

## L10 - Programmation C++ moderne embarquée

### Le langage C++ moderne pour les systèmes embarqués

#### Objectifs

- Découvrir les fonctionnalités modernes du C++
- Apprendre les changements de langage dans C++11, C++14, C++17 and C++20
- Découvrir les nouvelles fonctionnalités ajoutées à la bibliothèque standard
- Apprendre les fonctionnalités avancées du C++ moderne comme "perfect forwarding"
- Passer du C++ traditionnel au C++ moderne
- Mettre en évidence les fonctionnalités essentielles du C++ moderne utilisées dans les applications embarquées

*Les exercices sont conduits sur des cartes à base de microcontrôleurs STM32*

#### Equipement

- Matériel de cours imprimé
- Un PC par binôme
- Carte STM32F4 - ARM Cortex M4
- Environnement de développement Eclipse et compilateur GCC

#### Pré-requis

- Connaissances en programmation C (voir notre cours [oL2 - Langage C pour les MCUs embarqués](#))
- Connaissances de base du langage C++ (voir notre cours [oL3 - Programmation C++ embarqué](#))

#### Audience visée

- Tout ingénieur ou technicien en systèmes embarqués possédant les prérequis ci-dessus

#### Durée

- Totale : 12 heures
- 2 sessions de 6 heures chacune (hors temps de pause)
- De 40% à 50% du temps de formation est consacré aux activités pratiques
- Certains travaux pratiques peuvent être réalisés entre les sessions et sont vérifiés par le formateur lors de la session suivante

#### Environnement du cours

- Cours théorique
  - Support de cours imprimé et au format PDF (en anglais).
  - Le formateur répond aux questions des stagiaires en direct pendant la formation et fournit une assistance technique et pédagogique.
- Au début de chaque demi-journée une période est réservée à une interaction avec les stagiaires pour s'assurer que le cours répond à leurs attentes et l'adapter si nécessaire

#### Modalités d'évaluation

- Les prérequis indiqués ci-dessus sont évalués avant la formation par l'encadrement technique du stagiaire dans son entreprise, ou par le stagiaire lui-même dans le cas exceptionnel d'un stagiaire individuel.

- Les progrès des stagiaires sont évalués par des quizz proposés en fin des sections pour vérifier que les stagiaires ont assimilé les points présentés
- En fin de formation, une attestation et un certificat attestant que le stagiaire a suivi le cours avec succès.
  - En cas de problème dû à un manque de prérequis de la part du stagiaire, constaté lors de la formation, une formation différente ou complémentaire lui est proposée, en général pour conforter ses prérequis, en accord avec son responsable en entreprise le cas échéant.

## Plan

### Premier Jour

#### **Introduction to modern C++**

- Overview
- Storage class specifiers
- Uniform initialization
- Automatic type deduction
  - The auto keyword
  - The auto keyword as a return type from a function
  - Using auto for declaring function signatures
  - Automatic constant references
  - Forwarding references
  - Advantages of using auto in embedded systems

#### **Keywords**

- enum class
- override and final
- Inline variables
- nullptr
- static\_assert
- noexcept
- constexpr and if constexpr
- decltype
- Defaulted and deleted functions

#### **New functionalities**

- Range-based for loops
- Nested namespaces and namespace aliases
- Structured binding
- Move semantics and r-value references
  - Copy-constructing and Move-constructing
  - r-value references
  - Perfect forwarding
- Alignment
  - Alignas
  - Alignof

#### **Modern C++ Standard Library**

- Standard Library
  - std::optional
  - std::variant
  - std::any
  - std::byte
  - std::hash

- Filesystem library
- Literals
  - Cooked literals
  - Standard literal operators
  - Raw literals
  - Raw string literals
- Random number generation
  - Random number generation engines
  - Random number generation distributors
- Containers
  - `std::array`
  - `std::forward_list`
  - Unordered associative containers

## **Second Jour**

### **String Manipulation**

- New string Types
  - `std::u16string`
  - `std::u32string`
- Basic string view
- Converting between numeric and string types
- Elementary string conversions
- Input/output manipulators
  - `std::get_money`, `std::put_money`
  - `std::get_time`, `std::put_time`
  - `std::quoted`
- Regular expressions
  - Format of a string
  - Parsing the content of a string
  - Replacing the content of a string

### **Lambda functions**

- Syntax of lambdas
- Defining lambdas
- Using lambdas
  - Using lambdas with standard algorithms
  - Assigning lambdas to function pointers
  - Lambdas and `std::function`
  - Writing a function that accepts a lambda as parameter
- Polymorphic lambdas
- Recursive lambdas

### **Dynamic memory management**

- Smart Pointers
  - Raw Pointers
  - Automatic pointers
  - Unique Pointers
  - Shared Pointers
  - Weak Pointers

### **Concurrency and Multithreading**

- Introduction
- Thread
- Implementing a thread-safe singleton

- Atomic operations
  - Atomic features
  - Non-class functions
  - Atomic flag
  - Memory order
- Mutex
  - Avoiding using recursive mutexes
- Sending notifications between threads
- Condition variables
- Future and Promise
- Task and Async
- Modern C++ and RTOS

## Renseignements pratiques

**Durée : 2 jours**

**Prix : 2070 € HT**