

# Formations 2026

# Formations 2026



Déclaration d'activité : 93 13 12834 13

- **Langages de programmation**
- **Méthodes**
- **Métiers**
- **Solutions**

Des formations :

- Dédiées à la **spécification de systèmes** ou au développement de **logiciels embarqués**
- Réalisées et prodiguées par des **experts** qui vous font profiter de leur savoir-faire en conseil et réalisation de **systèmes critiques**
- Adaptées à **vos besoins**, offrant ainsi une réelle **plus-value**



La certification qualité a été délivrée au titre de la catégorie « actions de formation ».

[www.systerel.fr](http://www.systerel.fr)

# Formations 2026



Déclaration d'activité : 93 13 12834 13

- **Langages de programmation**
- **Méthodes**
- **Métiers**
- **Solutions**

Des formations :

- Inter ou Intra-entreprises
- Dans nos locaux à Aix-en-Provence, en région parisienne, ou directement sur le site de votre entreprise

*Vous avez la garantie d'une formation sur mesure et de grande qualité intégrant jusqu'à 5 heures d'accès privilégié à nos experts pour toutes vos questions qui résulteraient de la formation (à consommer dans les 20 jours suivant la formation).*

*La formation est organisée sous réserve d'un nombre minimum de 4 participants.*

*Nos locaux sont conçus pour accueillir les personnes à mobilité réduite.*

*Pour toute situation de handicap, n'hésitez pas à nous contacter afin que nous puissions vous proposer la solution la plus adaptée.*



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

La certification qualité a été délivrée au titre de la catégorie « actions de formation ».

# Modules Langages

## Ada 95 et 2005



Un langage moderne conçu aussi bien pour l'implémentation de programmes à grande échelle que pour des systèmes temps réels critiques.

Au travers de nombreux exemples et exercices, cette formation montre une utilisation concrète du langage Ada en milieu industriel.

Cette formation n'est pas spécifique à une implémentation donnée d'un compilateur, elle contient néanmoins de nombreuses références sur la façon de mettre correctement en œuvre la technologie GNAT (switchs compilateur, bibliothèques spécifiques, traits du langage liés à l'implémentation GNAT, outils connexes, etc.).

Matériel fourni :

- Support de cours en français relié
- Clé USB 16 Go contenant :
  - L'ensemble des exercices avec leur corrigé
  - Un compilateur Ada (Windows, Linux)
  - Des exemples vus en séance



### Ada 95 et 2005 - Les Bases

#### Programme

- Rappels historiques
- Les caractéristiques du langage
- Le processus de développement
- Les éléments de base
- Les types composés
- Les exceptions
- Les pointeurs
- L'encapsulation et l'abstraction
- Les génériques
- Les hiérarchies d'unités
- Objets et classes
- Héritage, polymorphisme et liaisons dynamiques
- Abstraction et types abstraits
- L'environnement prédéfini (introduction)
- L'élaboration
- La technologie GNAT (introduction)
- 23 recommandations
- Conclusion générale

Exercices : transformation de Lorentz, un chrono- mètre, le nombre PI, le nombre d'OR, une bannière en Ada, nombre auto descriptif, Labyrinthe, Lena, abstraction d'une image, pile d'images, classes d'images abstraites.

Durée : 5 jours

### Ada 95 et 2005 - Avancé

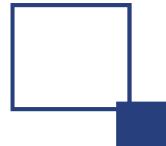
#### Programme

- Rappels
- La programmation concurrente
- Les tâches
- Les objets protégés
- Synchronisation et communication
- Ordonnancement et gestion du temps
- Interfaces synchronisées
- Interfaçage matériel et logiciel
- Sûreté de fonctionnement et certification
- Le profil Ravenscar
- Développements croisés et "bare-metal"
- Démarche de portage d'un « legacy » Ada
- Environnements, méthodes et outils
- Conclusion générale
- Bibliographie

Exercices : Tux (le producteur et le consommateur), Pou (le festin de fruits), Bsd 2 Tux, Convolution d'une image, Bare Board IO (BB IO)

Durée : 3 jours

# Modules Langages



Au même titre que l'a été Ada 95, Ada 2012 est une évolution majeure du langage Ada. Comme ses « prédecesseurs » Ada 2012 met particulièrement l'accent sur de nouveaux traits permettant de garantir au mieux la sécurité et l'intégrité des applications développées tout en embrassant les nouvelles technologies telles que la technologie SMP.

A l'issue de cette formation, les participants auront les clés nécessaires pour une mise en pratique rapide et correcte du langage Ada 2012.

Au travers de nombreux exemples et exercices, cette formation montre une utilisation concrète du langage Ada en milieu industriel.

Cette formation n'est pas spécifique à une implémentation donnée d'un compilateur, elle contient néanmoins de nombreuses références sur la façon de mettre correctement en œuvre la technologie GNAT (switchs compilateur, bibliothèques spécifiques, traits du langage liés à l'implémentation GNAT, outils connexes, etc.).

Matériel fourni :

- Support de cours en français relié
- Clé USB 16 Go contenant :
  - L'ensemble des exercices avec leur corrigé
  - Un compilateur Ada (Windows, Linux)
  - Des exemples vus en séance

## Ada 2012 - Les Clés

### Programme

- Aperçu
- La programmation par contrat
- Expressions et prédictats
- Programmation concurrente et TR
- Itérateurs
- Extension de la bibliothèque prédéfinie
- Évolutions diverses
- SPARK2014 (introduction)
- Conclusion générale
- Bibliographie

### 5 exercices :

- Jeu d'échec
- Fractale de Mandelbrot
- Queue synchronisée
- Itérateurs
- Compression de Huffman

**Durée :** 3 jours

# Modules Langages

## Le langage C

Le langage C, a été créé par Brian Kernighan et Dennis Ritchie dans les années 1970 pour l'écriture du système d'UNIX. Proche de la machine et du bas niveau, il offre un excellent contrôle des ressources et une grande efficacité.

C'est pour ces mêmes qualités que le langage C reste largement utilisé de nos jours. Sa portabilité et sa flexibilité en font une référence pour les systèmes embarqués, notamment dans des secteurs exigeants comme l'automobile, l'aéronautique et l'industrie.

Cette formation vous permettra d'acquérir une maîtrise approfondie du langage C et de ses bonnes pratiques à travers des exemples concrets et des exercices appliqués.

Lors de cette formation, l'ensemble des traits du langage ainsi que leur mise en œuvre dans des systèmes contraints seront présentés au travers de nombreux exemples et exercices.

### Matériel fourni :

- Support de cours en français relié
- Clé USB 16 Go contenant :
  - L'ensemble des exercices avec leur corrigé
  - Un compilateur C (Windows, Linux)
  - Des exemples vus en séance



## C pour systèmes contraints

### Programme

- Les caractéristiques du langage
- Le processus de développement
- Éléments de base
- Les pointeurs
- Le passage de paramètres
- Les pointeurs de fonctions
- Les macros
- L'architecture d'une application
- La bibliothèque standard
- Les pièges du langage
- Les optimisations
- Les outils associés

**Durée :** 5 jours

# Module Méthodes

## Méthode B



La méthode B est une méthode formelle développée par J-R. Abrial et utilisée dans le domaine industriel pour le développement de systèmes complexes.

La méthode B permet un développement formel structuré en étapes jusqu'à l'obtention d'un code exécutable. Des mécanismes de preuve garantissent mathématiquement que le logiciel produit sera in fine conforme à sa spécification.

La formation est étayée par de nombreux exemples et exercices permettant une mise en œuvre concrète de la méthode B un projet industriel.



### Méthode B - Mise en œuvre

#### Programme

- Principes de la méthode B
- Principes d'un développement logiciel en B
- Modélisation des données, des exigences et des traitements en B
- Structurer un développement logiciel en B
- Apprendre les principes du raffinement

Durée : 2 jours

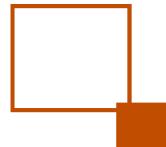


## La sûreté de fonctionnement

La Sûreté de Fonctionnement (SdF) a pour objectif de répondre aux exigences de FDMS (fiabilité, disponibilité, maintenabilité, sûreté ou sécurité-innocuité) contraignant les systèmes, logiciels et/ou matériels dits critiques et souvent soumis à certification de différents domaines sectoriels (ex. transport ferroviaire, aéronautique...), et ce en fonctionnement normal ou en cas de défaillance.

La SdF recouvre des notions et grandeurs caractéristiques qu'il est important de connaître afin de comprendre un besoin de sûreté et pouvoir y répondre de manière adaptée (i.e. en évitant sous-protection et sur-protection, toutes deux coûteuses). Elle repose sur des méthodes et des outils, qui peuvent être avantageusement utilisés pour évaluer les risques pour l'intégrité des personnes et des biens et déterminer les actions préventives et/ou correctives à mettre en œuvre afin de maîtriser ces risques, mais dont il faut également être conscients des limites.

La formation est ponctuée d'exercices et propose un cas d'étude permettant une mise en pratique tutorée des connaissances théoriques présentées et facilitant ainsi leur assimilation.



### La sûreté de fonctionnement

#### Programme

- Principales définitions et notions générales de la SdF
- Analyse de risque : identification du risque, caractérisation du risque, acceptation du risque et traitement du risque
- Approche SdF au niveau système / logiciel / matériel
- Méthodes et outils pour la SdF : analyse fonctionnelle, APR / APD, AMDEC / AEEL, arbre de défaillances...
- Dossier de sûreté (safety case)
- Modes communs et indépendance
- Prévention des fautes, élimination des fautes, tolérance aux fautes
- Définitions probabilistes de fiabilité (taux de défaillances, MTTF, MTBF), maintenabilité et disponibilité
- Composants non réparables / réparables

Durée : 3 jours

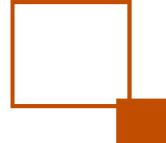
# Modules Métiers



## Normes ferroviaires : EN 50128 et EN 50716

Les logiciels pour systèmes de commande et de protection ferroviaire doivent répondre aux exigences de la norme CENELEC EN 50128:2011/A2:2020 et celles de la norme CENELEC EN 50716:2023, qui la remplacera à terme.

Toute personne impliquée dans la réalisation de ces logiciels du domaine ferroviaire est ainsi concernée par la compréhension de cette norme et sa mise en application.



### Maîtriser les normes EN 50128 et EN 50716

#### Programme

- Introduction générale de la norme EN 50128 et de sa finalité
- Présentation des étapes du cycle de vie du logiciel
- Analyse des aspects organisationnels
- Introduction aux directives et exigences de la norme EN 50716
- Cas particulier des données et algorithmes d'application
- Challenges autour de l'application de la norme
- Place de l'intelligence artificielle

Cette formation approfondie s'adresse à un public de développeurs ayant déjà évolué, ou non, dans un environnement soumis à des contraintes de sûreté de fonctionnement.

Durée : 2 jours

### Transition entre EN 50128 et EN 50716

#### Programme

- Revue ciblée de la norme EN 50128 et de ses objectifs
- Présentation des étapes du cycle de vie du logiciel
- Analyse des aspects organisationnels
- Éclairage sur les exigences de la norme EN 50716
- Traitement spécifique des données et des algorithmes d'application
- Identification des principaux enjeux d'application de la norme
- Positionnement de l'intelligence artificielle

Cette formation s'adresse aux professionnels ayant déjà des connaissances sur la norme EN 50128, et souhaitant se mettre à jour avec la norme EN 50716.

Durée : 1 jour

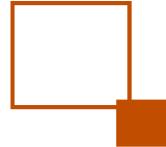
# Modules Métiers



## Normes ferroviaires : EN 50126 et EN 50129

Cette formation vise à fournir aux participants une compréhension approfondie et opérationnelle des **normes CENELEC EN 50126 et EN 50129**.

Elle leur permettra d'appréhender leur structure actuelle, leurs exigences clés et leurs modalités de mise en œuvre concrète dans les projets ferroviaires.



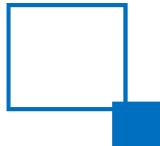
### Les normes EN 50126 et EN 50129

#### Programme

- Comprendre les grands principes de la FDMS
- Connaître l'articulation des normes entre elles
- Appréhender l'organisation du cycle en V et les activités correspondantes demandées par les normes
- Contenu du dossier de sécurité
- Autres sujets (applications et données de configuration , gestion de configuration et de modification, outillage et organisation humaine)

Durée : 1 jour

# Module Solutions



Systerel propose une gamme de solutions éprouvées industriellement pour l'analyse statique ou la preuve formelle de systèmes ou logiciels à l'aide de technologies à base de Model Checking.

Systerel Smart Solver est un moteur d'analyse basé sur les technologies SAT. Ce moteur est notamment utilisé dans le cadre des vérifications de sécurité pour de nombreux systèmes, notamment dans les domaines ferroviaire ou aéronautique.

A l'issue de cette formation, les participants auront acquis des notions de Model Checking, sauront bâtir un modèle formel du système à vérifier, mettre en œuvre S3 pour vérifier le comportement de ce système, et auront compris comment S3 s'inscrit dans un processus certifiable.

Retrouvez les fonctionnalités offertes par Systerel Smart Solver sur [www.systerel-smart-solver.fr](http://www.systerel-smart-solver.fr)

La formation est étayée d'exemples et d'exercices permettant une mise œuvre concrète de Systerel Smart Solver en milieu industriel.

## Systerel Smart Solver - Vérification formelle basée sur le model checking

### Programme

- Introduction au Model Checking
- Principes du langage HLL
- Principes de modélisation avec HLL
- Les outils de Systerel Smart Solver et leurs utilisations
- Présentation d'un processus certifiable avec Systerel Smart Solver

Durée : 2 jours

# Module Solutions



La technologie OPC UA, du fait de ses caractéristiques fortes (ouvert, interopérable, cybersécurisé,...) est au cœur des toutes les initiatives industrielles menant à la numérisation des procédés ; IIoT, Cloud, Industry 4.0, Alliance Industrie du Futur...

Les formations exposent les principales clefs de compréhension pour la technologie OPC UA et permettent de situer la technologie au regard des contextes industriels dans lesquels elle est mise en œuvre.

La formation les fondamentaux OPC UA pour les chefs de projet, sur une journée, s'adresse aux chefs de projet et ingénieurs système souhaitant acquérir une vision globale de la technologie OPC UA et des enjeux associés.

La formation les fondamentaux OPC UA, sur deux jours, s'attache à présenter les grands concepts qui sont définis dans la norme (CEI 62541) et dont la compréhension est cruciale pour une bonne maîtrise du protocole et une lecture de la spécification. Une part importante de la formation s'attache à présenter la sécurité et sa mise en œuvre dans le protocole.

Les formations s'accompagnent d'exemples de mise en œuvre et de retour d'expérience.

[www.s2opc.com](http://www.s2opc.com)



## OPC UA Concepts clés

### Programme

- Introduction à l'OPC UA
- Concepts
- Présentation de la norme
- Mise en œuvre de la sécurité
- Sûreté de fonctionnement
- Retour d'expérience sur la mise en œuvre
- Présentation de l'implémentation S2OPC

Durée : 1 jour

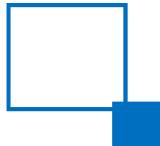
## OPC UA Avancé pour développeurs

### Programme

- Introduction à l'OPC UA
- Concepts
- Présentation de la norme
- Mise en œuvre de la sécurité
- Configuration
- Retour d'expérience sur la mise en œuvre
- Ateliers pratiques

Durée : 2 jours

# Module Solutions



La technologie OPC UA, du fait de ses caractéristiques fortes (ouvert, interopérable, cybersécurisé,...) est au cœur des toutes les initiatives industrielles menant à la numérisation des procédés ; IIoT, Cloud, Industry 4.0, Alliance Industrie du Futur...

Cette formation est la suite logique de la formation "OPC UA - Fondamentaux". Elle commence par une exploration approfondie de l'interface de plus haut niveau de S2OPC écrite en Python.

La formation nécessite une connaissance des concepts clés d'OPC UA. Il s'agit d'une formation pratique, basée sur des applications de démonstration que le stagiaire construira avec S2OPC. Une partie importante de la formation se concentre sur la sécurité de l'information et sa configuration pratique dans S2OPC.

Les formations s'accompagnent d'expérimentations, d'exemples de mise en œuvre et de retour d'expérience.

[www.s2opc.com](http://www.s2opc.com)

## OPC UA Implémentation avec S2OPC

### Programme

- Présentation de S2OPC
- Compilation de S2OPC
- Mise en pratique de PyS2OPC Client/Serveur
- Manipulation de la bibliothèque Client/Serveur en C
- Sécurité
- Construire un espace d'adressage
- Concevoir une application basée sur S2OPC

Durée : 3 jours

# Contact

Devis personnalisé

Informations

Réservation

## Contact

Jérémie Barjhoux

[formation@systerel.fr](mailto:formation@systerel.fr)

(+33) 7 80 90 50 41

(+33) 4 42 90 41 20

[www.systerel.fr](http://www.systerel.fr)

AIX EN PROVENCE  
1115 rue René Descartes  
13100 Aix-en-Provence  
+33 (0)4 42 90 41 20

