

## Objectifs :

*A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de prendre en compte l'ensemble des paramètres clefs CEM lors du câblage et de la mise en œuvre d'un système industriel.*

### Le but de cette formation est de :

- Apprendre à identifier les risques CEM pour un système ou une installation
- Pouvoir identifier les principales sources de perturbation
- Savoir reconnaître et comprendre les mécanismes de couplage mis en jeu
- Maîtriser les méthodes de protection adaptées et leurs mises en œuvre industrielles
- Savoir adopter une démarche pour la résolution de problèmes CEM

## À SAVOIR

### Public

- Ingénieurs et techniciens de bureau d'étude d'ingénierie et d'installation électrique
- Techniciens et agents de maintenance d'installation
- Concepteurs et intégrateurs de systèmes

### Prérequis

- Connaissance de base en électricité
- Pas de connaissance mathématique

### Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
  - Support de cours
  - Exercices pratiques
  - Démonstrations pratiques si possible
- Évaluation des acquis :
  - QCM en fin de session

### Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

### Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

### Informations pratiques

- Durée : 4 jours soit 28 h

- Paris, du 1<sup>er</sup> au 4 juin 2021
- Grenoble, du 21 au 24 septembre 2021
- Paris, du 30 novembre au 3 décembre 2021

### Tarif

1 970 € HT

## PROGRAMME

### 1 – INTRODUCTION

- CEM d'un système industriel
- Définitions / unités
- Evolutions des électroniques
- Détection d'enveloppe
- Réciprocité émission / susceptibilité
- Réciprocité temps / fréquence

### 2 – PERTURBATIONS CONDUITES

- Perturbations de mode différentiel
- Perturbations de mode commun
- Impédance commune
- Equipotentialité des masses
- Impédance d'un maillage
- Couplage carte à châssis
- Diaphonies

### 3 – PERTURBATIONS RAYONNÉES

- Qu'est-ce qu'un champ EM ?
- Champ électrique / magnétique
- Propagation et réflexion des champs
- Effet des champs EM sur les conducteurs électriques
- Fréquences critiques, ordres de grandeur
- Exposition humaine aux champs EM

### 4 – SOURCES DE PERTURBATIONS

- Champ rayonné par un émetteur radio
- Appareils industriels haute fréquence
- Décharges électrostatiques
- Caractéristiques de l'agression foudre
- Causes et effets de la foudre
- Surtensions à l'ouverture des bobines
- Sources de champ magnétique à 50 Hz
- Ponts redresseurs
- Alimentations à découpage
- Variateurs de vitesse

### 5 – ALIMENTATION ÉLECTRIQUE

- Qualité du réseau d'alimentation
- Impact des régimes de neutre sur la CEM
- Schéma TT
- Schémas TN-C et TN-S
- Schéma IT

### 6 – TERRES

- Rôles de la terre, du neutre, du PE
- Faut-il plusieurs terres ?
- Mesures de la résistance de terre
- Constitution d'un réseau de terre
- Protection d'un bâtiment contre la foudre
- Connexion d'un paratonnerre à la terre

### 7 – RÉSEAUX DE MASSE

- Réglementations et mises à la masse
- Masses en étoile et boucles de masse
- Effet des boucles de masse
- Réseau de masse maillé
- Liaison à la masse des équipements
- Câblage en îlots : armoires, salles techniques
- Connexions des masses à la terre

### 8 – CÂBLES D'INTERCONNEXION

- Principe de l'effet réducteur
- Blindage d'un câble
- Où raccorder les écrans ?
- Nouvelles règles de l'art
- Mise en œuvre de la connectique
- Liaisons bas niveau
- Liaisons numériques
- Isollements galvaniques
- Transformateurs d'isolement
- Chemins de câbles et structures conductrices
- Mise en œuvre des chemins de câbles
- Classification des câbles, règles de câblage
- Cas spécifiques

### 9 – PROTECTIONS ET FILTRAGE

- Limiteurs de surtensions
- Eclateurs / parafoudres / limiteurs
- Montage des parafoudres
- Choix et montage d'un filtre secteur
- Rôle des ferrites
- Choix et mise en œuvre des ferrites

### 10 – ÉCRANS ET BLINDAGES

- Rôle et fonctionnement d'un blindage
- Fuites de blindage
- Traitement des ouvertures
- Joints conducteurs, contacts, continuité
- Exemples d'écrans magnétiques
- Solutions pratiques

### 11 – INSTALLATION

- Choix des solutions CEM
- Maillage des structures
- Pénétrations des conducteurs
- Coordination des protections
- Liaisons cuivre ou fibre optique ?

### 12 – VALIDATION

- Comment évaluer l'immunité d'un système ?
- Contrôle des connexions de masse
- Tests d'immunité sur site
- Choix du générateur de test
- Immunité aux transitoires rapides en salves
- Immunité aux Talkies-Walkies

### 13 – REMÈDES

- Pannes CEM : quels réflexes ?
- Diagnostics et analyse sur site
- Méthode de correction
- Instrumentation spécifique
- Utilisation de la pince Ampèremétrique HF
- Utilisation de la sonde de Moebius
- Ordres de grandeurs, exemples de remèdes
- Cas pratique