

# Introduction à la CEM

## Objectifs :

*A l'issue de cette formation, le stagiaire comprendra les enjeux de la CEM et aura acquis des bases certaines par un tour d'horizon des phénomènes et paramètres de cette discipline.*

## Le but de cette formation est de :

- Découvrir le vocabulaire en CEM
- Être capable d'analyser le comportement des équipements : perturbateurs, victimes
- Être capable d'analyser les couplages entre source et victime
- Appréhender les différentes normes et essais

## À SAVOIR

### Public

- Tout public

### Postulats

- Pas de connaissance en électricité
- Pas de connaissance mathématique

### Méthodes pédagogiques

- Action de formation :
  - Support de cours
  - Exercices pratiques
  - Démonstrations pratiques si possible et effectuées par l'instructeur
- 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 : 3 jours soit 21 h
- Lyon, du 31 mars au 02 avril 2026
- Vélizy, du 16 au 18 juin 2026
- Trappes, du 15 au 17 décembre 2026

### Tarif

1 770 € HT

## PROGRAMME

### 1 – INTRODUCTION

- Définition et origine de la CEM
- Evolution de l'électronique
- Exemple d'interférence radio
- Exemples de problèmes CEM
- La CEM : du concept à l'exploitation

### 2 – LA PHYSIQUE DU DOMAINE

- Analogie entre électromagnétisme et acoustique
- Acoustique : rayonnement et conduction
- Electromagnétisme : rayonnement et conduction
- Limite conduction / rayonnement
- Comportement en fréquence
- Représentation spectrale d'un signal sinusoïdal et trapézoïdal
- Relation temps-fréquence
- Propagation des perturbations en CEM
- Caractérisation CEM des équipements
- Définition d'une onde électromagnétique
- Utilisation du spectre radioélectrique
- Décibels : définitions et utilisation
- Rappels d'électronique
- Mode commun / mode différentiel
- Détection d'enveloppe des composants
- Sensibilité des composants numériques
- Impédance haute fréquence d'un conducteur filaire, d'un plan
- Impédance haute fréquence d'un plan métallique
- Impédance haute fréquence d'un condensateur

### 3 – LES SOURCES DE PERTURBATIONS

- Émetteurs radio
- La foudre : origine et caractéristiques
- Effets mécaniques et thermiques de la foudre
- Paratonnerres : protection des structures
- Dôme de potentiel dans le sol
- Tension développée dans les grandes structures métalliques
- Champ magnétique généré par la foudre : couplage sur les installations électriques
- Décharges électrostatiques : principe, ordres de grandeur
- Risque de destruction des composants par manipulation
- Perturbations transitoires dans les systèmes de coupure
- Convertisseurs de puissance à découpage
- Variateurs de vitesse
- Conséquences du rayonnement des circuits numériques rapides

- Rayonnement des transformateurs de puissance
- Appareils industriels haute fréquence

### 4 – EXPOSITION HUMAINE

- Risques et enjeux de l'exposition aux ondes électromagnétiques
- Effets biologiques
- Réglementation Européenne public et travailleurs

### 5 – PHASE DE CONCEPTION : DÉFINITION DES OBJECTIFS RÉGLEMENTAIRES CEM

- Risques et enjeux des objectifs réglementaires CEM
- Différentes réglementations CEM dans le monde
- Réglementation CEM Européenne
- Domaine d'application de la directive CEM
- Principe de l'autocertification
- Déclaration UE de conformité
- Marquage CE
- Normes CEM harmonisées
- Certification internationale

### 6 – PHASE DE CONCEPTION : RÈGLES CEM DE CONCEPTION

- Enjeu du suivi des règles CEM de conception
- Equipotentialité : clé de la CEM
- Analogie avec l'équipotentialité mécanique
- Couplage par les masses
- Couplage capacitif carte / environnement
- Liaison du OV au châssis
- Couplage en champ électrique
- Protection d'une piste par plan de masse
- Les filtres CEM : structures, schémas et mise à oeuvre
- Tores de ferrite : principe, matériaux, caractéristiques
- Selfs de mode commun
- Isolements galvaniques
- Câbles blindés : principe, efficacité
- Importance de la terminaison des blindages
- Blindages des câbles : exemples de mise en oeuvre et de solutions de raccordement
- Cas des perturbations basses fréquences
- Différents types de surtensions
- Rôle et caractéristiques des limiteurs
- Présentation et maîtrise des perturbations générées par les convertisseurs à découpage
- Rôle des blindages électromagnétiques
- Choix des matériaux
- Importance de la mise en oeuvre des blindages
- Modélisation CEM : utilisation d'outils gratuits

- SPICE : applications en CEM
- Maxwell2D
- Simulation des diagrammes de rayonnements

### 7 – PHASE DE PROTOTYPE : RÉALISATION

- Enjeux CEM en phase de prototype
- Origines du rayonnement d'un équipement électronique
- Mesures d'émission rayonnée
- Outils de préqualification
- Utilisation d'une pince de courant haute fréquence
- Méthode de mise au point CEM d'un équipement

### 8 – PHASE DE QUALIFICATION

- Enjeux CEM en phase de qualification
- But des mesures d'émission
- Analyseur de spectre
- Mesure des perturbations conduites
- Exemples de limites
- Emission rayonnée
- Antennes utilisées en CEM
- Sites de mesure – Cages de Faraday
- But des essais d'immunité
- Essais de décharges électrostatiques
- Immunité aux transitoires rapides
- Immunité aux surtensions
- Immunité conduite et rayonnée aux émetteurs radio
- Exemples d'essais en automobile
- Immunité au rayonnement des transformateurs de puissance
- Creux de tension, coupures brèves

### 9 – PHASE D'INSTALLATION

- Enjeux CEM en phase d'installation
- Terre / masses : définitions
- Rôle du réseau de terre
- Conducteurs de sécurité
- Importance d'un réseau de masse maillé – Equipotentialité
- Effet réducteur des chemins de câbles métalliques
- Schémas de neutre en distribution électrique BT
- Schéma TT, TN, IT
- Ségrégation des câbles

### 10 – PHASE D'EXPLOITATION

- Enjeux CEM en phase d'exploitation
- Que faire en cas de problème CEM sur site ?
- Outils d'investigation
- Solutions de protection
- Méthodologie d'analyse d'un problème CEM

### 11 – CONCLUSION

- Importance de la prise en compte de la CEM à toutes les étapes d'un projet
- Bibliographie