

**PROGRAMMATION DES SYSTÈMES CRITIQUES AVEC LES LANGAGES SYNCHRONES****1790 € HT \*****But**

Cette formation a pour objectifs de maîtriser la programmation des systèmes critiques avec le langage synchrone SCADE (Lustre et Esterel), de définir une architecture fonctionnelle d'un système embarqué, de prendre en main des outils industriels pour les développements. Un exemple complet est réalisé en partant des spécifications de haut niveau jusqu'au code embarqué dans un processeur industriel.

**Esprit Général**

Le processus d'apprentissage permet de progresser à un rythme adapté afin de profiter au mieux du contenu de la formation:

- Exercices progressifs en complexité
- Validation des acquis par des exercices et leur correction
- Validation par un mini projet tutoré
- Autoévaluation avec un QCM en ligne
- Utilisation de matériel industriel pour se placer dans un cadre opérationnel

Le mini projet permet de mettre en évidence tout le processus de développement, des exigences fonctionnelles jusqu'au code embarqué dans un processeur ARM / STM32.

**Prérequis****Niveau du stage : Base**

Ce stage s'adresse à un public déjà formé dans le métier de l'informatique. Il s'agit d'un stage d'introduction sur les techniques synchrones. La connaissance de SysML et du langage C, pour le mini projet sont un plus

**Durée et emploi du temps**

Cette formation dure 3 jours (21 heures).

La première journée permet de présenter la thématique théorique et de prendre en main les différents outils. La deuxième et troisième journées permettent de développer un mini projet sur une cible temps réel.

Chaque chapitre est associé à des exercices afin de confronter les aspects théoriques aux aspects pratiques. Ce stage comporte 1/3 d'applications pratiques sous forme de débats, travaux dirigés (TD), travaux pratiques (TP).



**Frédéric CAMPS**  
Ingénieur de recherche au CNRS



**Date**  
TOULOUSE 30 Septembre au 2 Octobre 2024

Catalogue Complet  
des formations



\* [Conditions Générales](#)

## Sommaire

- **Phase 1 - Introduction ¼ journée**
  - Systèmes critiques typiques
  - Présentation des contraintes normatives
  - Structures des logiciels embarqués
  - Les difficultés de la programmation temps réel
  - Approche synchrone, Synchronisme fort
- **Phase 2 - Le langage synchrone ½ journée**
  - LUSTRE, ESTEREL, SCADE
  - Cycle de développement
  - MTC: Model Test Coverage
  - Vérification formelle
  - Génération de code
- **Phase 3 - Apprentissage du langage SCADE ¼ journée**
  - Déclaration des variables et constantes
  - Opérateur et interface
  - Flux de contrôle
  - Opérateurs logiques et mathématiques
  - Notion de cycle d'exécution
  - Opérateur temporel, Opérateur de haut niveau
  - Machine à états
  - Les transitions condition / action
  - Condition temporelle
  - Emission de signal
  - Flux dans les états
  - Primitive temporelle
  - Priorité des transitions, Transition historique
  - Appel de fonction dans la transition
  - Problème de causalité
- **Exercices d'application**
  - Opérateur de détection de front montant et descendant
  - Opérateur de comptage
  - Machine à état ON/OFF

Chaque exercice doit être simulé et testé: simulation avec un scénario, couverture du modèle MTC et du code.

- **Bureau d'étude**
- Réalisation d'un détecteur de pression et température: il s'agit de développer un projet des exigences fonctionnelles jusqu'à son intégration dans un système temps réel.
- Définition des exigences fonctionnelles
- Architecture système et interfaces
- Simulation et tests
- Preuve formelle
- Génération de code
- Intégration dans une carte STM32

Pour faire une demande

Bulletin d'inscription

\* [Conditions Générales](#)