussi la réglementation actuelle.*

### OBJECTIFS

Connaître les bases théoriques des ondes électromagnétiques  
Connaître la réglementation et les effets sur la santé liés à l'exposition aux ondes électromagnétiques pour une mise en pratique opérationnelle immédiate  
Identifier les sources de rayonnement et reconnaître les risques électromagnétiques associés  
Analyser les situations de travail sous l'angle de la gestion des risques, et évaluer le ou les risques potentiels

### PUBLIC VISE

Référent santé/sécurité au travail, Responsable QHSE, élus CSE/CSSCT, manager en charge de la prévention des risques

### PREREQUIS

Première expérience en prévention des risques professionnels ou comme responsable QHSE Niveau attendu : diplôme niveau 5

### INTERVENANT

Expert technique et réglementaire sur les ondes radiofréquences et électromagnétiques.  
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

Parcours de 4 modules indépendants et complémentaires  
Modules 100% digital en e-learning et motion design (animation).

### 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

Évaluations des acquis par quizz de chaque module.

### SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de fin de formation.

### DATES

1 mois à partir du démarrage du module

### LIEU

Formation e-learning

### DUREE

2 heures

### PRIX

150 € HT (120 € 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

### EXPOSITION AUX CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES : PREVENTION DES RISQUES LIES AUX ONDES AU SEIN DE MON ORGANISATION

#### Module 1 : Origines et nature des ondes électromagnétiques

- Origine des ondes électromagnétiques
- Source d'ondes dites non-ionisantes et ionisantes
- Notion d'onde et de fréquence
- Champ électrique et champ magnétique
- Classement des sources en fonction de leur fréquence
- Zoom sur les sources et équipements nécessitant une évaluation approfondie

#### Module 2 : Effets sur le corps humain

- Interactions ondes-matière et interactions ondes-corps
- Influence de la puissance et de la distance à la source
- Effets thermiques et non-thermiques, sensoriels et sur la santé, directs et indirects
- Effets particuliers pour les porteurs de dispositifs médicaux actifs ou passifs

#### Module 3 : Réglementation

- Réglementations professionnelle (décret 2016-1074) et pour le public (décret 2022-775)
- DAS et obligation d'affichage en France
- Les valeurs limites d'exposition (VLE) relatives aux deux catégories d'effets
- Les valeurs déclenchant l'action (VA) liées aux effets directs et indirects
- Les mesures d'ondes électromagnétiques
- Présentation de l'outil INRS de calcul des VA/VLE
- Réglementation et travailleurs à risques particuliers

#### Module 4 : L'évaluation des risques

- Identifier les sources d'ondes dans un environnement simple (bureau)
- Identifier les sources d'ondes dans un environnement complexe (industrie)
- Méthode de classement des sources selon les 3 catégories de travailleurs.
- Revue des documents de référence d'aide à l'évaluation du risque
- Démonstration de l'outil d'aide à l'évaluation de l'INRS : OSERAY
- Évaluation approfondie par des mesures d'ondes électromagnétiques
- Moyens de prévention, équipements de protection et signalétique
- Conseils de prévention, bonnes pratiques
- Zoom sur l'article R4453-17 qui oblige à former et sensibiliser les travailleurs
- Conseils généraux sur l'évaluation des risques, évaluation périodique

# 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.

## LES AVANTAGES DE L'ADHESION CAP'TRONIC



### 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 CAPTRONIC réalisera pour vous un pré-diagnostic de vos produits connectés, projets ou process pour évaluer votre niveau de cybersécurité.



#### Tarifs préférentiels sur les formations

-25% en moyenne

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

CAPTRONIC 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

-100€ HT

Grâce à votre adhésion CAP'TRONIC, profitez de votre abonnement annuel au magazine ElectroniqueS au prix de 200€ HT au lieu de 300€ HT.



#### Mini formations techniques offertes 50€ HT pour les non-adhérents

Organisées à distance plusieurs fois dans l'année, ces mini-formations techniques vous donneront un aperçu des innovations technologiques et des nouvelles normes du secteur électronique à connaître absolument.



#### Promotion de vos actualités à travers les supports de communication digitale CAP'TRONIC offerte

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**

Pour toutes questions concernant la formation et les situations de handicap, contactez notre référent, Sébastien SALAS -  
[salas@captronic.fr](mailto:salas@captronic.fr) - 06 87 83 32 32