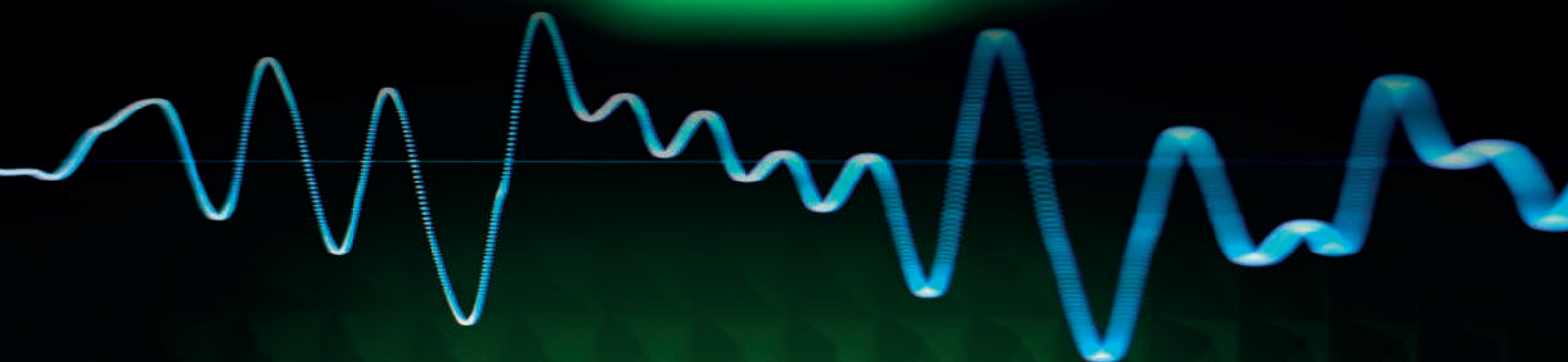
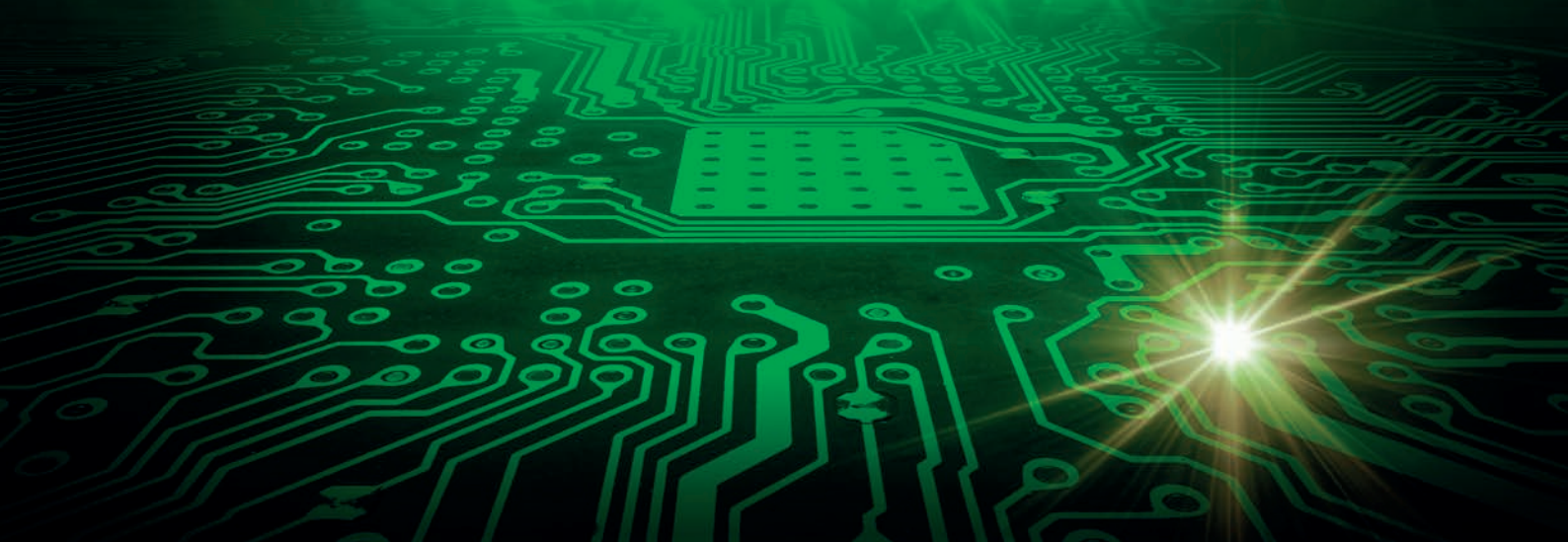


FORMATION 2026



CEM

Électromagnétique
Sécurité Électrique
Mécanique - Climatique



FORMATIONS : CEM, ESSAIS EN ENVIRONNEMENT, NORMES



AEMC a rejoint **SOPEMEA** en 2019 pour former et conseiller les entreprises dans tous les métiers de l'industrie électrique et électronique. Référent dans le domaine de la Compatibilité Electromagnétique (CEM), AEMC est l'organisme de formation de SOPEMEA, filiale Essais et Mesures du groupe APAVE spécialisée en accompagnement à la qualification et les essais en environnement.

AEMC a été rebaptisée SOPEMEA en fusionnant en janvier 2024 tout en conservant les mêmes activités et référents pour :

- Des formations par métier pour parler le langage de chacun et répondre de façon optimale aux problèmes concrets de tous les stagiaires.
- Des formations dispensées par des intervenants professionnels expérimentés qui sauront répondre à vos problématiques.
- Un ensemble de modules de formation basés sur une approche pratique qui utilise des démonstrations ou les moyens d'essais de nos laboratoires.

Formation Intra Entreprises :

- Une majorité de nos formations Intra peuvent être proposées en Intra **présentiel** ou **distanciel**.
- Le programme Intra peut être **adapté à votre besoin spécifique** et en durée.
- Adaptation au planning de vos collaborateurs avec possibilité de répartir la formation en **plusieurs sessions**.
- Sur demande et lorsque nous en avons les ressources, des formations peuvent être **dispensées en anglais**.

Certaines formations ne sont proposées qu'en Intra, voici les thèmes :

Intégration et câblage CEM d'un équipement – 3 jours

Le but de cette formation est de :

- Prendre connaissance des exigences réglementaires pour le marquage CE
- Apprendre à identifier les risques CEM de la machine
- 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

CEM appliquée au Ferroviaire – 3 jours

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, leurs mises en œuvre industrielles et vérifier leur efficacité
- Pouvoir prendre en compte les exigences réglementaires liées à l'exposition humaine aux champs électromagnétiques
- Maîtriser les risques de la cohabitation de 2 systèmes de communication HF

Introduction à la protection TEMPEST des sites et installation – 1 jour

Le but de cette formation est de :

- Comprendre la menace TEMPEST
- Connaître la réglementation française et OTAN en matière d'anticonspiration électromagnétique
- Concevoir une installation ou l'implantation d'un site respectant cette réglementation

TEMPEST des équipements et installations – 3 jours

Le but de cette formation est de :

- Comprendre la menace TEMPEST
- Connaître la réglementation française et OTAN en matière d'anticonspiration électromagnétique
- Comprendre la stratégie de durcissement TEMPEST
- Comprendre les phénomènes mis en jeu
- Connaître les solutions concrètes à apporter
- Concevoir une installation respectant la réglementation TEMPEST.

**Programme complet sur demande :
mail@aemc.fr ou 04 76 49 76 76
N'hésitez pas à nous consulter**

ESSAIS, EXPERTISE ET INGÉNIERIE : LAISSEZ-VOUS ACCOMPAGNER



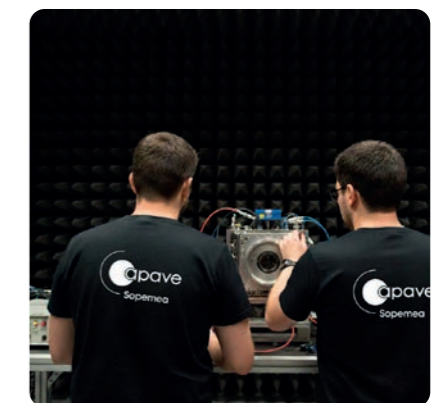
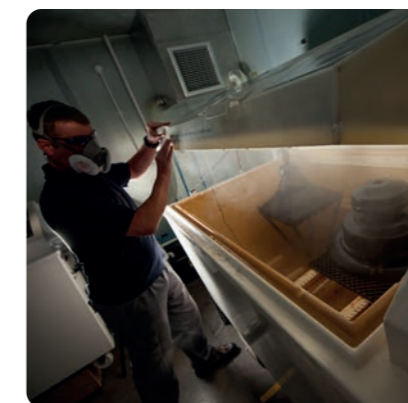
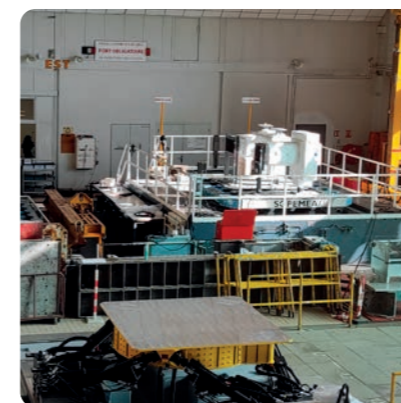
SOPEMEA, filiale du Groupe **APAVE**, est spécialisée dans la qualification d'équipements.

Depuis plus de 75 ans, **SOPEMEA** propose à ses clients une gamme complète de services d'études (simulation numérique) et d'essais pour tester tout type de matériels et d'équipements dans les domaines mécaniques, climatiques, électriques, hydrauliques et de la compatibilité électromagnétique, marquage CE et mesures sur site.

SOPEMEA couvre les marchés de l'Aéronautique, du Spatial, de la Défense, du Ferroviaire, de l'Énergie et du Nucléaire, de l'Automobile, du Médical, des équipements industriels grand public et des objets connectés. Les laboratoires français de **SOPEMEA** sont agréés **CIR**, **CII** et accrédités **COFRAC** en France et **UKAS** au Royaume-Uni.

SOPEMEA propose une gamme de prestations pour vous accompagner :

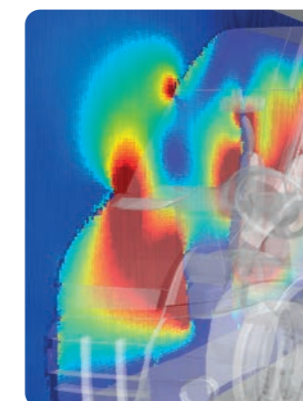
ESSAIS ENVIRONNEMENT MÉCANIQUE, CLIMATIQUE ET CEM



EXPERTISE ET ÉTUDE



SIMULATION NUMÉRIQUE



FORMATION



MAINTENANCE



TITRE DES STAGES	Nbre de jours	Web Classe Prix HT	Présentiel Prix HT	Mars	Avril	Juin	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	PAGE
GÉNÉRALITÉS											
AEMC21 - Introduction à la CEM	3		1 770 €			Lyon* 31/03-02/04	Vélizy 16-18			Trappes* 15-17	8
AEMC37 - Marquage CE	1	680 €					Web classe 28				9
CONCEPTION											
AEMC02 - Blindage CEM des Equipements	2		1 320 €						Trappes* 25-26		10
AEMC09 - Conception CEM d'un système aéronautique - NOUVEAU PROGRAMME	3		1 770 €					Trappes* 13-15			11
AEMC03 - CEM des Automobiles	3		1 770 €					Trappes* 06-08			12
AEMC10 - Conception CEM (Module1)	4		2 320 €			Grenoble* 23-26			Vélizy 17-20		13
AEMC43 - Conception CEM Perfectionnement (Module 2) - NOUVEAU PROGRAMME	4		2 440 €			Grenoble* 31/03-03/04	Vélizy 22-25				14
AEMC49 - Maîtrise de la CEM des drones - NOUVEAU STAGE	3		1 860 €				Vélizy 08-10				15
AEMC12 - Tracé des Cartes électroniques	3		1 770 €	Lyon* 24-26			Illkirch* 22-24			Trappes* 01-03	16
AEMC22 - Investigation et mise au point CEM	3		1 770 €				Trappes* 22-24				17
AEMC20 - Intégrité du signal	4		2 440 €				Vélizy 29/09-02/10				18
AEMC48 - Les fondamentaux de l'Analyse de Défaillance en Électronique - NOUVEAU STAGE	2		2 000 €						Toulouse* 24-25		19
INSTALLATION											
AEMC17 - Expositions humaines aux champs électromagnétiques	2		1 320 €						Vélizy 25-26		20
AEMC06 - CEM des systèmes d'instrumentation - NOUVEAU PROGRAMME	3		1 770 €	Grenoble* 17-19					Trappes* 17-19		21
AEMC08 - CEM des Systèmes et Installations	4		2 320 €	Illkirch* 17-20		Vélizy 23-26		Grenoble 06-09		Vélizy 08-11	22
AEMC41 - Sensibilisation au risque ESD dans l'industrie électronique	0,5		450 €					Trappes* 09 matin			23
AEMC42 - Maîtrise du risque ESD dans l'industrie	1		850 €						Vélizy 05		24
AEMC27 - Protection Foudre des Installations Industrielles et tertiaires - NOUVEAU PROGRAMME	2		1 320 €			Grenoble* 9-10			Vélizy 03-04		25
SIMULATION											
AEMC39 - SPICE & CEM	4		2 440 €	Grenoble* 24-27				Vélizy 06-09			26
AEMC44 - Simulation CEM 3D - NOUVEAU STAGE	2		1 320 €				Trappes* 15-16				27
MESURES CEM											
AEMC24 - Mesures CEM Civiles	3		1 770 €					Trappes* 29/09-01/10			28
AEMC23 - Mesures CEM Aéronautiques et Militaires	3		1 770 €			Vélizy 2-4					29
AEMC14 - Difficultés de mesure CEM	3		1 860 €							Trappes* 08-10	30
AEMC13 - Contrôles des chaînes de mesures CEM & incertitudes	3		1 860 €						Trappes* 03-05		31
RADIOCOM											
AEMC19 - Intégration de solutions radiofréquences	3		1 860 €						Grenoble* 24-26		32
CONVERTISSEURS											
AEMC05 - CEM des convertisseurs	4		2 440 €			Grenoble* 02-05				Vélizy 01-04	33

*Site non accessible aux personnes à mobilité réduite. Pour tout complément d'informations, contactez notre référent handicap dédié Formation à l'adresse mail suivante : mail@aemc.fr

TITRE DES STAGES	Nbre de jours	Présentiel Prix HT	Mars	Avril	Juin	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	PAGE
GÉNÉRALITÉS : ESSAIS D'ENVIRONNEMENT										
AEMC28 - Encadrez et suivez vos essais mécanique, climatique et CEM	2	1 780 €			Vélizy 11-12					34
ESSAIS MÉCANIQUES ET CLIMATIQUES										
AEMC29 - Les fondamentaux en calcul dynamique de structure	2	1 610 €				Vélizy 15-16				35
AEMC30 - Les fondamentaux des essais de vibration	3	2 260 €	Vélizy 31/03-02/04				Vélizy 13-15			36
AEMC31 - Les fondamentaux des essais climatiques	2	1 610 €						Vélizy 15-16		37
AEMC32 - Les fondamentaux en séisme	2	2 020 €	Vélizy 18-19		Vélizy 9-10	Vélizy 17-18				38
SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE										
AEMC45 - Fondamentaux en sécurité électrique - NOUVEAU STAGE	2	1 320 €				Lyon* 15-16				39
AEMC46 - Norme ATI EN62368 - NOUVEAU STAGE	2	1 320 €					Lyon* 13-14			40
AEMC47 - Norme EN61010 - NOUVEAU STAGE	2	1 320 €						Lyon* 24-25		41

Remarques concernant les conditions d'accès à nos locaux

Compte tenu de certaines de ses activités réalisées dans le domaine de la défense, la Société SOPEMEA est un établissement à accès réglementé. De ce fait, afin de pénétrer dans ses locaux, toute personne ne faisant pas partie de la Société doit impérativement être en possession d'une pièce justifiant de son identité en cours de validité si elle est ressortissante d'un pays de la communauté européenne.

Pour les visiteurs non ressortissants de la communauté européenne, une autorisation préalable doit être demandée à nos autorités de tutelles. Cette demande, accompagnée d'une copie de passeport en cours de validité doit être formulée un mois minimum avant la date de la visite par l'intéressé auprès de SOPEMEA». (Nota : une demande d'accès n'implique pas systématiquement que l'autorisation soit délivrée par nos autorités de tutelle).

*Site non accessible aux personnes à mobilité réduite. Pour tout complément d'informations, contactez notre référent handicap dédié Formation à l'adresse mail suivante : mail@aemc.fr

**Bulletin d'inscription téléchargeable sur sopemea.apave.com
et page 43**

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

- Emetteurs 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 0V au châssis
- Couplage en champ électrique
- Protection d'une piste par plan de masse
- Les filtres CEM : structures, schémas et mise à œuvre
- 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 œuvre 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 œuvre 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

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire connaîtra les exigences applicables à la mise sur le marché européen des équipements électriques et électroniques.

Le but de cette formation est de :

- Appréhender les structures des directives
- Connaître les responsabilités des différents acteurs
- Connaître et adapter les procédures d'évaluation à la conformité
- Savoir identifier et suivre l'évolution de la normalisation technique

À SAVOIR

Public

- Personnel chargé de la mise sur le marché
- Personnes chargées de la qualification des matériels

Postulats

- Aucune connaissance technique n'est nécessaire

Méthodes pédagogiques

- 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 ou en distanciel
- 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 : 1 jour soit 7 h

• Web Classe le 28 septembre 2026

Tarif

Web Classe : 680 € HT

PROGRAMME

1 – LA NOUVELLE APPROCHE

- Le marché Européen : contexte historique
- Historique des directives Européennes
- Principe des directives « Nouvelle Approche »
- Principales directives applicables
- Eléments d'une directive
- Conformité aux exigences essentielles
- Norme harmonisée
- Normes harmonisées : Interprétation du JOUE
- Eléments de la déclaration UE de conformité
- Exemple de déclaration UE de conformité
- Documentation technique
- Notice technique
- Marquage CE

2 – LES ACTEURS

- Directive nouvelle approche : Fabricant
- Responsabilités des fabricants
- Directive nouvelle approche : Mandataire
- Directive nouvelle approche : Importateur
- Responsabilités des importateurs
- Directive nouvelle approche : Distributeur
- Responsabilités des distributeurs - 1
- Mise sur le marché
- Mise à disposition

3 – DIRECTIVE CEM

- Directive CEM : Historique
- Directive européenne CEM – Exigences essentielles
- Directive européenne CEM – Domaine d'application
- Directive européenne CEM – Classification
- Directive européenne CEM – Procédure d'évaluation
- Directive européenne CEM – Installation
- Directive européenne CEM – Normes harmonisées
- Exemple de norme CEM – Définition des tests

4 – DIRECTIVE BASSE TENSION

- Directive Basse Tension : Historique
- Directive 2006/95/CE : Domaine d'application
- Directive 2006/95/CE : Exigences essentielles
- Directive 2014/35/UE : Annexe 1 – Partie 1
- Directive 2014/35/UE : Annexe 1 – Partie 2
- Directive 2014/35/UE : Annexe 1 – Partie 3
- Directive 2014/35/UE : Procédure d'évaluation
- Principales normes de sécurité
- EN 61010 : Conditions d'essais
- EN 61010 : Risques électriques (1)
- EN 61010 : Risques électriques (2)
- EN 61010 : Risques mécaniques
- EN 61010 : Autres risques

5 – DIRECTIVE RADIO

- Directive Radio : Historique
- Directive 2014/53/UE : Domaine d'application
- Directive 2014/53/UE : Exigences essentielles
- Directive 2014/53/UE : Evaluation de la conformité
- Directive 2014/53/UE : Documentation technique
- Directive 2014/53/UE : Déclaration de conformité
- Recommandation 70-03
- REC 70-03 : exemple 1
- Intégration d'une fonction radio : Définitions
- Intégration d'une fonction radio : Scénarios
- Exigences réglementaires en fonction des scénarios

6 – DIRECTIVE ROHS

- Directive RoHS 2011/65/UE
- Domaines d'application
- Catégorie de produits
- Dates d'application
- Evaluation de la conformité

7 – AUTRES DIRECTIVES

- Matériel ATEX
- Matériel médical
- Matériel de comptage

10 Blindage CEM des équipements

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de concevoir un coffret électronique en intégrant des notions de blindage et en optimisant les méthodes de protection.

Le but de cette formation est de :

- Comprendre la théorie du blindage
- Être capable d'analyser et traiter les ouvertures
- Maîtriser le câblage et le filtrage des interfaces d'entrée/sortie
- Assimiler les techniques de métallisation des boîtiers
- Apprendre à mesurer un blindage

À SAVOIR

Public

- Ingénieurs et techniciens de bureau d'étude
- Concepteur de coffret

Postulats

- Pas de connaissance nécessaire en CEM
- Pas de connaissance mathématique

Méthodes pédagogiques

- Vérification des Postulats
- 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 ou en distanciel
- 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 : 2 jours soit 14 h
- Trappes, du 25 au 26 novembre 2026

Tarif

1 320 € HT

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION

- Caractérisation CEM des équipements
- Mode commun / Mode différentiel
- Origines du courant de mode commun
- Les 2 types de rayonnements électroniques
- Impédance des conducteurs cylindriques
- Rôles d'un écran
- Définition de l'efficacité de blindage
- Raccordement du 0 V au châssis
- Utilisation des décibels

2 – BLINDAGES : THÉORIE

- Qu'est-ce qu'un champ ?
- Propagation et couplage entre les champs E et H
- Zone de champ proche / champ lointain
- Modes de fonctionnement d'un écran
- Impédance d'un écran
- Réflexion selon l'impédance du champ
- Épaisseur de peau / absorption
- Abaques de Cowdell
- Blindage : critères de choix
- Matériaux magnétiques ou non
- Champs très basse fréquence
- Champ magnétique et induction
- Déflexions des lignes de champ
- Risque de saturation

3 – BLINDAGES RÉELS

- Nécessité des ouvertures
- Principe de calcul
- Atténuation de blindage d'une fente
- Atténuation d'une grille
- Cas des ouvertures multiples
- Efficacité d'une ouverture guide
- Exemple de guide / Nids d'abeilles
- Efficacité de blindage d'un coffret
- Effet de chicane
- Exemple d'écran magnétique
- Exemples de blindages sur carte
- Exemples d'écrans soudés / amovibles
- Utilisation de sondes de champ proche
- Joints conducteurs

4 – TRAITEMENT DES CÂBLES

- Exemple de câblage interne
- Les 3 méthodes anti-mode commun HF
- Circulation des courants HF
- Mise en œuvre des connecteurs
- Regroupement des entrées / sorties
- Filtres en traversée de paroi
- Montage des filtres / exemples
- Impédance de transfert de câbles blindés
- Raccordement des connecteurs blindés
- Tubes et textiles pour surblindage

5 – AMÉLIORATION D'UN BLINDAGE

- Principe général
- Points « chauds »
- Criticité des fuites
- Capot en fer étamé
- Résonances de coffret et amortissement
- Exemple de matériau absorbant
- Les 2 topologies pour visualisation
- Traitement des organes accessibles
- Accessoires de blindage : exemples
- Efficacité d'un joint conducteur
- Effet de la pression / déformation
- Mise en œuvre d'un joint conducteur
- Attention à la colle des joints adhésifs
- Doigts conducteurs et ressorts
- Couples électrochimiques
- Utilisation des doigts-ressorts
- Qualité nécessaire selon la zone
- Couples électrochimiques
- Les fils sont des antennes
- Câblage interne
- Couplage près d'un plan de masse
- Coordination électronique / mécanique
- Connecteurs filtrants de fortune
- Etape de mise au point d'un blindage
- Erreurs récurrentes
- Contrôle visuel
- Coffrets blindés industrialisés
- Méthode de l'ampoule électrique
- Chromage de l'aluminium

6 – BOÎTIERS PLASTIQUES

- Composites conducteurs
- Peintures conductrices
- Zingage par arc / à la flamme
- Métallisation sous vide / cathodique
- Dépôts chimiques / électrolytiques
- Coffrets plastiques métallisés
- Blindage simple en boîtier plastique
- Mesure simple d'un revêtement

7 – MESURES DE BLINDAGE

- Mesure pratique d'atténuation
- Calibrage avant mesure
- Mesure d'un petit coffret
- Norme CEI 61587-3
- Norme IEEE 299
- Procédure de mesure recommandée

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable d'anticiper les contraintes CEM, foudre et HIRF dans un avion dans le but d'intégrer de manière cohérente les protections électromagnétiques et de les valider pendant le cycle de certification de l'aéronef.

Le but de cette formation est de :

- Appréhender le processus de certification aéronautique
- Avoir une vue d'ensemble des spécificités des normes aéronautiques
- Comprendre les phénomènes de couplage, foudre et HIRF dans un avion afin d'optimiser la protection électromagnétique

À SAVOIR

Public

- Bureau d'études
- Intégrateur
- Concepteur

Postulats

- Une connaissance, même sommaire, des cahiers des charges aéronautiques est souhaitable
- Une connaissance des principes fondamentaux de la CEM est souhaitable.

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
- Trappes, du 13 au 15 octobre 2026

Tarif

1 770 € HT

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION

- L'évolution de la CEM en aéronautique
- Cycle en V

2 – PROCESSUS DE CERTIFICATION

- Les spécifications de certification (CS-23/25/27/29)
 - Évaluation des acquis : CS-25 (25.581; 25.899; 25.1309; 25.1316; 25.1357); CS-23; CS-27; CS-29.
 - EWIS.
- Les moyens de démonstration (AMC, AC, MoC)
- Les standards applicables
 - ED-14/DO160; ED-84; ED-107; ED-239; ED-248; ED-234.
 - SAE ARP5412; SAE ARP5583; SAE ARP60493; - ABD0100 1.2
 - D6 16050
- La criticité des systèmes vis-à-vis de la sûreté de vol
- La maintenance

3 – COUPLAGE SUR AVION ET IMPACT SUR LES ÉQUIPEMENTS

- Les environnements Foudre et Champ fort (HIRF)
- Les phénomènes de couplage sur avions (EMH, foudre, ESD, CEM, diaphonie, ...)
- Les risques liés aux PEDs, et au système de radio/nav et communication (non-interférence et interopérabilité)
- Les risques liés aux rayonnements cosmiques.
- Les environnements de tests (DO160 section 16 à 25)
- La conception et protection de l'équipement pour se conformer aux tests

4 – MÉTHODES DE PROTECTION D'ACCÈS FILAIRE ET PAR L'ENVELOPPE DES ÉQUIPEMENTS

- La protection électromagnétique des systèmes (règles d'installation, blindage, raceway)
- La protection de l'équipement pour se conformer aux tests
- Les spécificités des liaisons ARINC, 1553, AFDX, CAN, TOR vis-à-vis des menaces électromagnétiques

5 – RÉPONSE À LA CERTIFICATION POUR LE CS-25

- Les réponses de conformité d'un équipementier au process de l'avionneur
- L'analyse des spécifications électromagnétiques
- L'élaboration du Plan de protection électromagnétique
- Le Plan de Qualification et les Procédures de Test
- La synthèse de résultats et la déclaration de Performance de Design
- Les réponses de l'avionneur aux autorités
- Le plan de Certification
- Les essais au niveau systèmes et au niveau avion (fonction de transfert Foudre et Champ fort)
- La synthèse de certification CEM

12 CEM des automobiles

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de concevoir et d'intégrer des modules électroniques en automobile en prenant en compte les modes de couplage et en limitant les effets des différentes sources, y compris les interférences radio.

Le but de cette formation est de :

- Savoir évaluer l'environnement CEM intra et externe au véhicule
- Être capable d'identifier les risques CEM des SEEE en fonction de la source de perturbation externe ou interne au véhicule
- Savoir choisir les solutions de blindage et filtrage CEM à mettre en œuvre
- Connaître la réglementation en vigueur pour un véhicule et un SEEE

À SAVOIR

Public

- Ingénieurs et techniciens en charge du développement des systèmes électroniques automobile
- Ingénieurs et techniciens en charge de la mise en œuvre de l'assemblage

Postulats

- Connaissances de base en électricité
- Aucune connaissance préalable en CEM

Méthodes pédagogiques

- Vérification des Postulats
- 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 : 3 jours soit 21 h

- Trappes, du 06 au 08 octobre 2026

Tarif

1 770 € HT

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION - RAPPELS

- Origine de la CEM
- Conduction et rayonnement
- Champ électromagnétique
- Les décibels
- Les 2 modes : commun / différentiel
- La CEM en automobile
- Problèmes type de CEM en automobile
- CEM interne d'un véhicule
- Spectre bande étroite / bande large
- Conversion temps – fréquence
- Rappels d'électronique

2 – RÉGLEMENTATION

- Règlement ONU R10
- R10 : applicabilité aux SEEE
- R10 : homologation d'un véhicule
- Cahiers des charges CEM constructeurs
- Normes utilisées dans les CDC constructeurs
- Arbres d'essais véhicule et SEEE
- R10 : niveaux en émission rayonnée
- R10 : essais et niveaux d'immunité
- BCI
- Immunité aux impulsions ISO 7637-2
- Essais de décharges électrostatiques
- Test véhicules électriques en mode de recharge

3 – ENVIRONNEMENT EMI

- Puissance rayonnée d'un émetteur
- Champs forts radio dans un véhicule
- Décharges électrostatiques
- Perturbations du réseau de bord

4 – SUSCEPTIBILITÉS DES CIRCUITS LOGIQUES ET ANALOGIQUES

- Perturbation d'un circuit analogique
- Détection d'enveloppe
- Réponse des circuits à un parasite HF
- Marges statiques des logiques courantes
- Fréquence équivalente des logiques courantes
- Caractérisation des entrées et sorties d'un ampli OP

5 – PARASITAGE PAR LES MASSES

- Impédance des conducteurs cylindriques
- Couplage par une impédance commune (C.I.C.)
- Impédance des plans de cuivre et d'acier
- Impédance HF des pistes de circuit imprimé
- Points critiques de mise à la masse sur véhicules
- Exercice : parasitage par impédance commune
- Arrangement des circuits analogiques / numériques / courants forts
- Mise en œuvre des faisceaux de câbles
- Distribution du OV en étoile : conséquences et solutions
- Equipotentialité
- Plan de masse des circuits imprimés
- Equipotentialité carte mère / carte fille
- Cartes mixtes analogiques / numériques

6 – PROTECTIONS EN CONDUCTION

- Immunité des liaisons numériques sur véhicules
- Conversion Mode Commun / Mode Différentiel
- Liaison symétrique différentielle
- Isolements galvaniques : rôle et limites
- Filtrage CEM en automobile
- Structure des filtres
- Mise en œuvre des condensateurs de filtrage
- Erreurs à éviter dans la mise en œuvre des filtres
- Self de mode commun
- Ferrites
- Cas particulier du filtrage d'alimentation
- Filtrage d'une liaison CAN
- Câbles blindés : principe, rôle, limites
- Mise en œuvre des blindages
- Cas du Mode Commun basse fréquence
- Connecteurs blindés : choix et mise en œuvre

7 – CONVERTISSEURS À DÉCOUPAGE

- Les 5 perturbations générées par un convertisseur à découpage
- Perturbations conduites de mode commun
- Filtrage en entrée
- Traitement de la sortie des convertisseurs
- Convertisseurs et alimentations en automobile
- Rayonnement des électroniques à découpage
- Filtrage / traitement des petits moteurs électriques et de leurs commandes
- Cas particulier des ouvertures de contacts mécaniques

8 – DIAPHONIE

- Diaphonie capacitive et magnétique : analyse
- Couplage capacitif fil à fil
- Couplage inductif fil à fil
- Réduction de la diaphonie par plan de masse

9 – COUPLAGE CAPACITIF CARTE À CHÂSSIS

- Couplage capacitif carte / environnement
- Circulation des perturbations hautes fréquence
- Effet d'écran d'un plan de masse
- Raccordement du OV au châssis

10 – COUPLAGES CHAMP À BOUCLE / CHAMP À FIL

- Propagation des champs électromagnétiques
- Couplage champ magnétique à boucle
- Tension de boucle dans un faisceau automobile
- Torsade des conducteurs
- Couplage en champ électrique
- Protection des conducteurs par plan de masse
- Règles de câblage des faisceaux automobiles

11 – RAYONNEMENT DES ÉLECTRONIQUES

- Spectre d'un signal d'horloge
- Les deux modes de rayonnement des électroniques
- Origines d'un courant de mode commun sur un câble

12 – BLINDAGE

- Comment un blindage fonctionne-t-il ?
- Champ proche / champ lointain
- Pertes par réflexion / absorption
- Choix du matériau de blindage
- Blindage des traitements conducteurs
- Atténuation d'une ouverture dans une paroi mince
- Étapes de mise au point d'un blindage

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de prendre en compte l'ensemble des paramètres clefs CEM lors de la conception d'un équipement.

Le but de cette formation est de :

- Apprendre à identifier et solutionner les problèmes potentiels en analogique, numérique et circuits de commutation
- Être capable d'analyser et de maîtriser les mécanismes de couplages
- Pouvoir concevoir et mettre en œuvre les remèdes en conduction et rayonnement
- Pouvoir appréhender les besoins et mettre en œuvre les solutions de blindage

À SAVOIR

Public

- Techniciens et ingénieurs en électronique
- Techniciens d'essais CEM

Postulats

- Niveau technicien en électronique
- Niveau bac en mathématique

Méthodes pédagogiques

- 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

- Grenoble, du 23 au 26 juin 2026
- Vélizy, du 17 au 20 novembre 2026

Tarif

2 320 € HT

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION

- Méthode d'analyse de la CEM
- Mode commun et mode différentiel
- Utilisation des décibels
- Conversion temps – fréquence

2 – RÉGLEMENTATION ET TESTS CEM

- Directive européenne
- Normes harmonisées
- DO-160 / MIL-STD
- Emission conduite & rayonnée
- Immunité conduite & rayonnée
- Plan qualification CEM

3 – CEM DES COMPOSANTS ACTIFS

- Rapport signal / bruit
- Bande passante et vitesse de balayage
- Impédance et courant de sortie
- Détection d'enveloppe
- Marge de bruit statique et dynamiques
- Forme d'onde et fréquence équivalente
- Surconsommation de transition

4 – CIRCUITS DE COMMUTATION

- MD et MC d'une alimentation à découpage
- Calcul et filtrage du mode commun
- Calcul et filtrage du mode différentiel
- Mode Commun entrée à sortie

5 – COUPLAGE PAR IMPÉDANCE COMMUNE

- Principe du couplage par impédance commune
- Impédance d'un plan de cuivre
- Impédance des pistes et des fils
- Alimentation en étoile
- Comparaison analogique / numérique
- Plans de masse et d'alimentation
- Solution optimale des couches de CIP

6 – COUPLAGE CARTE À CHÂSSIS

- Couplage capacitif carte à châssis
- Capacité entre carte et masse
- Capacité d'une piste
- Ecran électrostatique et anneau de garde
- Exemple de tracé
- Masse mécanique / masse électrique
- Raccordement du 0 V au châssis

7 - COUPLAGE PAR DIAPHONIE

- Capacité linéique piste à piste et fil à fil
- Couplage inductif fil à fil
- Exemple de diaphonie piste à piste
- Diaphonie des câbles plats
- Réduction de la diaphonie par plan de masse

8 - COUPLAGE CHAMP À BOUCLE

- Calcul de la tension de boucle
- Exemple de susceptibilité
- Cas du champ magnétique
- Torsade des conducteurs

9 – COUPLAGE CHAMP À FIL

- Antennes fouet et dipôle
- Calcul du courant induit
- Réduction du champ par plan de masse

10 - RAYONNEMENT DE MODE DIFFÉRENTIEL

- Spectre d'un train trapézoïdal
- Rayonnement d'une petite boucle
- Exemple de rayonnement d'une horloge
- Réduction des surfaces de boucles
- Réduction du rayonnement de M.D.

11 - RAYONNEMENT DE MODE COMMUN

- Rayonnement d'un petit fouet
- Origines du courant de mode commun
- Spectre rayonné en mode commun
- Alerte avant la mesure du rayonnement
- Réduction du rayonnement de M.C.

12 – PROTECTIONS EN CONDUCTION

- Méthodes de protection BF
- Liaisons non symétriques ou différentielles
- Isolement galvanique
- Eclateurs, varistances, transzorb
- Méthodes de protection HF
- Choix de la structure d'un filtre
- Les 3 règles de montage des filtres secteur
- Filtrage des entrées à bas-niveaux
- Les tores de ferrite, choix du nombre de spires

13 – CÂBLES BLINDÉS

- Câbles blindés et coaxiaux
- Impédance de transfert
- Effet réducteur d'une paire blindée
- Ou raccorder un câble blindé
- Mise en œuvre des câbles blindés

14 – BLINDAGE

- Champ proche / champ lointain
- Pertes par réflexion et par absorption
- Efficacité de blindage
- Choix du matériau de blindage
- Nécessité des ouvertures
- Ouverture dans un blindage
- Couples électrochimiques
- Joints conducteurs et doigts ressorts
- Métallisation des plastiques

15 - REVUE DE CONCEPTION

- Accompagnement CEM d'un projet
- Maîtrise des choix initiaux
- Les revues CEM

Conception CEM Perfectionnement (Module 2)

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire aura approfondi des solutions concrètes de protections CEM et d'intégrité de signal des entrées/sorties avec les câbles associés et de certaines fonctions internes au niveau des cartes et systèmes électroniques. Le stage permettra d'enrichir la connaissance du comportement CEM des composants et des recommandations des routages associés.

À SAVOIR

Public

- Ingénieurs et techniciens de conception en électronique confirmés avec une expérience CEM (réalisations de designs avec participation aux essais CEM).
- Merci de nous signaler toute situation de handicap avant la formation pour que nous étudions au cas par cas une adaptation adéquate avec notre référent handicap APAVE.

Postulats

- Niveau de base en physique et électronique de tout technicien supérieur
- Expérience préalable en conception électronique et avoir suivi un stage de Conception CEM

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 : 4 jours soit 28 h

• Grenoble, du 31 mars au 03 avril 2026
• Vélizy, du 22 au 25 septembre 2026

Tarif

2 440 € HT

Le but de cette formation est de :

- Maîtriser les choix initiaux de conception
- Maîtriser la CEM des composants
- Appréhender les effets des lignes de transmission
- Maîtriser la mise en œuvre des liaisons rapides
- Comprendre et adapter les solutions de protection BF et HF
- Maîtriser le choix des liaisons blindées et leur mise en œuvre
- Optimiser les solutions de blindage...

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION : RAPPELS

- Maîtrise de la CEM dans l'entreprise
- Suivi CEM de projet (1)
- Méthode d'analyse de la CEM
- Suivi CEM de projet
- Tests d'émission : récapitulatif
- Ordres de grandeur en immunité
- Mode commun et mode différentiel
- Transformation du Mode Commun en Mode différentiel
- Enveloppe spectrale d'impulsions répétitives
- Densité spectrale d'une impulsion
- Environnements isolants ou conducteurs
- Couplages CEM dans les cartes
- Impédance d'un conducteur
- Réduction de l'inductance des pistes par géométrie
- Résistance et réactance d'une paire courte
- Calcul d'une tension de boucle
- Courant collecté par un dipôle
- Circuits résonants
- Formulaire CEM
- Acronymes en CEM

2 – CARACTÉRISTIQUES DES COMPOSANTS PASSIFS

- Impédance d'une résistance
- Tenue d'une résistance en impulsion unique
- Impédance des condensateurs non polarisés
- Extraction des valeurs d'un condensateur
- Mesure de l'absorption diélectrique
- Diverses causes de changement de capacité
- Impédance d'une inductance
- Extraction des valeurs d'une inductance
- Perméabilité magnétique réelle et imaginaire
- Attention aux ferrites à fort μ
- Choix d'une perle de ferrite
- Mesures ou modélisation ?

3 – CARACTÉRISTIQUES DES COMPOSANTS ACTIFS

- Bruit des composants
- Principe de la détection d'enveloppe
- Réponse en fréquence d'un ampli OP
- Détection d'un étage d'entrée JFET
- Détection d'enveloppe d'ampli OP : évaluation
- Impédance de sortie d'un ampli OP
- Attention à la structure des filtres actifs
- Effet de l'impédance de sortie
- Attention aux contre-réactions capacitatives exposées
- Immunité d'un isolateur numérique
- Risques d'oscillations de transistors en UHF
- Marges statiques de bruit en tension
- Marge dynamique des logiques
- Oscillations d'une porte MOS
- Le phénomène du latch-up
- CEM des échantillonneurs - bloqueurs
- Protections intégrées contre les DES

4 – CEM DES CIRCUITS À DÉCOUPAGE

- Les 5 perturbations d'un convertisseur
- Identification des boucles critiques dans le Buck
- Simulations temporelles du Buck
- Recouvrement des diodes
- Réduction des perturbations
- Composants Émergeants
- Effets Miller de MOSFETs de puissance à SJ
- Mise en parallèle de transistors
- Distorsion du signal PWM en entrée du Driver

- Sources des problèmes en émission rayonnée
- Rôle et calcul des « snubbers »
- Assurer l'immunité d'un convertisseur

5 – LIGNES DE TRANSMISSION

- Ligne : schéma équivalent
- Caractéristiques de lignes typiques
- Mesure pratique de l'impédance d'une ligne
- Forme des signaux : désadaptation totale
- Adaptation série ou parallèle
- Forme des signaux : Générateur adapté
- Adaptation série ou parallèle
- Pertes dans une ligne
- Mesures et câbles coaxiaux
- Terminaison des lignes rapides

6 – DIAPHONIE

- Diaphonie capacitive et inductance sur CIP
- Capacité piste à piste : microstrip
- Diaphonie sur circuits imprimés : NUM → ANA
- Mesure d'une diaphonie capacitive
- Mesure de diaphonie dans un connecteur
- Modèle SPICE de connecteur rectiligne
- Effets d'une bonne répartition des broches
- Diaphonie en couplage lâche, lignes adaptées
- Diaphonie progressive et régressive

7 – CEM INTERNE DES CIRCUITS INTÉGRÉS (ASICs)

- Evolution de la taille de gravure des semi-conducteurs
- Bruits et couplages des ASICs
- Budget de bruit
- Origines et effets des dl / dt
- Calcul du nombre de paires Vcc / 0 V
- Distribution des horloges
- Dimensionnement des drivers de sortie
- Attention aux boîtiers « compatibles pin à pin »

8 – FILTRES

- Fonction de transfert et perte d'insertion
- Perte d'insertion d'un filtre d'alimentation en MC et en MD
- Réponse en fréquence d'un passe-bas d'ordre 2
- Amortissement de la résonance d'un L-C
- Impulsions résonnantes amorties
- Filtrage des impulsions
- Réponses de divers filtres passe - bas
- Réponses impulsionnelles de filtres passe-bas
- Attention au filtrage d'un signal numérique
- Filtrage des capteurs / alimentations

9 – CEM DES INTERFACES

- Transzorb : Courbe de Puissance Crête
- Tension et courant du Transzorb
- Protection des surtensions par varistance
- Protection active en entrée d'alimentation
- Immunité d'un régulateur secteur non isolé
- Schémas et niveaux de protection des communications série
- Capacité de fuite maximale des protections ESD
- Sélection des protections ESD
- Protection des E/S analogiques
- Protection des E/S types TOR, Transistor, Relais
- Protections des USB, CAN et du I2C
- Protection des liaisons Ethernet
- Recommandations pour Ethernet

- Protection des Audios/vidéos
- Protection des interfaces LCD
- Protection des alimentations de puissance
- Protection des interfaces de stockage
- Protection intégrée dans le connecteur
- Disposition des zones A/N et plans de masse
- Masse des connecteurs externes
- Filtrage des Entrées / Sorties

10 – CIRCUITS IMPRIMÉS

- Impédance d'une tôle de cuivre
- Répartition optimale des couches de CIP
- Les 3 types d'anneau (ou piste) de garde
- Attention au rayonnement en champ proche
- Symétrie du schéma, implantation et routage
- Tracé des signaux rapides
- Tracés pour mémoires DDR
- Intégrité des signaux dans le PCB
- Recommandations des Entrées/Sorties
- Agencement de couches de PCB

11 – CÂBLES ET CONNECTEURS

- Réjection du M.C. en BF par isolement
- Réjection du M.C. BF une entrée différentielle
- Dissymétrie différentielle par déphasage
- Dissymétrie des filtres d'entrée
- Types de câbles blindés
- Paramètres de symétrie d'une ligne différentielle
- Perte de conversion longitudinale (LCL)
- UTP/STP: Conversion du MC en MD
- Attention à la dissymétrie des paires
- Mesure de la dissymétrie d'une paire
- Dissymétrie typique d'une paire
- Dissymétrie d'un balun
- Dissymétrie en liaison Ethernet 100Mbps
- UTP ou STP : calcul d'immunité
- Principe de l'effet réducteur
- Mesure simple de l'effet réducteur, de Zt et d'efficacité de blindage
- Impédance de transfert de connecteurs
- Importance de la mise à la masse des embases
- Effet réducteur d'une paire blindée
- Transmission de faibles signaux

12 – ÉMISSION RAYONNÉE

- Emission des horloges
- Addition du champ d'horloges multiples
- Réduction de la richesse harmonique
- Horloges avec étalement du spectre (SSC)
- Rayonnement du câble d'alimentation
- Rayonnement des câbles externes
- Emission rayonnée de 2 signaux superposés
- Pré-qualification d'une mesure de rayonnement
- Analyse de courant de MC de 30 à 80 MHz
- Utilisation de sondes de champ proche

13 – BLINDAGE

- Étapes de mise au point d'un blindage
- Circulation des courants
- Criticité des fuites
- Excitation des câbles d'E/S par fuite proche
- Atténuation de blindage d'une fente
- Calcul d'atténuation d'une boîte non amortie
- Calcul d'atténuation d'une boîte bien amortie

Maîtrise de la CEM des drones

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de concevoir et intégrer des modules électroniques dans l'engin, en tenant compte des couplages et en limitant les effets des différentes sources, y compris les interférences radio et les brouillages fortuits ou hostiles.

À SAVOIR

Public

- Ingénieurs / techniciens en charge du développement de systèmes électroniques d'engins sans pilote
- Ingénieurs et techniciens en charge de la mise en œuvre de l'assemblage
- Ingénieurs et techniciens travaillant à la définition, la conception ou les essais de drones, y compris en environnement hostile.

Postulats

- Connaissances de base en électricité
- Aucune connaissance préalable en CEM

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 20 ans d'expérience

Informations pratiques

• Durée : 3 jours soit 21 h

• Vélizy, du 08 au 10 septembre 2026

Tarif

1 860 € HT

Le but de cette formation est de :

- Savoir évaluer l'environnement CEM interne et externe à l'engin
- Maîtriser une méthode pour une conception optimisée intégrant la CEM
- Savoir identifier les risques CEM en fonction de la source de perturbation externe ou interne
- Savoir choisir les solutions de blindage, neutralisation et filtrage CEM à prévoir
- Connaître la réglementation et/ou cahier des charges en vigueur pour un drone

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION

- Bref rappel de fondamentaux CEM
- Définition des risques et contraintes des drones
- Que dit la réglementation sur les drones ?
- Prise en compte des techniques anti-drone (Counter-UAV)
- Exemple de budget US C-UAV

2 – VULNÉRABILITÉ

- Distinction Susceptibilité/ Immunité
- Discretion (indélectabilité, non-compromission)
- Stratégie d'analyse CEM en début de conception
- Bilan préalable PERTURBATEURS → COUPLAGE → VICTIME
- Identifier les caractéristiques des principaux perturbateurs
- Type de fonctionnement : analogique, numérique, permanent, occasionnel.
- Niveau maximum du signal en sortie
- Bande Passante (ou temps de montée minimum)
- Les principaux éléments vulnérables
- Type de fonctionnement (analogique, numérique, permanent, occasionnel...)
- Niveau minimum de détection (« seuil discernable ») en entrée de signal

3 – EXEMPLES DE VICTIMES TYPES

- Éléments de navigation (récept. GPS, Galileo, Glonass, centrale gyro/inertielle, boussole, altimètre)
- Autopilote n'utilisant pas de signaux extérieurs : capteurs inertiels, accéléromètres
- Capteurs d'assiette, de vitesse, de rotation des moteurs
- Capteurs de 0° et état de charge batterie
- Étage d'entrée RF des signaux de télépilote
- Identification ami/enemi ? (IFF contrôlé par AI)
- Capteurs de références externes : champ magnétique terrestre, constellations de satellites, altimètre, baromètre...

4 – VÉRIFICATION BASIQUE, AUTO-COMPATIBILITÉ

- CEM interne préalable à toute analyse CEM générale
- MATRICE D'INTERACTION Perturbateurs → Victimes (Internes)
- Fléchage d'incompatibilités possibles

5 – ANALYSE COMPLÈTE CEM EXTRA-SYSTÈME VIS-À-VIS DE MENACES EXTERNES

- EXIGENCES D'IMMUNITÉ MAJEURES
- Immunité aux champs forts HIRF ou pulsés (Hi-Power Ultra Wide Band)
- Risque de susceptibilité conduite, en recharge directe ou induction (wireless)
- Enveloppe des plus fortes MENACES, BF → 10GHz
- Forte impulsion non répétitive: DES, Foudre Indirecte (non-prise en compte de l'impact direct)
- INDICE de SUSCEPTIBILITÉ des victimes = B-Passante / Seuil de détection
- Fléchage des victimes à + forte susceptibilité
- Calculs simples de susceptibilité en champs forts
- Hypothèses couplages pires cas : Polarisation la + défavorable, réjection minimale hors-bande...
• Avant ajout de tout remède, Bilan en l'état : OK / NOK
- Pour chaque NOK : durcissements nécessaires : Δ dB / plage de fréquence ?

6 – VALIDATION D'IMMUNITÉ EN CONFIGURATION VOL RÉEL

- Comportement en cas de défaillance

- «Retour maison» en autopiloté ?
- Arrêt moteur et parachute ?
- Autodestruction (détection « homme mort ») ?
- Que dit la réglementation sur les drones ?
- Prise en compte : présence simultanée de perturbateurs internes avec une menace externe
- Effets induits d'une DES ou Foudre indirecte durant le vol
- Cas d'emport de charge critique

7 – ANALYSE CEM EXTRA-SYSTÈME, ÉMISSIONS RAYONNÉES

- Emissions rayonnées
- Contrainte légale ou contractuelle
- Causes des fréquents rejets aux essais d'émission EMI
- Discretion (Tempest), décodage pirate du télépilote
- Analyse simple de l'émission RF rayonnée des principaux perturbateurs
- Spectres pire-cas des signaux rapides
- Spectre des champs rayonnés (dB μ V/m) par cartes, câbles, moteurs de rotor, gros modules CI
- Calculs par modèles simples, maximalistes
- Pour chaque famille de signaux, noter dépassement Δ dB, NOK vis-à-vis de la norme

8 – COMPILATION DES BESOINS EN DURCISSEMENT, SUSCEPTIBILITÉ & ÉMISSION

- Enveloppe/cumul des + forts besoins Susceptibilité & Emission
- Feuille de route pour l'amélioration à la conception
- Introduction aux filtres HF passifs
- Maîtrise des Bandes passantes
- Réjections du Mode Commun
- Blindages : dernier ressort, si aucune autre solution
- Filtrage de tous conducteurs entrants ou sortants
- Intégration sur PCB
- Évitement des effets parasites : selfs de connexions, diaphonies de contournement...
- Mini-blindages zonés sur PCB. Possibilités/limites des plastiques conducteurs
- Câbles blindés miniature
- Utilisation des structures et carénages en composites chargés, aidant à un blindage global

9 – VALIDATION EN COURS DE CONCEPTION

- Retour d'expérience de consultants lors des essais d'une première recette
- Essais en équivalents conduits sur maquette ou prototype représentatif
- Recherche de susceptibilité hors-bande, par injection sur entrées critiques
- Seuils de susceptibilité par injection de courant sur les torons (BCI)
- Mesure d'émission à la pince des courants des torons

10 – REVUE DES EXIGENCES, MONTAGES D'ESSAI ET LIMITES (MIL OU CIVIL)

- Tests existants applicables
- Personnalisations propres aux drones
- Prise en compte de la « cyber-vulnérabilité »
- Détecteur d'intrusion, d'attaque RF d'un téléguidage
- Vérifier qu'un détecteur « hard » ajouté n'est pas lui-même perturbable
- Critères d'acceptation / rejet
- Montages de test (set-up) spécifiques

11 – CONCLUSION

- Synthèse générale
- Livres, revues ou sites internet

16 Tracé des cartes électroniques

Investigation & mise au point CEM 17

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de prendre en compte l'ensemble des paramètres clés CEM pour le routage des cartes électroniques.

Le but de cette formation est de :

- Être capable d'éviter les erreurs récurrentes d'implantation et de routage
- Pouvoir analyser les différents couplages
- Être capable de maîtriser le routage des masses, alimentations, pistes sensibles
- Comprendre où et comment placer les composants de protections et de filtrages
- Comprendre le routage des liaisons rapides à impédance contrôlée

À SAVOIR

Public

- Routeurs et implanteurs de circuits électroniques
- Ingénieurs et techniciens de conception

Postulats

- Connaissances de base en électricité

Méthodes pédagogiques

- Vérification des Postulats
- 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 ou en distanciel
- 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 24 au 26 mars 2026
- Illkirch, du 22 au 24 septembre 2026
- Trappes, du 01 au 03 décembre 2026

Tarif

1 770 € HT

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION

- Caractérisation CEM des équipements
- Mode commun/mode différentiel
- Représentation d'un signal sinusoïdal/trapézoïdal
- Analogie Temps - Fréquence
- Evolution des circuits imprimés
- Gestion et planning d'un circuit imprimé

2 – MASSES ET ALIMENTATIONS

- Couplage par impédance commune
- Impédance d'un plan de masse
- Retour des courants HF
- Fente dans un plan de masse
- Impédance d'une piste de C.I.
- Alimentation en étoile
- Distribution de l'alimentation analogique
- Découplage en multicouches
- Maillage de l'alimentation
- Intensité maximale d'une piste
- Bruit d'alimentation
- Impédance des condensateurs
- Découplage en multicouche
- Plan de masse/plan d'alimentation
- Flex
- Cartes mixtes analogiques / numériques
- Cas des isollements galvaniques
- Raccordement du OV au châssis

3 – PISTES SENSIBLES

- Principe du couplage capacitif carte à châssis
- Capacité totale entre carte et plan de masse
- Capacité parasite des pistes
- Anneau de garde
- Effet mécanique et thermique sur référence de tension
- Répartition optimale des couches de CIP
- Tracé des pistes sensibles
- Raccourcir le côté sensible
- Implantation des composants
- Exemple de tracé
- Couplage piste à piste
- Piste écran
- Diaphonie dans les fonds de panier
- Qu'est ce qu'un champ ?
- Tension induite dans les boucles
- Réduction de la surface de boucles

4 – RAYONNEMENTS DES ÉLECTRONIQUES

- Rayonnement d'une petite boucle
- Les 2 types de rayonnement des électroniques
- Tracé des horloges
- La maîtrise des trajets verticaux
- Rayonnement des bords de carte / Fond de panier
- Implantation et tracé des pistes
- Origine du courant de mode commun

5 – PROTECTION DES ENTRÉES / SORTIES

- Filtrage capacitif des entrées / sorties
- Erreur à éviter
- Implantation et routage de filtres
- Diaphonie entrée – sortie de filtres
- Routage des liaisons différentielles

6 – LIGNES DE TRANSMISSION

- Définitions
- Ligne en impulsion réflexion des fronts
- Forme des signaux
- Le diagramme de l'œil
- Œil ouvert et fermé
- Topologies des lignes
- Quant doit-on adapter une ligne ?
- Liaisons différentielles
- Vitesse de propagation et retard
- Retard en grecque
- Calcul de l'impédance caractéristique
- RF Calc
- Effet de stub
- Adaptation d'impédance répartie
- Problème des fonds de panier

7 – INFLUENCE DE LA FABRICATION

- Tolérance de fabrication
- Augmentation des pertes cuivres par rugosité
- Tropicalisation et protection des circuits

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire aura acquis les méthodes d'investigation associées à des essais spécifiques afin d'identifier les problèmes et de pouvoir dimensionner et mettre en œuvre les moyens de protection adéquats.

Le but de cette formation est de :

- Savoir définir les objectifs à atteindre pour être conforme aux essais CEM
- Être capable d'analyser et d'identifier les non conformités aux essais CEM
- Pouvoir adapter les moyens d'investigations selon les problématiques rencontrées
- Maîtriser les solutions CEM et leurs mises en œuvre
- Pouvoir mettre en œuvre ses propres outils de diagnostic

À SAVOIR

Public

- Ingénieurs et techniciens de conception
- Ingénieurs et techniciens en charge de la qualification CEM

Postulats

- Connaissances de base des lois physiques

Méthodes pédagogiques

- Vérification des Postulats
- 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 : 3 jours soit 21 h
- Trappes, du 22 au 24 septembre 2026

Tarif

1 770 € HT

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION

- Méthode d'analyse de la CEM
- Organisation CEM d'un projet
- Exigences réglementaires CEM
- Les normes en CEM
- Organisation des essais CEM

2 – RAPPELS - COUPLAGE

- Relation temps fréquence
- Représentation fréquentielle
- Comportement CEM des composants
- Mode commun et mode différentiel
- Les 6 modes de couplages

3 – SOLUTIONS

- Les différents éléments de filtrage BF et HF
- Mise en œuvre des filtres
- Inductance de mode commun
- Les principaux limiteurs de surtension
- Effet réducteur d'un câble blindé
- Blindage d'un équipement
- Influence des ouvertures dans un blindage

4 – ÉMISSION CONDUITE

- Configuration d'essai : normes civiles et militaires
- Origine du mode différentiel et du mode commun
- Filtrage en mode différentiel et en mode commun
- Utilisation du séparateur MC / MD
- Démonstration pratique : Mise en évidence des paramètres
- Démonstration pratique : Influence des éléments de filtrage

5 – ÉMISSION RAYONNÉE

- Spectre d'un train trapézoïdal
- Spectre rayonné en MC et MD
- Identification des spectres rayonnés
- Origines des rayonnements
- Réduction des rayonnements
- Mise au point en émission rayonnée
- Evaluation des émissions rayonnées
- Utilisation de la pince de courant en émission rayonnée
- Sonde Moebius
- Démonstrations pratiques

6 – IMMUNITÉ CONDUITE RF

- Forme des impulsions
- Norme CEI / EN 61000-4-4
- Norme CEI / EN 61000-4-6
- Outillage immunité conduite
- Méthode additive et méthode soustractive
- Travaux pratiques : mise au point d'un équipement
- Guide de mise au point en immunité conduite

7 – IMMUNITÉ RAYONNÉE

- Norme CEI / EN 61000-4-3
- Immunité aux Talkies Walkies
- Résonance d'un blindage
- Guide de mise au point en immunité rayonnée

8 – DÉCHARGES ÉLECTROSTATIQUES

- Décharges personnelles
- Norme CEI 61000-4-2
- Application du test DES

9 – CONCLUSION

- Méthode générale de mise au point
- Outils de préqualification : synthèse
- Formulaire

18 Intégrité du signal

Objectifs :

À l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de prendre en compte les difficultés de conception liées à la montée du débit des transmissions (pertes, diaphonie, conversion de mode, non linéarité, etc.). Il pourra appréhender les limites en dynamique et en fréquence des signaux et leur propagation et ainsi utiliser des outils d'aide à la conception pour l'implantation et le routage des cartes comme pour les transmissions filaires.

À SAVOIR

Public

- Ingénieurs et techniciens de bureau d'étude de conception
- Ingénieur et techniciens de mise au point de circuits rapides ou à grande dynamique
- Concepteurs et intégrateurs de systèmes électroniques performants

Postulats

- Niveau de base en physique de tout technicien supérieur
- Niveau de base en mathématique de tout technicien supérieur
- Une expérience préalable en conception électronique est souhaitable

Méthodes pédagogiques

- Vérification des Postulats
- 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
- Vélizy, du 29 septembre au 02 octobre 2026

Tarif

2 440 € HT

Le but de cette formation est de :

- Identifier les causes et les effets des bruits superposés aux signaux
- Maîtriser les bruits d'alimentation et leur découplage (power integrity, ground bounce)
- Pouvoir simuler les effets de ligne et modéliser l'intégrité des signaux (SI)
- Identifier les principaux pièges de conception d'une carte électronique, dont le choix des composants et leur mise en œuvre
- Pouvoir analyser les effets des filtres - linéaires ou non - et pouvoir calculer un circuit de protection contre les surtensions

PROGRAMME

1 – RAPPORT SIGNAL À BRUIT

- Rappels et définitions
- FFT et FFT inverse
- Bruits thermique et de quantification
- Valeurs crête, moyenne et médiane
- Densité de probabilité en amplitude (APD)
- Bruit en excès et 1/F – Choix de la techno
- SINAD et nombre de bits effectifs (ENOB)
- Dynamique sans parasite (SFDR)
- Relations entre THD, SNR et SINAD
- Non linéarité intégrale et différentielle (INL, DNL)
- Taux d'erreurs binaires (BER, BEP)

2 – MARGE DE BRUIT

- Confusions des notions de terre, masse et 0 V
- Marges statique et dynamique de bruit
- « Ground bounce » : cause, mesure et effets
- Pente des fronts, commutations simultanées
- Jitter, inductance de boîtier, débit maximal
- Choix des couches et « stacking »
- Dérive et non-linéarité thermique
- Détection d'enveloppe : exemple

3 – BRUIT D'ALIMENTATION (PI)

- Bruit des convertisseurs d'alimentation
- Impédance d'un bus d'alimentation
- Retour du courant - Changement de couche
- Modélisation d'une alimentation par plans
- Spectre du courant consommé et simulation
- Effet de cavité entre plans, distance entre vias
- Bruit d'alimentation et « Jitter » induit
- Erreurs de routage – Effets des fentes
- Résonances de structures – Effet de bord
- « Power integrity », PSRR et découplage

4 – EFFETS DE LIGNE

- Électromagnétisme, perméabilité et permittivité
- Propagation conduite et rayonnée
- Circulation des courants, vitesse de propagation
- Impédance caractéristique / paramètres de ligne
- Champs proches et lointains - Propagation
- Mesures des temps de transition et de retard
- Simulation de l'effet de peau et rugosité
- Inductance de plans finis et imparfaits
- Les 2 types de résonance - Mesures dans 50 Ω
- Effets des pertes d'une ligne - Simulation
- Pertes diélectriques et choix du diélectrique
- « HDI », intégration haute densité et microvias
- Préaccentuation, peaking, égalisation active
- « TDR » Réflectométrie : Mesures et simulation
- « Overshoot », « Ringing », formes d'ondes
- Effets et risques du retard par serpent
- Pad de condensateurs, via et effet de stub
- Risque de double basculement - Adaptation
- Paramètres S : définition et simulation
- Incrustation et désincrustation
- Calibrage OSM / OSTM - Abaque de Smith
- Connecteurs pour signaux HF - Simulation
- Routage des horloges rapides
- Simulation d'adaptation répartie

5 – COMPOSANTS ACTIFS

- Doubles sources / fiches techniques
- Distorsion de croisement et effets
- Références et régulateurs de tension
- Filtrage en sortie d'amplificateur
- Analyse et validation de schéma
- « SerDes » (Sérialiseur/désérialiseur)
- QFP, BGA, « wire bond », « flip chip »
- RLC et SIP / Drivers LVDS
- Interconnexions à haute densité (HDI)
- Métastabilité / Double synchronisation
- Diagramme de l'œil et histogramme
- Notion de masque – Taux d'erreur
- Modulations amplitude et phase
- Modulation OFDM / Constellation
- Mesures de la gigue, Jitter / analyse
- Bruit de phase – Effet sur ADC / DAC
- Horloges à étalement de spectre (SSC)

6 – DIAPHONIES ET CHAMPS PROCHES

- Diaphonies capacitive et inductive
- Paradiaphonie / télédiaphonie / modélisation
- « Glitch » par diaphonie : pull-in et Push-out
- Diaphonie entre lignes – effets de la charge
- « NEXT », « FEXT » et « Alien »
- Rapport diaphonie / atténuation (ACR)
- Connecteurs et sonde de champ proche

7 – LIAISONS DIFFÉRENTIELLES

- Composants magnétiques et symétrisation
- Perte de conversion longitudinale (LCL, TCL)
- BER et réjection du mode commun (CMRR)
- Dissymétries de liaison : implantation routage
- Effet du biais (Skew) et autres dissymétries
- Z pair, Z impair (Zodd et Zeven), routage
- Microstrip ou stripline / Émission rayonnée

8 – COMPOSANTS DE PROTECTION

- Phénomène de « latch-up »
- Valeurs maxi absolues / risques
- Protections en entrée d'alimentation
- Diodes d'écrêtage (« clamping »)
- Tenue des résistances aux surcharges
- Simulation en F et t de filtres passe-bas
- Problèmes et choix d'un condensateur
- Limiteurs de surtension - Choix de Transzorb
- Filtres linéaires ou non linéaires – Exemples
- Zt de câble blindé et effet réducteur
- Choix de câble et de connecteur blindé

Objectifs :

À l'issue de cette formation, les participants seront capables de comprendre le rôle et les enjeux de l'analyse de défaillance dans le cycle de vie produit.

Le but de cette formation est de :

- Identifier et appliquer les étapes clés d'une démarche structurée d'analyse de défaillance.
- Utiliser des outils de résolution de problèmes (8D, Ishikawa, 5 Why, etc.).
- Distinguer et sélectionner les techniques d'analyse non destructives et destructives adaptées à chaque cas.

À SAVOIR

Public

- Chefs de projets, ingénieurs ou techniciens d'essais ayant la responsabilité du suivi des essais, Ingénieurs qualité

Postulats

- Connaissances basiques en systèmes électroniques et mesures physiques

Méthodes pédagogiques

- 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 : 2 jours soit 14 h
- Toulouse, du 24 au 25 novembre 2026

Tarif

2 000 € HT

Le but de cette formation est de :

- Savoir définir les objectifs à atteindre pour être conforme aux essais CEM
- Être capable d'analyser et d'identifier les non conformités aux essais CEM
- Pouvoir adapter les moyens d'investigations selon les problématiques rencontrées
- Maîtriser les solutions CEM et leurs mises en œuvre
- Pouvoir mettre en œuvre ses propres outils de diagnostic

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION À L'ANALYSE DE DÉFAILLANCE

- Définition et enjeux pour la qualité, la fiabilité et le support client
- Typologie des défaillances électroniques : aléatoires, permanentes, intermittentes, latentes
- Objectifs d'une analyse de défaillance : compréhension, correction, prévention
- Exemples de situations typiques en production, sur le terrain, en qualification

2 – DÉMARCHE GÉNÉRALE D'ANALYSE DE DÉFAILLANCE

- Collecte d'informations (contexte, historique, conditions de survenue)
- Formulation d'hypothèses (mode et mécanisme de défaillance)
- Plan d'investigation (choix des outils d'analyse)
- Confirmation de l'hypothèse
- Rétroaction et actions correctives
- Importance de la traçabilité et de la documentation

3 – OUTILS DE RÉOLUTION DE PROBLÈMES

- Méthodes de raisonnement structuré :
 - 5 Pourquoi
 - Ishikawa / diagramme causes-effets
 - 8D (Eight Disciplines) : structure d'un rapport type
 - Analyse des modes de défaillance, de leur effet et de leur criticité (AMDEC)
 - Etudes de cas simplifiées

4 – TECHNIQUES D'ANALYSES NON DESTRUCTIVES

- Objectifs : identifier sans altérer le produit
- Outils typiques :
 - Inspection visuelle (stéréomicroscope)
 - Rayons X / RX 2D & CT scan
 - Microscopie optique et microscopie électronique à balayage (SEM / EDX)
 - Thermographie infrarouge active / passive
 - Courbes électriques fonctionnelles
 - Acoustique (C-SAM / SAT) pour détecter les délaminations ou fissures

5 – TECHNIQUES DESTRUCTIVES

- Objectifs : confirmer les causes par ouverture ou destruction contrôlée
- Outils courants :
 - Décapsulation chimique ou mécanique
 - Coupe transversale (micro-section) et préparation métallographique
 - Polissage et attaque ionique
 - Microscopie électronique à balayage (SEM / EDX)
 - Analyse matériaux (FTIR, TGA, DSC, TMA, DMA)

6 – ETUDES DE CAS ET EXERCICES PRATIQUES

- Objectifs : découvrir nos moyens d'analyses à travers des cas d'application concrets
- Exemples : fissuration de billes BGA, migration électrochimique, corrosion, délamination, soudure froide...
- Présentation d'un rapport de défaillance
- Découvertes et ateliers pratiques sur des équipements analytiques (MEB, FTIR, RX et autres)
- Analyse d'images (RX, microscopie, coupe)

Exposition humaine aux champs électromagnétiques

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable d'identifier les risques des effets biologiques et sanitaires des champs électromagnétiques sur les personnes. Il pourra également mettre en œuvre les moyens de protection nécessaires au respect de la réglementation.

À SAVOIR

Public

- Tout public
- Personnel en charge de la prévention et de la sécurité du travail
- Ingénieur et technicien en radiocommunication

Postulats

- Pas de connaissance nécessaire en CEM
- Pas de connaissance mathématique

Méthodes pédagogiques

- Vérification des Postulats
- 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 ou en distanciel
- 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 : 2 jours soit 14 h

- Vélizy, du 25 au 26 novembre 2026

Tarif

1 320 € HT

Le but de cette formation est de :

- Maîtriser les restrictions de base (VLE) et les valeurs déclenchant l'action (VA)
- Pouvoir prendre en compte les exigences réglementaires
- Comprendre les méthodes de mesure de champ magnétique et électrique selon le protocole ANFR
- Connaître et adapter les différents moyens de protection

PROGRAMME

1 – LES GRANDEURS PHYSIQUES

- Champ et déplacement électrique (E et D)
- Champ et induction magnétique (H et B)
- Impédance d'onde selon la distance (Zc)
- Perméabilité (μ) et permittivité (ϵ)
- Impédance des tissus biologiques
- Courants de contact et courant induit
- Densité surfacique de puissance
- Débit d'absorption spécifique (DAS, SAR)
- Énergie d'absorption spécifique (SA)
- Gain d'antenne et plan d'onde
- Décroissance du champ avec la distance

2 – LES EFFETS BIOLOGIQUES

- Effets biologiques et sanitaires
- Actions contre un risque sanitaire
- Présentation de l'ICNIRP
- Méthode d'évaluation des risques
- Définitions légales et techniques
- Classes de protection de l'ICNIRP
- Effets biologiques avérés
- Mesures d'échauffement
- Effets du courant selon la fréquence
- Effets de E ou de H selon la fréquence
- Pénétration du champ dans les tissus
- Effet acoustique d'une impulsion
- Effets non thermiques
- Les divers types d'études
- Principaux résultats scientifiques
- Difficultés d'une étude épidémiologique
- L'hypersensibilité électromagnétique
- Champs modulés ou impulsifs
- Valeurs limites d'exposition

3 – NIVEAUX DE RÉFÉRENCE ET VALEURS LIMITES

- Réglementations européennes
- Restrictions de base (VLE)
- Distinction public / travailleurs
- VA basses et hautes pour des travailleurs
- Vue d'ensemble des VA
- Variation du SAR en fréquence
- Dépassement des VLE sensorielles
- Densité du courant induit
- Fréquence équivalente à une impulsion
- Durée d'intégration de la puissance
- Courants déclenchant l'action
- Champs de référence
- Évaluation d'une exposition multiple
- Cas des implants médicaux
- Limites des valeurs de crête
- Évolution des niveaux de l'ICNIRP
- Réglementation et normalisation
- Directive européenne 1999/519/EC
- Décret français 2016/1074 du 3 Août 2016
- Directive européenne 2013/35/UE
- Principaux textes réglementaires
- Quelques normes produits
- Résumé et risques de confusion

4 – MESURES D'EXPOSITION

- Mesure des champs magnétiques
- Champmètre basse fréquence
- Antenne passive à réponse ICNIRP
- Mesure des champs électriques HF
- Précautions de mesure au champmètre
- Mesure de la densité de puissance
- Mesure de SAR par un fantôme
- Protocole de mesure de l'ANFR V3
- Evolution du protocole
- Périmètre de sécurité du public
- Mesure de champ pulsé type radar
- Incertitudes et difficultés de mesure
- Rapport de mesure type
- Le cas des lignes à haute tension
- Le cas des compteurs communicants Linky
- Pylônes radio et sites partagés
- Évaluation des risques d'une machine

5 – TRAVAIL EN CHAMP FORT

- Rapport 101 870 de l'ETSI
- Classification/formation de travailleurs
- Méthode de surveillance du champ
- Méthode des distances limites
- Limitation d'accès par zonage
 - « Dosimètres » individuels
- Environnements à champ élevé
- Le cas des IRM
- Évaluation de conformité EN 50499
- Vêtements de protection
- Balisage et logotype
- L'instruction DREP 302 143
- Balisage d'un site radio
- Exemples de zonages
- Exemple de plaquette informative
- Formulaire médical STANAG 2345
- Bibliographie et sites WEB

CEM des Systèmes d'instrumentation

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de maîtriser le câblage et la mise en œuvre des installations de mesures sensibles dans la recherche et l'industrie.

À SAVOIR

Public

- Ingénieurs et techniciens chargés de la mesure de signaux
- Techniciens et agents de maintenance d'installation

Postulats

- Connaissances de base en électricité
- Aucune connaissance préalable en CEM

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

- Grenoble, du 17 au 19 mars 2026
- Trappes, du 17 au 19 novembre 2026

Tarif

1 770 € HT

Le but de cette formation est de :

- Être capable d'identifier et de comprendre les couplages CEM
- Pouvoir identifier les sources de perturbation
- Être capable d'appliquer les méthodes de protection Basse Fréquence
- Être capable d'appliquer les méthodes de protection Haute Fréquence
- Savoir adapter les méthodes de mesure d'investigation CEM sur site

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION

- Qu'est-ce que la CEM ?
- Représentation d'un signal sinusoïdal et trapézoïdal
- Relation temps-fréquence
- Définition et caractéristiques d'une onde électromagnétique
- Relations entre conduction et rayonnement
- Utilisation des décibels
- Mode commun / mode différentiel
- Limite basse / haute fréquence
- Détection d'enveloppe
- Perturbation des circuits numériques

2 – LES 6 COUPLAGES

- Couplage par les masses
- Impédance des conducteurs
- Couplage capacitif carte à masse
- Ecran électrostatique
- Couplages par diaphonie
- Couplage en champ magnétique
- Tensions de boucles
- Couplage en champ électrique
- Protection par plan métallique

3 – TERRE ET MASSE

- Définitions de la terre et de la masse
- Rôle du réseau de terre
- Résistance de terre
- Conducteurs de sécurité
- Réseau de masse
- Equipotentialité et CEM
- Boucles de masse et entre masses
- Problèmes de la masse en étoile
- Maillage des masses

4 – SOURCES DE PERTURBATIONS BF

- Les 4 schémas de neutre en basse tension
- Ordres de grandeur des courants dans les masses
- Sources de champ magnétique 50 Hz
- Rayonnement d'un transformateur
- Sources de champ électrique 50 Hz
- Effets de la foudre sur les équipements

5 – SOURCES DE PERTURBATIONS HF

- Rayonnement des émetteurs radio
- Appareils industriels HF
- Convertisseurs à découpage
- Variateurs de vitesse
- Reclaquage de contacts secs

6 – PROTECTIONS BF

- Réjection du mode commun par isolement
- Liaison symétrique différentielle
- Appareil avec garde en environnement bruité
- Transformateur d'isolement
- Optocoupleurs
- Effet d'un filtre sur une impulsion
- Limiteurs de surtension
- Nécessité des parafoudres
- Choix du type de parafoudre
- Exemples de parafoudres
- Mise en œuvre des parafoudres

7 – FILTRAGE DES PERTURBATIONS HF

- Les différents types de filtres
- Différents schémas de filtres passe-bas
- Utilisation des tores de ferrite
- Self de mode commun
- Filtres secteur
- Règles de montage d'un filtre secteur
- Filtrage HF des signaux

8 – CÂBLES BLINDÉS

- Impédance de transfert
- Principe de l'effet réducteur
- Mesure de l'effet réducteur
- Raccordement des câbles blindés
- Cas particulier du mode commun basse fréquence
- Surblindage
- Effet réducteur des chemins de câbles
- Raccordement des chemins de câbles
- Câblage des capteurs très bas niveau
- Thermocouples
- Raccordement des connecteurs blindés
- Classification des signaux
- Règles de câblage

9 – MESURES ÉLECTRIQUES ET CEM

- Mesure d'une résistance
- Impédance caractéristique d'une ligne
- Mesure de l'impédance caractéristique d'une ligne
- Pertes dans les câbles coaxiaux
- Sonde passive d'oscilloscope
- Sondes de tension actives
- Mesures de tensions de mode commun entre masses
- Réalisation d'une pince de courant HF
- Essai d'immunité conduite sur site

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de prendre en compte l'ensemble des paramètres clés 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

Postulats

- Connaissance de base en électricité
- Pas de connaissance mathématique

Méthodes pédagogiques

- Vérification des Postulats
- 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

- Illkirch, du 17 au 20 mars 2026
- Vélizy, du 23 au 26 juin 2026
- Grenoble, du 06 au 09 octobre 2026
- Vélizy, du 08 au 11 décembre 2026

Tarif

2 320 € HT

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION

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

2 – PERTURBATIONS CONDUITES

- Perturbations de mode différentiel
- Perturbations de mode commun
- Impédance des conducteurs
- 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

4 – RISQUES HUMAINS

- Risque d'électrocution
- Recommandation 1999/519/CE
- Directive 2013/35/UE
- Niveaux d'exposition

5 – 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

6 – 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

7 - 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

8 - 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

9 – 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 symétriques
- Liaisons bas niveau
- Liaisons numériques
- Isolements 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

10 - PROTECTIONS ET FILTRAGE

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

11 - 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

12 – INSTALLATION

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

13 – 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

14 – 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

Objectifs :

L'objectif de la formation est de sensibiliser au risque décharge électrostatique toute personne entrant dans une Zone Protégée contre les ESD (EPA).

Le but de cette formation est de :

- Appréhender le phénomène ESD
- Connaître les risques liés aux ESD
- Connaître la normalisation
- Connaître et appliquer les règles de protection dans une zone protégée

À SAVOIR

Public

- Tout public

Postulats

- Aucune connaissance nécessaire en électricité

Méthodes pédagogiques

- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques si possible

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 : 0,5 jour soit 4 h

- Trappes, le 09 octobre (matin) 2026

Tarif

450 € HT

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION

- Charge statique : un phénomène bien connu
- Aspect historique
- Machines électrostatiques
- L'électricité statique de nos jours
- Décharges directes typiques

2 – LES CONSÉQUENCES DES DÉCHARGES ÉLECTROSTATIQUES

- Phénomène de charge et de décharge
- Les composants insensibles aux ESD
- Les composants sensibles aux ESD
- Pourquoi sont-ils sensibles ?
- Comment sont-ils sensibles ?
- Risque de destruction d'un circuit par manipulation
- Cas des machines de production et de test
- Les pannes latentes
- Atmosphères explosibles
- Utilisation de l'électricité statique dans les procédés industriels

3 – LE PHÉNOMÈNE PHYSIQUE

- Appareils pour mesurer la charge statique
- La triboélectricité
- Autres modes de charge
- Principe des séries triboélectriques
- Rôle majeur des personnes dans le risque ESD
- Influence du revêtement du sol
- Ordres de grandeur pour les décharges électrostatiques

4 – COMMENT EST ORGANISÉE LA PROTECTION ESD ?

- La normalisation ESD
- Plan de maîtrise ESD
- Définition d'une EPA (zone protégée contre les ESD)
- Rôle du coordinateur ESD

5 – MAÎTRISE DE LA CHARGE DES PERSONNES DANS UNE EPA

- Objectif ESD : limiter la charge
- Exemples et mesures du potentiel de charge d'une personne
- Ecoulement des charges à la terre
- Chaussures ESD
- Talonnettes ESD
- Contrôle des chaussures et des talonnettes
- Traitement des sols ESD
- Bracelets ESD
- Rôle d'une blouse ESD

6 – MAÎTRISE DE LA CHARGE DES OBJETS DANS UNE EPA

- Connexion des parties métalliques
- Risque de charge des isolants
- Gestion des isolants dans une EPA
- Les matériaux dissipatifs

7 – LES RÈGLES DANS UNE EPA

- S'équiper
- Contrôle systématique en entrée d'EPA
- Cas particulier de la traversée d'une EPA sans protection ESD
- Matériel et outillage dans une EPA
- Ce qui est interdit dans une EPA
- Emballage et stockage ESD dans une EPA
- Emballage et stockage ESD hors d'une EPA
- Cartes et composants dans le produit fini
- Analyses de photos de bons et mauvais exemples

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire pourra mettre en œuvre une protection ESD efficace et adaptée sur des postes de travail électroniques.

À SAVOIR

Public

- Responsables de sites de production ou de laboratoires électroniques
- Techniciens et opérateurs de production électronique

Postulats

- Connaissance de base en électricité

Méthodes pédagogiques

- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques si possible

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 : 1 jour soit 7 h

- Vélizy, le 05 novembre 2026

Tarif

850 € HT

Le but de cette formation est de :

- Appréhender le phénomène ESD
- Connaître les risques liés aux ESD
- Connaître la normalisation
- Pouvoir définir, implémenter et contrôler les protections ESD adaptées

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION

- Charge statique : un phénomène bien connu
- Aspect historique
- Machines électrostatiques
- L'électricité statique de nos jours
- Décharges directes typiques

2 – LE PHÉNOMÈNE PHYSIQUE

- Phénomène de charge et de décharge
- Charges dans un métal et dans un isolant
- Triboélectricité et autres modes de charge
- Séries triboélectriques : principes et utilisation
- Rôle majeur des personnes dans le phénomène ESD dans l'industrie

3 – DONNÉES PHYSIQUES

- Formules utilisées en électrostatique
- Schéma électrique équivalent du corps humain : résistance et capacité
- Potentiels de charge selon la nature des sols
- Influence de l'humidité ambiante
- Appareils pour mesurer la charge statique
- Mesure de la charge des personnes
- Test du marcheur
- Exemples
- Influence de la position du corps
- Temps typiques de charge et de décharge
- Exemples de valeurs de courant de décharge

4 – DÉFAILLANCE DES COMPOSANTS

- Les composants sensibles aux ESD
- Les composants insensibles aux ESD
- Seuils de sensibilité des composants électroniques
- Différents modes de décharge sur les composants
- Modèles HBM et CDM : principe et application
- Conséquences des ESD sur les semiconducteurs
- Modes de défaillance des composants
- Panes latentes
- Tests d'immunité des composants selon les modèles HBM et CDM
- Utilisation de la classe ESD des composants

5 – AUTRES CONSÉQUENCES DES ESD

- Atmosphères explosibles
- Utilisation de l'électricité statique dans les procédés industriels
- Définition et effets des décharges indirectes

6 – ORGANISATION DE LA PROTECTION ESD

- La normalisation ESD
- Utilité du guide IEC 61340-5-1
- Plan de maîtrise ESD
- Définition d'une zone protégée (EPA)
- Rôle du coordinateur ESD

7 – MAÎTRISE DE LA CHARGE DES PERSONNES DANS UNE EPA

- Objectif ESD : limiter la charge
- Exemples et mesures du potentiel de charge d'une personne
- Ecoulement des charges à la terre
- Classification des matériaux selon leur pouvoir d'écoulement
- Chaussures ESD
- Talonnettes ESD
- Contrôle des chaussures et des talonnettes
- Traitement ESD des sols
- Utilisation de l'IEC 61340-5-1
- Résistance de surface : définition, mesure, limites
- Résistance point-à-point : définition, mesure, limites
- Résistance transversale : définition, mesure, limites
- Résistance à la terre : définition, mesure, limites
- Bracelets ESD
- Contrôles en entrée d'EPA
- Rôle d'une blouse ESD
- Cas particulier : traversée d'une EPA sans protection ESD

8 – MAÎTRISE DE LA CHARGE DES OBJETS DANS UNE EPA

- Principe de mise à la terre
- Connexion des parties métalliques
- Machines de production et de test
- Mobilier, rangements
- Surfaces de travail
- Les isolants dans une EPA
- Les matériaux dissipatifs
- Emballage et stockage à l'intérieur d'une EPA
- Emballage et stockage à l'extérieur d'une EPA
- Matériel et outillage
- Ce qui est interdit dans une EPA

9 – CONTRÔLE / AUDIT D'UNE EPA

- Principe du contrôle d'une EPA
- Analyse du parcours des composants sensibles
- Contrôles périodiques
- Cartes et composants dans le produit fini

10 – CONCLUSION

- Installation typique d'une EPA
- Analyses de photos de bons et mauvais exemples

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable d'analyser les effets de la foudre sur des installations industrielles et tertiaires et de mettre en œuvre les protections adaptées.

Cette formation est un solide complément technique pour la réalisation des Analyses de Risque Foudre (ARF) et Etudes Techniques Foudres (ETF) de la norme NF EN 62305. Elle propose de plus des méthodes d'analyse de risque simplifiées selon la FD C17-108 et UTE 15-443.

Le but de cette formation est de :

- Etre capable d'appréhender la CEM et ses impacts
- Savoir analyser le phénomène foudre et ses effets
- Maîtriser les principes de protection contre les chocs directs et indirects
- Savoir mettre en œuvre les moyens de protection
- Savoir choisir et mettre en œuvre les différents parafoudres et les méthodes de coordination

À SAVOIR

Public

- Ingénieurs et techniciens de bureau d'étude chargés de la protection foudre
- Ingénieurs et Techniciens d'installation
- Techniciens et agents de maintenance d'installation

Postulats

- Connaissances de base en électricité
- Aucune connaissance préalable en CEM

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 : 2 jours soit 14 h

- Grenoble, du 09 au 10 juin 2026
- Vélizy, du 03 au 04 novembre 2026

Tarif

1 320 € HT

PROGRAMME

1 – GÉNÉRALITÉS

- La foudre en chiffres
- Foudre et mythologie
- La foudre et les premières recherches
- Mécanisme de foudroiement direct sur l'homme
- Protection foudre : Normalisation et réglementation
- Caractérisation CEM des équipements
- Mode commun / Mode différentiel
- Conversion temps - fréquence

2 – PHÉNOMÈNE Foudre

- Système orageux
- Mécanisme de séparation des charges
- Le nuage de la foudre
- Phénomènes précurseurs
- La décharge atmosphérique
- Valeurs typiques d'un choc de foudre
- EN 62305 : Forme d'onde
- Niveaux de protection selon EN 62305
- Energie et puissance moyenne de la foudre
- Densité de foudroiement
- Evaluation des risques
- Analyse simplifiée du risque foudre
- Risque direct / Risque indirect
- La foudre en boule

3 – LES EFFETS DE LA Foudre

- Effets sur une structure isolante
- Effets sur les conducteurs
- Elévation en potentiel du sol
- Effet rayonné d'un impact de foudre
- Tension développée dans les structures métalliques
- Effet d'un coup direct sur les lignes aériennes
- Induction foudre : effet électrostatique
- Effet d'un coup direct sur la distribution BT

4 – PROTECTION Foudre : STRUCTURE EXTERNE

- Principe général
- Modèle électrogéométrique
- Méthode de la sphère fictive
- Angle de protection
- Pointes caprices
- Protection par maillage
- Protection par fils tendus
- Conducteurs de descente
- Terre
- Interconnexion des structures métalliques

5 – PROTECTION DES LIAISONS INTERNES

- Réseau de masse
- Boucles de masse / boucles entre masses
- Maillage des conducteurs de masse
- Principe de l'effet réducteur
- Mise en œuvre des câbles blindés
- Mise en œuvre des chemins de câbles

6 – PROTECTION DES LIAISONS EXTERNES

- Origine des surtensions externes
- Liaisons entre bâtiments
- Pénétration dans un bâtiment
- Eclateurs
- Varistance
- Transil / Trisil
- Principe de la protection étagée
- Coordination des protections
- Protection d'un câble d'antenne
- Stub quart d'onde
- Choix du type de parafoudre
- Parafoudre de type 1
- Paramètres des parafoudres BT
- Parafoudre de type 2
- Parafoudres signaux
- Mise en œuvre des parafoudres
- Guide UTE 15-443
- Montage des parafoudres énergie / télécom
- Parafoudres combinés Secteur + Téléphone

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable d'adapter l'outil de simulation SPICE à la CEM et d'étendre l'utilisation de cet outil au-delà de la simulation fonctionnelle

À SAVOIR

Public

- Concepteur et développeur en électronique
- Techniciens d'investigation en CEM
- Techniciens ou ingénieurs en simulation

Postulats

- Connaître l'utilisation élémentaire de Spice
- Niveau technicien en électronique
- Aucun ordinateur n'est requis, le formateur réalise et présente les simulations

Méthodes pédagogiques

- 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
- Grenoble, du 24 au 27 mars 2026
- Vélizy, du 06 au 09 octobre 2026

Tarif

2 440 € HT

PROGRAMME

1 – CEM : RAPPELS

- Caractérisation CEM des équipements
- Couplages CEM dans les cartes
- Méthode d'analyse de la CEM
- Mode commun / Mode différentiel
- Conversion de modes : MC/MD et MD/MC
- Utilisation des décibels
- Relation temporel / fréquentiel
- Enveloppe spectrale d'impulsions répétitives
- Densité spectrale d'une impulsion
- GIGO

2 – LT SPICE : PRINCIPES

- Logiciels de simulation de circuits
- Fichiers SPICE
- Ajout d'un composant dans une bibliothèque
- Pas de calcul : convergence et précision
- Simulations temporelles
- Simulation AC Sweep

Le but de cette formation est de :

- Maîtriser l'approche analytique élémentaire pour maîtriser les ordres de grandeur
- Connaître et maîtriser les bons réglages de l'outil pour la CEM
- Comprendre les bibliothèques des composants actifs et passifs
- Être capable de comprendre et modéliser les couplages CEM et les effets non-linéaires
- Appréhender la technique de modélisation de capteurs, coupleurs, générateurs CEM, câbles blindés, filtres, varistances, TVS,...

3 – MODÉLISATION DES COMPOSANTS PASSIFS

- Modélisation d'une résistance, condensateur, inductance
- Réseau en échelle
- Modélisation d'un condensateur électrochimique
- Modélisation d'une inductance variable en fréquence
- Comparaison mesure / simulation d'inductance de MC
- Inducteur avec saturation et hystérésis : Modèle CHAN
- Modélisation d'un transformateur d'impulsions
- Composants magnétiques et ferrites absorbants
- Modélisation des Varistance/Transzorb/Transil/Eclateur

4 – MODÉLISATION DES COMPOSANTS ACTIFS

- Modélisation d'un ampli OP
- Slew Rate suivant modèle
- Modélisation PSRR, CMRR
- Simulation de la détection d'enveloppe
- Détection d'un étage d'entrée JFET
- Détection d'enveloppe d'optocoupleur
- Effet de l'impédance de sortie
- Simulation et effet de la distorsion de croisement
- Structure des filtres actifs
- Distorsion de croisement
- Stabilité sur charge capacitive
- Simulation des tensions de déchet
- Simulation de densité spectrale de bruit incohérent

5 – FFT

- Création de gabarits normalisés
- Principes temporels et fréquentiels d'une FFT
- Repliement de spectre
- Fuite spectrale
- Fenêtrage avant calcul de FFT
- Ondulation (« ripple ») d'une FFT
- Spectre FFT d'impulsions centrée et décentrées
- Fenêtrage flat top pour mesures d'émission CEM
- Calcul automatique de THD
- Etalement de spectre par modulation triangulaire
- Etalement de spectre par modulation optimale
- Simuler un détecteur quasi-crête, rms ou val. Moyenne

6 – CÂBLES BLINDÉS

- Impédance de transfert des câbles
- Principe de l'effet réducteur
- Impédance de transfert et efficacité de blindage
- Terminaison des blindages
- Raccordement des connecteurs blindés

7 – LIGNES EN IMPULSION

- Logique rapide et lignes de transmission
- Impédance caractéristique et retard dans les lignes
- Simulation des lignes sur Spice
- Réflexion dans les lignes Spice
- Particularités des lignes de transmission SPICE
- Modélisation de l'effet de Stub d'un via

8 – SIMULATION D'UN FIL/ANTENNE PAR LES LIGNES

- Choix des paramètres de ligne pour un fil
- Validation de simulation de l'impédance d'un fil
- Modèle d'un fil chargé
- F. e. m. d'une antenne fouet
- Facteur d'antenne d'une antenne fouet

9 – SIMULATION DE CÂBLES BLINDÉS PAR LES LIGNES

- Impédance de transfert d'écran simple tresse
- Modèle simple d'un câble coaxial en MC + MD
- Effet réducteur d'un câble coaxial
- Effet d'une queue-de-cochon
- Réjection du MC par câble coaxial
- Impédance de transfert d'une double-tresse
- Réjection du MC en fréquence par double tresse

10 – SIMULATIONS DE DISSYMMÉTRIE ET DE RÉJECTION DES CÂBLES

- Modélisation d'un balun 50 Ω vers 100 Ω

- Mesure de dissymétrie sur Spice
- Dissymétrie d'une paire bifilaire non blindée isolée
- Dissymétrie localisée sur paire différentielle
- Dissymétrie d'un câble STP / UTP
- Dissymétrie d'impédance / différence de longueur
- Réjection de MC par paire asymétrique
- Réjection de MC par paire torsadée blindée

11 – DIAPHONIE

- Diaphonie capacitive et inductive sur CIP
- Extraction capacité/mutuelle des broches de connecteur
- Réduction de l'effet de bord d'un connecteur
- Effets d'une bonne répartition des broches
- Simulation de ligne pour modéliser la diaphonie
- Diaphonie entre lignes naturelles et microstrips adaptées
- Effets de l'augmentation des temps de transition
- Effet d'une petite désadaptation
- Diaphonie sur ligne très désadaptée

12 – EMISSION CONDUITE

- Schéma et modélisation d'un RSIL
- Modèle de la ligne d'alimentation en MC
- Impédance de filtrage en MC et MD
- Modélisation et perte d'insertion d'un filtre en MD et MC
- Méthode des asymptotes en conversion d'énergie
- Générateur enveloppe en mode commun
- Couplage et modélisation d'un convertisseur en MC
- Simulation d'émission en MC et filtrage
- Générateur enveloppe en mode différentiel
- Couplage et modélisation d'un convertisseur en MD
- Simulation d'émission en MD et filtrage
- Simulation d'émission en MC et MD filtrés
- Simulation de couplage par rayonnement d'un filtre
- Simulations en temporel
- Identification des boucles critiques dans un circuit Buck
- Simulation temporelle des perturbations du Buck
- Effets de l'inductance de la boucle
- Effets du choix du transistor
- Recouvrement des diodes
- Régime transitoire de PFC
- Simulation de redresseurs particuliers

13 – EMISSION RAYONNÉE

- Problème de l'émission rayonnée
- Rayonnement en espace libre d'un câble en MC
- Courant de MC sur coaxial induit par signal de MD
- Efficacité d'un tore de ferrite sur câble coaxia
- Simulation MC & MD de paire différentielle parfaite
- Dissymétrie par écart de longueur de 1 mm

14 – IMMUNITÉ CONDUITE

- Difficulté de modélisation des tests en mode commun
- Simulation d'une surtension foudre induite
- Immunité BF d'alim selon CS101 / NCS01 / Section 18
- Générateur WF4 + WF5 selon MIL-STD 461G/DO-160
- Simulation d'injection de WF4/WF5 sur un faisceau
- Générateur d'onde de choc 61000-4-5 en MD et MC
- Générateur d'ondes de choc de la norme 61000-4-5
- Modélisation de pince d'injection BCI

15 – IMMUNITÉ RAYONNÉE

- Tension induite par couplage champ à boucle
- Courant induit champ à boucle en fréquentiel
- Couplage temporel/fréquentiel champ à câbles
- Effet temporel d'une queue-de-cochon
- Effets de l'IEMN et réjection par câbles blindés

16 – CONCLUSION

- Pièges de la modélisations Spice
- Hybridation SPICE – Modèles ondes (EF, Mom, ...)

Objectifs :

À l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de positionner la simulation numérique CEM dans son contexte industriel. Au terme de cette formation, le stagiaire sera en mesure d'identifier quels sont les apports de la simulation numérique et de construire un plan simulation numérique.

À SAVOIR

Public

- Manager produit électrique
- Techniciens ou ingénieurs CEM
- Concepteur et développeur en électronique

Postulats

- Connaître élémentaire en électromagnétisme ou ondes

Méthodes pédagogiques

- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
- 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 : 2 jours soit 14 h

- Trappes, du 15 au 16 septembre 2026

Tarif

1 320 € HT

Le but de cette formation est de :

- Maîtriser l'approche générale de modélisation numérique
- Appréhender l'écosystème de modélisation numérique
- Connaître et maîtrise les spécificités de la modélisation numérique dans le processus industriel
- Être capable de définir un plan de modélisation numérique
- Appréhender les spécificités de la modélisation numérique à certaines problématiques, foudre, HIRF, CEM des systèmes, antenne, DAS,...

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION

- Les approches pour résoudre un problème
- Histoire de la simulation
- Règle du tiers-temps
- Apprendre à se servir d'un outil
- Comprendre les fondements des moteurs numériques
- Savoir interpréter les résultats
- Principales sources d'erreurs et d'inefficacité
- Cartographie des outils numériques

2 – LA SIMULATION NUMÉRIQUE DANS LE PROCESSUS INDUSTRIEL

- Cycle de vie
- Choix de design
- Préparation à la qualification
- Qualification / Certification
- Gestion de l'obsolescence et des évolutions
- Lien entre la simulation et les formules ingénieurs et l'état de l'art
- Complémentarité de la simulation avec les mesures
- Accès à des observables habituellement difficile

3 – DÉMARCHE ET MÉTHODOLOGIE

- À quelle question veut-on répondre
- Adapter l'approche aux données disponibles
- Comprendre avant de faire
- Collecte des données
- Préparation du plan de travail
- Préparation des données

4 – QUEL OUTIL NUMÉRIQUE POUR QUEL PROBLÈME

- Rappels sur l'électromagnétisme
- Les grandes familles de problème CEM
- Les grandes familles d'outils

5 – OUTILS NUMÉRIQUES ET SPÉCIFICITÉ DES PROBLÈMES CEM

- Foudroiement des systèmes
- HIRF et IEMN
- CEM intra (rayonné et/ou conduit)
- CEM des équipements
- DAS/DREP
- Placement d'antenne
- Multi – méthodes et intégration de la mesure (SAM)

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de mettre en œuvre des mesures normalisées dans le domaine civil en comprenant les méthodes et les difficultés liées aux appareils de mesure, à l'installation et à la reproductibilité.

Le but de cette formation est de :

- Connaître la réglementation en vigueur pour un système ou une installation
- Connaître les principales caractéristiques des équipements et dispositifs de mesure
- Être capable d'analyser et de mettre en œuvre les méthodes d'essais normalisés
- Se familiariser avec des méthodes d'essais normalisés en CEM au travers des démonstrations du formateur

À SAVOIR

Public

- Responsables et techniciens en charge de la qualification CEM
- Ingénieurs et techniciens de bureau d'étude de conception électronique

Postulats

- Connaissances de base des lois physiques

Méthodes pédagogiques

- Vérification des Postulats
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques
- 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

- Trappes, du 29 septembre au 01 octobre 2026

Tarif

1 770 € HT

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION - RAPPELS

- Rappels des réglementations
- Grandeurs et unités
- Puissance et tension
- Décibels
- Perturbation bande étroite / bande large
- Réciprocité des couplages
- Plan de contrôle CEM
- Organisation d'un laboratoire CEM

2 – PRINCIPES DES ANALYSEURS ET RÉCEPTEURS

- Représentation d'un signal
- Analyseur de spectre Superhétérodyne
- Analyseur de spectre FFT
- Analyseur de spectre en temps réel
- Mesureurs C.I.S.P.R.
- Erreur de mesure liée au ROS de la chaîne de mesure

3 – ÉMISSION CONDUITE

- Classification des matériels selon CISPR
- RSIL
- Mesures au RSIL
- Main artificielle
- Sonde de tension
- Pincettes de courant et pince absorbante
- Claquements CISPR
- Erreurs en émission conduite
- Courants harmoniques : CEI 61000-3-2
- Exemple des limites en émission conduite selon les différents domaines d'activité

4 – ÉMISSION RAYONNÉE

- Définition des champs EM
- Émission en rayonnement
- Spectre radioélectrique
- Site CISPR
- Antennes utilisées en CEM
- Facteur d'antenne et gain d'antenne
- Cages de Faraday et matériaux absorbants
- Site en champ libre, calibration d'un site
- Erreurs en émission rayonnée
- Exemple des limites en émission rayonnée selon les différents domaines d'activité

5 – MESURES D'IMMUNITÉ

- Norme CEI 61000-4-X
- Organisation des essais d'immunité
- Évaluation des résultats d'essais
- Formes des impulsions

6 – IMMUNITÉ CONDUITE

- Norme CEI 61000-4-2
- Exemple d'installation d'essai
- Essai 61000-4-4
- Application du test de transitoires rapides
- Essai CEI 6100-4-5
- 61000-4-5 : Réseaux de couplage
- Essai 61000-4-6
- CEI 61000-4-6 : Mise en œuvre
- Creux de tension et variations de tension
- Onde oscillatoire amortie
- Norme CEI 61000-4-13
- Synoptique de l'essai
- Norme CEI 61000-4-16
- EN 61000-4-16 : Mise en œuvre
- Erreurs fréquentes en immunité conduite

7 – IMMUNITÉ EN RAYONNEMENT

- Classes CEI 61000-4-3
- Amplificateurs de puissance
- Erreurs en immunité rayonnée

8 – CONCLUSION

- Résumé des différents essais
- Résumé des mesures CEM
- Causes de destruction de matériels
- Abréviations en CEM
- Bibliographie

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de mettre en œuvre des mesures normalisées dans le domaine aéronautique / militaire en comprenant les méthodes et les difficultés liées aux appareils de mesure, à l'installation et à la reproductibilité.

Le but de cette formation est de :

- Connaître la réglementation en vigueur pour un système
- Connaître les principales caractéristiques des équipements et dispositifs de mesure
- Être capable d'analyser et de mettre en œuvre les méthodes d'essais normalisés
- Se familiariser avec des méthodes d'essais normalisés en CEM au travers des démonstrations du formateur

À SAVOIR

Public

- Responsables et techniciens en charge de la qualification CEM
- Ingénieurs et techniciens de bureau d'étude de conception électronique

Postulats

- Connaissances de base des lois physiques

Méthodes pédagogiques

- Vérification des Postulats
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques
- 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

- Vélizy, du 02 au 04 juin 2026

Tarif

1 770 € HT

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION - RAPPELS

- Rappels des réglementations
- Grandeurs et unités
- Puissance et tension
- Décibels
- Réciprocité des couplages
- Organisation d'un laboratoire CEM
- Organisation CEM du développement d'un équipement

2 – PRINCIPES DES ANALYSEURS ET RÉCEPTEURS

- Représentation d'un signal
- Analyseur de spectre Superhétérodyne
- Analyseur de spectre FFT
- Analyseur de spectre en Temps réel
- Filtres de résolution normalisés Aéro / Militaires / Civils
- Erreur de mesure liée au ROS de la chaîne de mesure

3 – SPÉCIFICATIONS ET MISE EN ŒUVRE DES ESSAIS

- Plan de contrôle CEM
- Organisation des essais d'immunité
- Montage d'essai Aéro & Militaire
- Programme d'essai CEM

4 – ÉMISSION CONDUITE AÉRO & MILITAIRE

- Classification des matériels selon CISPR
- RSIL Aéro & Militaire
- Écart entre les 2 types de RSIL
- Mesures au RSIL
- Pincettes de courant
- Section 21 : Émission conduite RF
- CE 101 / CE 101 / CE 106 : Émission conduite
- Exemple des limites d'émission en conduction Aéro & Militaire

5 – ÉMISSION RAYONNÉE AÉRO & MILITAIRE

- Émission en rayonnement
- Antennes utilisées en CEM
- Facteur d'antenne et gain d'antenne
- Cages de Faraday et matériaux absorbants
- Émission rayonnée méthode CRBM
- Section 15 : Émission rayonnée magnétique
- Section 21 : Émission rayonnée RF
- RE 101 / RE 102 / RE 103 : Émission rayonnée
- Exemple des limites d'émission en rayonnement Aéro & Militaire

6 – IMMUNITÉ CONDUITE AÉRO & MILITAIRE

- Section 16 : Entrée de puissance
- Section 17 : Pic de tension
- Section 18 : Susceptibilité conduite audio fréquence
- Section 19 : Susceptibilité aux signaux induits
- Section 20 : Susceptibilité RF conduite (BCI)
- CS 101 / CS 106 / CS 109 : Susceptibilité sur les alimentations et masses
- CS 103 / CS 104 / CS 105 : Susceptibilité sur le port d'antenne
- CS 114 : Susceptibilité RF conduite (BCI)
- CS 115 : Susceptibilité conduite à l'onde impulsionnelle
- CS 116 : Susceptibilité conduite à l'onde oscillatoire amortie

7 – IMMUNITÉ EN RAYONNEMENT

- Immunité en rayonnement
- Section 20 : Susceptibilité RF rayonnée
- Immunités aux champs forts (CRBM)
- RS 101 / RS 103 / RS 105 : Susceptibilité aux champs EM

8 – IMMUNITÉ AUX ONDES FOUDES

- DO-160 : Formes d'ondes induites par la foudre
- Ondes Aéronautique : Multiple Stroke / Multiple Burst
- Section 22 : Injection sur le faisceau
- Section 22 : Pin injection
- Section 23 : Injection directe
- Caractéristiques des composantes A/B/C/D du courant foudre

9 – ÉVOLUTION NORMATIVE

- DO-160 : comparaison des versions
- MIL-STD-461 : comparaison des versions

10 – CONCLUSION

- Résumé des mesures CEM
- Abréviations en CEM
- Bibliographie

Mesures CEM avancées : difficultés de mesure

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de résoudre les difficultés de mesures en CEM tant dans le domaine fréquentiel que temporel.

À SAVOIR

Public

- Ingénieurs et techniciens de laboratoire impliqués dans les mesures de CEM
- Ingénieurs et techniciens de laboratoire impliqués dans la mise au point CEM
- Concepteurs et intégrateurs de systèmes
- Planificateurs de campagnes d'essais CEM
- Gestionnaires de parcs d'appareils de mesures CEM

Postulats

- Avoir déjà réalisé des campagnes d'essais CEM et avoir un niveau de connaissance correspondant aux stages de mesures CEM civiles et/ou mesures CEM aéronautiques et militaires.

Méthodes pédagogiques

- Vérification des Postulats
- 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 : 3 jours soit 21 h
- Trappes, du 08 au 10 décembre 2026

Tarif

1 860 € HT

Le but de cette formation est de :

- Accéder à une connaissance approfondie des principes de mesure CEM
- Connaître et maîtriser les capteurs, transducteurs et antennes
- Pouvoir exploiter au maximum les appareils de mesure
- Connaître et maîtriser les difficultés de mesures temporelles et fréquentielles
- Pouvoir accumuler de l'expérience pour ensuite concevoir et mettre au point des chaînes de mesure CEM, les contrôler, les vérifier et estimer les incertitudes de mesures

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION - RAPPELS

- Unités et acronymes
- L'échelle des décibels
- Rappel sur les chaînes de mesure en CEM
- Essais normalisés de validation et essais d'investigation
- Mesures pilotées par logiciel et mesures manuelles
- Généralités sur les transducteurs utilisés en CEM

2 – TRANSDUCTEURS ANTENNES

- Applet Java Falstad : Electromagnétisme, antennes et propagation
- Rappels sur les types d'antennes
- Antennes actives et passives
- Paramètres des antennes
- Effet de la distance de mesure
- Effet de la polarisation
- Champ couplé / Plan de phase
- Paramètres des antennes
- Gain, directivité et aire équivalente
- Facteur d'antenne
- Antennes du type ligne de transmission
- Antennes du type cavité résonante
- Antennes cadre ou de Van Veen
- Champmètre large bande E / H
- Capteur E ou H / préampli associé
- Sondes de champ proche
- Problèmes de mesure du champ E

3 – AUTRES TRANSDUCTEURS UTILISÉS EN CEM

- Principe des sondes de tension passives et précautions
- Principe des sondes de tension actives et précautions
- Principe des sondes de tension différentielles et précautions
- Pourquoi mesurer plutôt des courants que des tensions
- Principe des sondes de courant passives et précautions
- Principe des sondes de courant actives et précautions
- Principe des sondes de courant de Rogowski
- Principe des pinces d'injection et précautions
- Utilisation de RSIL comme dispositifs d'injection
- Principe des cages de Faraday à brassage de mode
- Problèmes de mesure avec pince de courant

4 – DIFFICULTÉS EN MESURES TEMPORELLES

- Principes à respecter
- Bande passante et forme d'onde
- Mesure d'un temps de transition
- Bande passante d'échantillonnage
- Théorème de l'échantillonnage
- Mesure d'impulsion très courte
- Rapport signal sur bruit après échantillonnage
- Taux de distorsion : La THD et le FD
- Mesures de tension en flottant
- Chaîne de mesure à fibre optique
- Valeur redressée moyenne / efficacité vraie
- Problèmes des mesures électriques
- Erreurs fréquentes d'analyse temporelle

5 – DIFFICULTÉS EN MESURES FRÉQUENTIELLES

- Principes à respecter
- Distinguo analyseurs de spectre analogiques et FFT

- Relations entre les paramètres de la FFT
- Principe des analyseurs de spectre FFT
- Fenêtrage temporel (« time windowing »)
- Choix des fenêtrages pour les analyses FFT
- Analyseur de spectre FFT en temps réel
- Analyse de spectre analogique de signaux sinusoïdaux 1 MHz
- Analyse de spectre analogique de signaux impulsifs
- Analyse FFT basse fréquence par carte son de PC SpectrumLab
- Utilisation des analyseurs de spectre vectoriels
- Utilisation de la fonctionnalité «SPAN 0»
- «Span 0» pour contrôle de modulation
- Utilisation des fonctionnalités «Trigger»
- Identification du rayonnement four micro-ondes par «Trigger»
- Générateur poursuite et analyseur de réseau scalaire
- Ajustage d'un générateur de poursuite
- Bande étroite / bande large
- Réponses des détecteurs CISPR : «Peak», «QP», «RMS», «AVG»
- Spectre et densité spectrale
- Cohérence d'un bruit
- RBW (IF BW) normalisées
- Bruit gaussien
- Mesure de bruit bande large selon le détecteur
- Simulations d'analyse spectrale par LTSpice
- Facteur de bruit des analyseurs de spectre
- Bruit de deux étages en cascade
- Bruit selon le mode de détection
- Bruit de phase
- Passage d'une perturbation BE en LB
- Impulsions rectangulaires répétitives
- Impulsions RF répétitives
- Filtrage par VBW d'impulsions «smoothing»
- Filtrage post-détection de signaux impulsifs
- Durée d'un balayage selon le « dwell »
- Les 3 modes en conduction
- Signal résultant de la somme de 2 signaux
- Erreur de niveau par un signal faible (bruit)
- Erreurs fréquentes au récepteur de mesures
- Erreurs fréquentes à l'analyseur de spectre
- Erreurs fréquentes d'analyse fréquentielle

6 – ESSAIS D'IMMUNITÉ

- Essais d'immunité en aéronautique selon DO-160
- Impulsion sinus / cosinus amortie
- Tests aéronautiques courant foudre
- Composantes foudre A, B et C
- DO-160 – 6 Formes d'ondes foudre
- Multiple burst / multiple strokes
- Transitoires induits selon DO-160
- Immunité « BF » de l'alimentation
- Susceptibilité aux signaux induits
- Détecteur à diode : Effet de la Modulation d'Amplitude
- Problèmes des amplis large bande
- Simulation par LTSpice de tests BCI
- Immunité à la pince (BCI)
- Chambre réverbérante / brasseur
- Cellule TEM (de Cravford)
- Problèmes des tests d'immunité avec RCD
- Comparaison de l'immunité 61000-4 3 / 61000-4 2
- Problèmes des tests d'immunité

7 – CONCLUSIONS

- Récapitulatif des sites Web intéressants
- Récapitulatif des logiciels utiles
- Bibliographie

Contrôles des chaînes de mesures CEM & incertitudes

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de proposer, de réaliser, et contrôler des chaînes de mesure pour essais de validation et d'investigation CEM en maîtrisant tous les maillons dont les antennes, amplificateurs, sites de mesures, réglages des appareils conformément aux normes ou à des demandes particulières.

À SAVOIR

Public

- Ingénieurs et techniciens de laboratoire impliqués dans la mise en place et la maintenance de chaînes de mesure en CEM.
- Ingénieurs et techniciens impliqués dans le développement de logiciel de mesures et essais CEM.
- Responsables de laboratoires d'essais.

Postulats

- Les stagiaires sont supposés avoir une expérience de mesures de CEM en laboratoire ou avoir suivi le module « Mesures CEM civiles » ou « Mesures CEM Aéronautiques et Militaires »

Méthodes pédagogiques

- Vérification des Postulats
- 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 : 3 jours soit 21 h
- Trappes, du 03 au 05 novembre 2026

Tarif

1 860 € HT

Le but de cette formation est de :

- Savoir mesurer / vérifier les caractéristiques des antennes utilisées en CEM
- Savoir mesurer/ vérifier les caractéristiques des transducteurs utilisés en CEM
- Savoir identifier et résoudre les difficultés en fréquentiel et en temporel, effets du bruit, des non-linéarités et tous les sources d'erreur déterminant les incertitudes de mesure
- Concevoir des protocoles de validation de chaînes de mesure et de logiciels de mesure en CEM
- Maîtriser l'évaluation des incertitudes de mesures des essais de CEM pour rédiger les documents exigés par les normes

PROGRAMME

1 – RAPPELS DES PARAMÈTRES DES CHAINES DE MESURE

- Références documentaires : Normes CISPR 16 XXX
- Analyseurs de spectre : Facteur de bruit, dynamique, détecteurs, filtres RBW ...
- Récepteur de mesure : Facteur de bruit, dynamique, détecteurs, filtres RBW
- Préamplificateurs : Bande, Facteur de bruit, Température de bruit, non-linéarités
- Paramètres d'adaptation : ROS, RL, S11, S22
- Paramètres de transmission : Gain / pertes, S21, S12
- Rappels sur les non-linéarités en RF & CEM Harmoniques, intermodulations
- Antennes : Gain, facteur d'antenne, impédance, diagramme de rayonnement ...
- Câbles : Affaiblissement, impédance, Impédance de transfert
- Synthétiseurs de signaux : Fréquence, niveau, bruit de phase, modulation,
- Amplificateurs de puissance : Bande, distorsion harmonique, intermodulations.
- Cage de Faraday : Affaiblissement normalisé de site, efficacité de blindage
- Site de mesure espace libre : Affaiblissement normalisé de site

2 – APPAREILS DE VÉRIFICATION DES CHAINES DE MESURE

- Étalons de fréquence
- Atténuateurs étalons / charges coaxiales
- Générateurs de signaux synthétisés
- Analyseurs de spectre
- Récepteurs de mesure
- Générateur de poursuite des analyseurs de spectre
- Analyseurs de réseau ou vectoriels
- Wattmètres à diodes, bolomètres.
- Sites de mesure en espace libre.
- Antennes dipôle accordables
- Calibrateurs de champ
- Sources pour inter-comparaisons de laboratoires

3 – PROCÉDURES DE VÉRIFICATION DES CHAINES DE MESURE

- Références documentaires ; normalisation
- Validation de logiciels de mesures et essais CEM
- Vérification des capteurs de perturbations conduites
- Vérification des R.S.I.L
- Vérification des réseaux de couplage/ découplage
- Vérification des sondes de courant
- Calcul d'un capteur de courant à tore coupé
- Vérification des sondes de tension
- Distinguo : Fonction de transfert et perte d'insertion
- Vérification des filtres et réseaux de découplage
- Vérification des coupleurs directifs
- Vérification des préamplificateurs
- Points d'interception du 2ème ordre et 3ème ordre
- Amplitudes des produits de distorsion
- Produits d'intermodulation du 3ème ordre
- Mesure pratique des PI2 et PI3
- Méthode des 2 tons
- Calcul des produits d'intermodulation d'ordre 3
- Vérification des amplificateurs large bande de puissance
- Vérification des câbles et connecteurs
- Vérification / étalonnage des antennes
- Vérification de l'affaiblissement normalisé des sites de mesures
- Vérification des cages de Faraday
- Vérification des cages de Faraday à brassage de modes
- Mesure d'effet réducteur de câble ; impédance de transfert, efficacité de blindage

4 – INCERTITUDES DE MESURES

- Rappels de terminologie
- Guide pour l'expression de l'incertitude GUM
- Rappels de statistiques et probabilités
- Analyse des sources d'incertitude en CEM
- Incertitudes liées au ROS
- Erreur maximale de mesure
- ROS et facteur de réflexion (RL)
- Perte de puissance par ROS / RL
- Incertitudes d'un étalonnage
- Loi de propagation de l'incertitude
- Incertitude type/composée/élargie
- Evaluation d'incertitudes de mesure en perturbations conduites
- Evaluation d'incertitudes de mesure en perturbations rayonnées
- Evaluation d'incertitudes de mesure en immunité conduite
- Evaluation d'incertitudes de mesure en immunité rayonnée
- Essais d'inter-comparaison entre laboratoires
- Critères de jugement : les 4 cas

5 – ACCESSOIRES, MONTAGES D'AIDE, ASTUCES

- Logiciels gratuits pour adaptation d'impédance
- Logiciels gratuits pour du filtrage
- Utilisation de LTSpice : Conversion MC / Mdiff
- Problèmes de mesure au RSIL
- Séparateur monophasé MC / MD
- Mesure d'un bruit de masse
- Mesure pratique de l'impédance d'une ligne
- Choix des connecteurs coaxiaux
- Construire une sonde de courant à tore coupé
- Construire des coupleurs directifs
- Construire des sondes très large bande 1/10
- Construire des boîtiers écrêteurs de surtensions
- Construire une antenne en champ E active
- Construire un atténuateur de puissance
- Impédance de transfert / mesure
- Mesure de dissymétrie de paire
- Coupleur directif / Vérification
- Analyseur vectoriel (de réseau)
- Perte d'insertion / Paramètres S
- Amélioration du ROS par atténuateur
- Mesure d'atténuation de blindage avec récepteur radio sur clef USB
- Mesure d'atténuation de blindage avec générateur d'harmoniques
- Mesure d'atténuation de blindage avec Smartphone
- Vérification rapide de modulations avec l'outil AdalmPluto
- Autres réseaux de couplage CEI
- RSIL 5µH aéronautique
- Applications sur smartphones pour les RF & CEM

6 – PRÉCAUTIONS POUR L'EXPOSITION HUMAINE

- Exposition humaine aux courants induits BF
- Exposition humaine au champ électrique BF
- Exposition à l'induction magnétique BF
- Résumé des niveaux déclenchant l'action
- Effet biologique d'une impulsion brève

7 – CONCLUSIONS

- Récapitulatif des sites Web intéressants
- Récapitulatif des logiciels utiles
- Bibliographie

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire connaîtra l'ensemble des éléments à prendre en compte lors de l'ajout d'une transmission sans fil radio à un équipement électronique.

À SAVOIR

Public

- Ingénieurs et techniciens de bureau d'étude en électronique
- Concepteurs et intégrateurs de systèmes

Postulats

- Connaissances en électronique
- Pas de connaissance en électronique haute fréquence
- Pas de connaissance en mathématique

Méthodes pédagogiques

- Vérification des Postulats
- 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 : 3 jours soit 21 h

- Grenoble, du 24 au 26 novembre 2026

Tarif

1 860 € HT

Le but de cette formation est de :

- Être capable de comprendre les particularités de la propagation radio
- Connaître les technologies et solutions actuelles du marché
- Maîtriser l'environnement et les contraintes réglementaires propres aux solutions wireless
- Analyser les précautions d'intégration en conception schématique et développement CAO
- Comprendre et maîtriser les problématiques et solutions de conception et d'intégration d'une antenne

PROGRAMME

1 – BASES ET DÉFINITIONS

- Transmission radio
- Propagation radio & décibel
- Propagation radio & bilan
- Propagation radio
- Propagation radio : pertes d'environnement
- Propagation radio : trajets multiples
- Polarisation d'une onde

2 – ANALYSEUR DE SPECTRE RF + DEMO

- L'analyseur de spectre : les pièges
- RBW Automatique
- Bandes de fréquences ISM : Sub-Giga (HF)
- Bandes de fréquences ISM : Up-Giga (VHF-UHF)
- Bandes de fréquences ISM : Up-Giga (SHF-EHF)
- Bandes de fréquences ISM : Intérêt de telle ou telle
- Bandes interdites
- Solutions techniques : Émetteur : Pilote & PLL
- Solutions techniques : Émetteur : Ennemi du VCO
- Solutions techniques : Émetteur : Modulation I/Q – 1
- Solutions techniques : Émetteur : Modulation I/Q – 2
- Solutions techniques : Récepteur : Démodulateur I/Q
- Solutions techniques : Récepteur : Synoptique homodyne
- Solutions techniques : Récepteur : Mélangeur
- Solutions techniques : Récepteur : Synoptique hétérodyne
- Adaptation d'impédance – 1
- Adaptation d'impédance – 2
- Adaptation d'impédance et Abaque de Smith
- Lignes de transmission & impédance caractéristique

3 – LIGNES DE TRANSMISSION

- Lignes de transmission & impédance caractéristique
- Lignes de transmission & Structure Microstrip
- Lignes de transmission & matching
- Paramètres S
- L'analyseur de réseau vectoriel

4 – MODULATIONS, PROTOCOLES & STANDARDS

- Modulations numériques simples
- Filtrage numérique
- Modulations numériques composées
- Protocoles : Pile logicielle
- La trame radio type
- Détection et gestion des erreurs
- Accès au canal et Collisions

5 – MODULATIONS, ENCOMBREMENT SPECTRAL

- NFC / RFID (nfc-forum) @ 13,56 MHz
- Bluetooth 2.1 (bluetooth.com & org)
- Bluetooth Low Energy
- Bluetooth 4.2, 5
- 802.15.4 / Zigbee
- 802.11x : WIFI
- LPD / ISM – Le standard WMBus
- Standards en vigueur & subtilités...

6 – NORMES, CONFORMITÉ & APPLICATION

- Hiérarchie réglementaire
- Textes directeurs :
 - les grandes lignes de la REC 70.03
- Radio : EN 300-220
- Radio : EN 300-328
- Nocivité & Directive santé
- Equipements sous « Autorisation d'émettre »
- EN 300-113 (v2.1.0) & divers
- CEM dédiée Radio : EN 301-489-x (V3.1.0)
- Les Amériques : FCC & dérivés
- Le puzzle asiatique

7 – SOLUTIONS TECHNIQUES - CONCEPTION

- Chips ou Modules
- Intégration schématique d'un émetteur
- Inductances, Quartz, Filtrage de bande RX SAW
- Filtrage RF des signaux et des alimentations
- CAO PCB
- Validation – Fonctionnel
- Etalement de spectre - Principe fondateur
- Etalement de spectre – FHSS, DSSS, OFDM
- Amélioration du bilan de liaison – Diversité d'espace
- Amélioration du bilan de liaison – Diversité de polarisation
- Amélioration du bilan de liaison – Diversité de fréquence

8 – SOLUTIONS DU MARCHÉ, LOW POWER & LPWAN

- Solutions intégrées – Panorama du marché
- Solutions intégrées – Les limites des composants
- Solutions intégrées – La référence de fréquence RF
- Solutions intégrées – Les éléments clés de spécification
- Application Low Power
- LPWAN / ISM @ 868 MHz

9 – ANTENNES

- Antennes intégrées quart d'onde
- Antennes intégrées
- Antennes imprimées
- Antennes céramiques
- Conception et simulation
- Conception : antennes discrètes

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de mettre en oeuvre les points CEM critiques dans la conception et la mise au point d'un convertisseur.

À SAVOIR

Public

- Ingénieurs et techniciens concepteurs de convertisseurs

Postulats

- Bac +2 en électronique ou électrotechnique
- Avoir déjà conçu un convertisseur

Méthodes pédagogiques

- 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

- Grenoble, du 02 au 05 juin 2026
- Vélizy, du 01 au 04 décembre 2026

Tarif

2 440 € HT

Le but de cette formation est de :

- Être capable de comprendre comment les perturbations conduites et rayonnées sont émises par les convertisseurs
- Savoir concevoir et maîtriser les différentes topologies de filtrage
- Savoir identifier et faire les bons choix de topologies
- Diagnostiquer les « défauts » des composants pour bien les choisir
- Appliquer des astuces de conception visant à réduire les problèmes en CEM

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION

- L'échelle des décibels
- Modes commun et différentiel
- Spectre fréquentiel bande étroite
- Densité spectrale d'une impulsion
- Modes de détection et CISPR
- Réseaux fictifs (RSIL)
- Limites civiles, militaires et DO160
- Spécificités en aéronautique
- Les 5 types de perturbations
- Charte de réactance BF
- Le plan U.I.

2 – SOURCES DE PERTURBATIONS DANS LE CONVERTISSEUR

- Analyse de la commutation du Buck ou Half Bridge
- Identification des boucles critiques dans le Buck
- Simulation temporelle des perturbations
- Paramètres influençant les perturbations
- Recouvrement des diodes
- Attention aux éléments parasites
- Type de conduction

3 – AUTO-PERTURBATION DE LA COMMANDE

- Composants émergents
- Effets Miller de MOSFETs de puissance à SJ
- Mise en parallèle de transistors
- Distorsion du signal PWM en entrée du Driver
- Risque des optocoupleurs linéaires
- Equipotentialité des circuits de commande
- Drivers actifs

4 – IMMUNITÉ DES CONVERTISSEURS

- Surtension à l'enclenchement
- Le risque de latch-up
- Normes d'immunité aux surtensions
- Varistances et leurs mises en œuvre
- Protection d'un PFC ou d'un boost
- CTP et fusibles réarmables
- Conseils pour l'immunité

5 – CONVERTISSEURS DE PUISSANCE

- Facteurs de puissance et de forme
- Distorsionmètre et mesure de THD
- Effets d'un PFC sur la CEM
- Pont dodécaphasé à autotransfo
- Rôles et calcul d'un snubber
- Convertisseurs multi-niveaux

6 – PERTURBATIONS DE MODE COMMUN

- Calcul d'une perturbation en MC
- Réduction des capacités chaudes
- Courants de MC sur câble interne
- Mode commun entrée à sortie
- Faut-il faire flotter les sorties ?
- Les 3 cas de MC entrée à sortie
- Transformateurs à écran interne
- Choix d'un écran de MC bobiné
- Alimentation sans self de MC
- Séparateur monophasé MC / MD
- Spectre émis avant filtrage
- Perte d'insertion en MC
- Choix de simple / double cellule
- Mode commun d'un pont en H
- Saturation d'une self de MC
- Méthodes de mesure et d'analyse
- Mode commun induit par champ H

- Pièges des filtres d'alim en MC
- Méthode d'optimisation en MC

7 – PERTURBATIONS DE MODE DIFFÉRENTIEL

- Impédance d'un condensateur
- Calcul d'une perturbation en MD
- Maîtrise du câblage
- Critiques d'un filtre de CEM
- Spectre en MD avant filtrage
- Perte d'insertion en MD
- Choix de simple / double cellule
- Amortissement d'un L-C en MD
- Filtrage sur un bus continu
- MD induit par champ magnétique
- Effets des RSIL 5 µH / 50 µH
- Pièges des filtres d'alim en MD
- Réduction de bruit par multiphases
- Filtre définitif MC + MD
- Influence de la puissance fournie
- Filtrage optimal d'une petite alim
- Filtrage typique et mise au point d'un filtre CEM

8 – RAYONNEMENT DES CONVERTISSEURS

- Rayonnement en champ E et H
- Petite boucle / petit foudet
- Rayonnement du câble d'alimentation
- Pot magnétique et rayonnement BF
- Risque d'oscillation d'un pont en H
- Sources et réduction du rayonnement HF
- Revue du tracé d'un convertisseur
- Réalisation d'une pince sensible
- Évaluation de l'émission rayonnée
- Méthodologie de réduction de l'émission rayonnée

9 – COMPOSANTS ET STRUCTURES

- Effet de peau d'un fil en alternatif
- Champ et induction magnétiques
- Perméabilités magnétiques μ' et μ''
- Saturation d'un tore magnétique
- Capacité : Méthode de bobinage
- Inductance à flux compensé (PFC)
- Bobinage haute tension
- Rôles d'un entrefer et μ apparent
- Matériaux à entrefers répartis
- Champ magnétique dans un transfo
- Self de fuite / bobinages entrelacés
- Couplages entre secondaires
- Mise de condensateurs en parallèle
- Convertisseur à résonance

10 – SIMULATION FRÉQUENTIELLE DES ÉMISSIONS CONDUITES

- Méthode des asymptotes en conversion d'énergie
- Générateur enveloppe en mode commun
- Couplage et modélisation d'un convertisseur en MC
- Simulation d'émission en MC et filtrage
- Générateur enveloppe en mode différentiel
- Couplage et modélisation d'un convertisseur en MD
- Simulation d'émission en MD et filtrage

11 – MODÉLISATION MULTIPHYSIQUES

- Nouveaux Défis de la conception des convertisseurs
- Optimisation Multiphysiques des convertisseurs
- Outils disponibles
- Comparaisons Simulations / Mesures

Encadrez vos essais mécanique, climatique et CEM

Objectifs :

Encadrer et suivre un programme d'essai en environnement en intégrant les fondamentaux d'essais - Apporter une vision globale et réaliste des contraintes et des exigences à prendre en compte dans le cahier des charges d'un essai - Optimiser la coordination technique avec les laboratoires d'essais.

Le but de cette formation est de :

- Savoir reconnaître les grandeurs physiques des essais mécaniques, climatiques et CEM
- Identifier les domaines d'application des normes d'essais
- Analyser un cahier des charges produit
- Identifier les étapes clés d'un programme d'essais
- Construire un cahier des charges type et les indicateurs de suivi
- Programmer les actions à mener pour tenir sa mission de chef de projet

À SAVOIR

Public

- Chefs de projet
- Responsables produits

Postulats

- Niveau de base en physique de tout technicien supérieur

Méthodes pédagogiques

- Vérification des Postulats
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Le formateur utilisera les moyens d'essais du laboratoire SOPEMEA pour vous permettre d'appréhender sur le terrain, la réalité des différentes grandeurs physiques à intégrer. SOPEMEA, proposera des exemples pédagogiques mais vous pourrez aussi apporter un cas spécifique
- 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 : 2 jours soit 14 h
- Vélizy, du 11 au 12 juin 2026

Tarif

1 780 € HT

PROGRAMME

1 – MIEUX CONNAÎTRE LES DIFFÉRENTS TYPES D'ESSAIS

- Comprendre les objectifs de tous les types d'essai et les grandeurs physiques associées
- Se rendre compte de la réalité de chaque grandeur physique par une simulation d'essai sur les moyens du laboratoire

2 – INTÉGRER LES CONTRAINTES DES NORMES ET DES LABORATOIRES D'ESSAIS

- Savoir extraire les niveaux d'essais à partir des normes, en fonction du domaine d'application (automobile, aéronautique, civil et militaire,...)
- Intégrer dans une démarche projet et dans sa demande au laboratoire, la méthodologie de réalisation d'un essai et les contraintes associées

3 – RÉDIGER UN CAHIER DES CHARGES ESSAIS À PARTIR DES SPÉCIFICATIONS PRODUIT

- Analyser de façon critique un cahier des charges produit, Intégrer les étapes importantes dans le programme d'essai
- Réaliser une étude de cas

4 – PILOTER LE DÉROULEMENT DE L'ESSAI

- Structurer la planification de l'essai et la coordination des différents acteurs
- Mettre en place des indicateurs de suivi adaptés aux différents types d'essais

Objectifs :

Simuler un essai en intégrant les fondamentaux du calcul dynamique - Savoir modifier et recalculer le modèle à partir des résultats d'essais - Prendre en compte dans une simulation numérique, les contraintes et les exigences d'un programme d'essai.

Le but de cette formation est de savoir utiliser :

- Les notions de mécanique vibratoire d'un système à 1 DDL ou n DDL ainsi que les modes propres
- La méthode de calculs pour éléments finis
- Le recalage modal
- Le principe de la simulation d'un choc
- Le principe de la simulation d'une excitation aléatoire

À SAVOIR

Public

- Chefs de projet calcul
- Responsables ou ingénieurs bureaux d'études

Postulats

- Avoir déjà réalisé des calculs en mécanique
- Niveau Ingénieur

Méthodes pédagogiques

- Vérification des Postulats
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Le formateur proposera aux participants des exemples pratiques et illustrera la problématique du recalage. Il fera faire aux participants des exercices pratiques et les corrigera en salle
- 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 : 2 jours soit 14 h
- Vélizy, du 15 au 16 septembre 2026

Tarif

1 610 € HT

PROGRAMME

1 – DÉFINIR LA STRUCTURE D'UN SYSTÈME À 1 OU N DDL

- Caractériser un système, identifier les types d'excitation
- Définir les fonctions de transfert
- Déterminer les modes propres d'un système à n DDL
- Étude de cas sur les effets de la masse, de la raideur de l'amortissement, et du couplage des modes

2 – RECALER LE MODÈLE À PARTIR D'UN ESSAI

- Objectifs du recalage modal
- Descriptif de la technique du recalage modal
- Exercice pratique de recalage modal sur un modèle non recalé

3 – DÉTERMINER LA RÉPONSE DYNAMIQUE D'UNE STRUCTURE SOUMISE A DES CONTRAINTES DYNAMIQUES

- Définir les données pour mener un calcul numérique
- Prendre en compte l'excitation dynamique,
- Analyser la réponse

4 – METTRE EN OEUVRE LA SIMULATION D'UN CHOC ET D'UNE EXCITATION ALÉATOIRE

- Comprendre la technique les spectres de réponses aux chocs et l'excitation aléatoire
- Appliquer cette technique sur un modèle pratique et analyser la réponse de la structure

Les fondamentaux en calcul dynamique de structure

Les fondamentaux des essais de vibration

Objectifs :

Sensibiliser les participants à la perception réaliste et pertinente des différents ordres de grandeur physiques. - Conduire et analyser une campagne d'essais - Optimiser la définition de l'essai et son déroulement.

Le but de cette formation est de :

- Savoir utiliser les grandeurs physiques de l'environnement mécanique d'une structure
- Déterminer le moyen de mesure et d'essai en fonction du programme
- Comprendre les exigences des normes d'essais
- Participer à la réalisation d'essais mécaniques
- Analyser les résultats d'essais

À SAVOIR

Public

- Chefs de projet, ingénieurs ou techniciens ayant la responsabilité du suivi des essais
- Responsables produit

Postulats

- Niveau de base en physique de tout technicien supérieur

Méthodes pédagogiques

- Vérification des Postulats
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Le formateur proposera aux participants des applications pratiques réelles sur les moyens d'essais du laboratoire SOPEMEA pour leur permettre d'appréhender sur le terrain, la réalité des différentes grandeurs physiques à intégrer en apportant son expérience quotidienne des essais. Les participants pourront, s'ils le désirent, apporter des cas spécifiques
- 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

- Velizy, du 31 mars au 02 avril 2026
- Velizy, du 13 au 15 octobre 2026

Tarif

2 260 € HT

PROGRAMME

1 – CLARIFIER LES FONDAMENTAUX

- Revisiter les grandeurs physiques et leur réalité
- Rappeler les objectifs et les paramètres utilisés pour les différents types de vibrations : sinus, aléatoire, chocs, combiné, SRC

2 – IDENTIFIER LES BONS MOYENS D'ESSAIS

- Interpréter les capacités et performances des différents moyens électrodynamiques, électro-hydrauliques, machines à choc et systèmes de pilotage
- Choisir les capteurs de mesure et leurs implantations
- Utiliser le traitement du signal adapté

3 – SUIVRE ET ANALYSER UNE CAMPAGNE D'ESSAIS

- Définir un besoin en montage d'essais
- Choisir la stratégie pilotage : les principes de base, la stratégie multipoint et le notching
- Analyser les résultats des mesures, à partir de cas pratiques

4 – RÉDIGER UNE PROCÉDURE D'ESSAI

- Comprendre la justification des points clés du contenu
- Intégrer les contraintes et libertés concernant l'ordre de réalisation des essais
- Réaliser une application concrète et évaluer vos points de vigilance

Les fondamentaux des essais climatiques

Objectifs :

Sensibiliser les participants à la perception réaliste et pertinente des différents ordres de grandeur physiques - Conduire et analyser une campagne d'essais - Optimiser la définition de l'essai et son déroulement.

Le but de cette formation est de :

- Utiliser les grandeurs physiques de l'environnement climatique d'une structure
- Déterminer le moyen de mesure et d'essai en fonction du programme
- Comprendre les exigences des normes d'essais
- Participer à la réalisation d'essais climatiques
- Analyser les résultats d'essais

À SAVOIR

Public

- Chefs de projet, ingénieurs ou techniciens ayant la responsabilité du suivi des essais
- Responsables produit

Postulats

- Niveau de base en physique de tout technicien supérieur

Méthodes pédagogiques

- Vérification des Postulats
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Le formateur proposera aux participants des applications pratiques réelles sur les moyens d'essais du laboratoire SOPEMEA pour leur permettre d'appréhender sur le terrain, la réalité des différentes grandeurs physiques à intégrer en apportant son expérience quotidienne des essais. Les participants pourront, s'ils le désirent, apporter des cas spécifiques
- 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 : 2 jours soit 14 h

- Vélizy, du 15 au 16 décembre 2026

Tarif

1 610 € HT

PROGRAMME

1 – CLARIFIER LES FONDAMENTAUX

- Revisiter les grandeurs physiques et leur réalité
- Illustrer les notions de couplage de température, pression, humidité

2 – IDENTIFIER LES MOYENS D'ESSAIS

- Interpréter les capacités et performances des différentes enceintes
- Choisir les capteurs de mesure en fonction de contraintes climatiques de l'essai

3 – COMPRENDRE LES EXIGENCES DES NORMES

- Présenter les différents types d'essais (chaleur sèche et humide, brouillard salin, dépressions, chocs thermiques ...) et leurs objectifs

4 – SUIVRE ET ANALYSER UNE CAMPAGNE D'ESSAIS

- Connaître les paramètres nécessaires à la mise en œuvre des essais : matériels et installations
- Comprendre la stratégie de pilotage : les limites, les contraintes
- Analyser les résultats des mesures et les anomalies sur le matériel, à partir de cas concrets

38 Les fondamentaux en séisme

Objectifs :

Sensibiliser les participants à la perception réaliste et pertinente des différents ordres de grandeur physique - Conduire et analyser une campagne d'essais - Optimiser la définition de l'essai et son déroulement.

Le but de cette formation est de :

- Identifier les grandeurs physiques du comportement d'une structure au séisme
- Identifier les différents types de séisme, ainsi que leurs objectifs
- Déterminer le moyen d'essai et l'instrumentation associée en fonction du programme et du matériel à tester
- Appréhender le niveau de sévérité de séisme par calcul
- Interpréter les résultats obtenus

À SAVOIR

Public

- Chefs de projet,
- Ingénieurs ou techniciens non spécialistes ayant la responsabilité du suivi des essais
- Responsables produits
- Concepteurs d'équipement pour centrale nucléaire

Postulats

- Niveau de base en physique de tout technicien supérieur

Méthodes pédagogiques

- Vérification des Postulats
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exposés et exercices pratiques sur moyens d'essais
- Évaluation des acquis :
 - QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel ou en distanciel
- 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 : 2 jours soit 14 h

- Vélizy, du 18 au 19 mars 2026
- Vélizy, du 09 au 10 juin 2026
- Vélizy, du 17 au 18 septembre 2026

Tarif

2 020 € HT

PROGRAMME

1 – CLARIFIER LES FONDAMENTAUX DU SÉISME

- Revisiter les grandeurs physiques et leur réalité
- Illustrer les notions de résonance, d'amplification et d'amortissement
- Rappeler les objectifs et les paramètres utilisés pour les essais de séisme. : SRC, ZPA, accélérogramme
- Revisiter les normes IEEE de séisme

2 – IDENTIFIER LES MOYENS D'ESSAIS

- Interpréter les capacités et performances des différents moyens d'essais électrohydrauliques, machines à chocs et systèmes de pilotage
- Choisir les capteurs de mesure et leur implantation
- Utiliser le traitement du signal adapté

3 – SUIVRE ET ANALYSER UNE CAMPAGNE D'ESSAIS

- Définir un besoin en montage d'essais
- Choisir la stratégie pilotage
- Analyser les résultats des mesures
- Suivre un essai de séisme sur notre moyen d'essai

4 – COMPRENDRE LE CALCUL AU SÉISME

- Comprendre les hypothèses à prendre en compte.
- Comprendre la méthodologie du calcul
- Analyser les résultats et les effets d'un séisme sur l'équipement

Fondamentaux en sécurité électrique

39

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire comprendra les bases de conception des appareils électriques en respect des normes.

Le but de cette formation est de :

- Comprendre et anticiper les problématiques de sécurité dans les appareils électriques
- Identifier et être capable de réduire chaque risque lié à l'usage de son appareil
- Appliquer les principes de base de protection et de réduction des risques

À SAVOIR

Public

- Responsables produits,
- Techniciens / Ingénieurs d'essais chargés de la qualification des matériels

Postulats

- Niveau Bac dans le domaine électrique / électronique
- Niveau de base en physique, électricité de tout technicien supérieur

Méthodes pédagogiques

- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exposés et exercices pratiques sur moyens d'essais
- 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 : 2 jours soit 14 h

- Lyon, du 15 au 16 septembre 2026

Tarif

1 320 € HT

PROGRAMME

1 – CLARIFIER LES FONDAMENTAUX

- Obligations des fabricants
- Lien entre directive et normes
- Principe de base
- L'analyse et la réduction des risques
- Les différents types de protections

2 – LES DIFFÉRENTS TYPES DE PROTECTIONS

- Protection contre les risques électriques : Distance, Impédance, mise à la terre
- Protection contre les risques mécaniques : Partie coupantes, Partie en mouvement, explosion
- Protection contre les risques thermiques : incendie, brûlure
- Protection contre les risques thermodynamiques : pression, fuite et explosions
- Protection contre les risques chimiques : substance chimique, batteries, etc.
- Protection contre les rayonnements : visibles, acoustiques, ionisants ; etc.
- Protection par composant : isolation, verrouillage, etc.
- Protection par instruction : marquages, manuels, formation
- Risques non couverts

3 – VÉRIFICATION

- Efficacité des protections en place
- Vérification par essais
- Vérification par dossier

4 – EVOLUTION TECHNIQUE ET / OU NORMATIVE

- Constitution du dossier technique
- Étendre la conformité de son appareil en cas d'évolution technique
- Faire perdurer la validité suivant les évolutions réglementaires et normatives

5 – CAS PRATIQUE

- Etude de cas
- Exercices

40 Norme EN 62368 : Technologies de l'audio/vidéo, de l'information et de la communication

41 Norme EN 61010 : Appareils de mesure, de régulation et de laboratoire

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire comprendra les enjeux de sécurité et aura acquis les bases des méthodes de protection et les techniques pour les contrôler.

Le but de cette formation est de :

- Comprendre et anticiper les problématiques de sécurité demandés dans la norme 62368
- Conduire et analyser une campagne d'essais selon la norme
- Optimiser la définition de l'essai et son déroulement

À SAVOIR

Public

- Responsables produits,
- Techniciens / Ingénieurs d'essais chargés de la qualification des matériels

Postulats

- Niveau Bac dans le domaine électrique / électronique
- Niveau de base en physique, électricité de tout technicien supérieur
- Stage les fondamentaux en sécurité électrique recommandé

Méthodes pédagogiques

- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exposés et exercices pratiques sur moyens d'essais
- 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 : 2 jours soit 14 h
- Lyon, du 13 au 14 octobre 2026

Tarif

1 320 € HT

PROGRAMME

1 – CLARIFIER LES FONDAMENTAUX

- Revue du champ d'application de la norme 62368
- Intégration de la 62368 dans les exigences du règlement UE / directive 2014/35/CE
- Portée internationale de la norme 62368

2 – 62368 : VOCABULAIRE PRATIQUE

- Définitions et acronymes
- Termes réguliers

3 – 62368 : QUELLES EXIGENCES ?

- Bien définir les paramètres d'utilisation (type, classe, emplacement, mobilité, etc.)
- Les différents opérateurs
- Risques électriques
- Incendie et départ de feu
- Substances dangereuses
- Blessures mécaniques
- Echauffement et risque de brûlure
- Protection contre les rayonnements
- Défaillances probables
- Exigence Documentaires
- Choix des composants
- Protection des batteries
- Prescription physique

4 – IDENTIFIER LES MOYENS D'ESSAIS

- Quels matériels pour quels essais ? bien préparer et conduire sa mesure
- Regard critique et analyse des résultats

5 – CAS PRATIQUE

- Etude de cas
- Exercices

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire comprendra les enjeux de sécurité et aura acquis les bases des méthodes de protection et les techniques pour les contrôler.

Le but de cette formation est de :

- Comprendre et anticiper les problématiques de sécurité demandés dans la norme 61010
- Conduire et analyser une campagne d'essais selon la norme
- Optimiser la définition de l'essai et son déroulement

À SAVOIR

Public

- Responsables produits,
- Techniciens / Ingénieurs d'essais chargés de la qualification des matériels

Postulats

- Niveau bac dans le domaine électrique / électronique
- Niveau de base en physique, électricité de tout technicien supérieur
- Stage les fondamentaux en sécurité électrique recommandé

Méthodes pédagogiques

- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exposés et exercices pratiques sur moyens d'essais
- 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 : 2 jours soit 14 h
- Lyon, du 24 au 25 novembre 2026

Tarif

1 320 € HT

PROGRAMME

1 – CLARIFIER LES FONDAMENTAUX

- Revue du champ d'application de la norme 61010
- Intégration de la 61010 dans les exigences règlement UE / directive 2014/35/CE
- Portée internationale de la norme 61010

2 – 61010 : VOCABULAIRE PRATIQUE

- Définitions et acronymes
- Termes réguliers

3 – 61010 : QUELLES EXIGENCES ?

- Bien définir les paramètres d'utilisation (type, classe, emplacement, mobilité, etc.)
- Exigence Documentaire
- Prescription physique
- Risques électriques
- Dangers mécaniques
- Incendie et départ de feu
- Echauffement et risque de brûlures
- Défaillances probables
- Liquide et fluide sous pression
- Protection contre les rayonnements
- Protection des batteries
- Choix des composants
- Verrouillage de sécurité
- Risques non couverts

4 – IDENTIFIER LES MOYENS D'ESSAIS

- Quels matériels pour quels essais ? bien préparer et conduire sa mesure
- Regard critique et analyse des résultats

5 – CAS PRATIQUE

- Etude de cas
- Exercices

1 - PRÉAMBULE - CHAMPS D'APPLICATION

Les présentes conditions générales définissent les conditions générales d'intervention et de vente d'Apave auprès de ses Clients. Le terme général Apave est utilisé pour désigner les entités Apave Exploitation France SAS, Sopemea SAS, Apave Digital SAS, BVT SAS, APTH, les entités Camas : Aéro Training Center et Institut Aéro Formation, et d'une façon générale toute entité du Groupe Apave. Toute solidarité est exclue entre les entités Apave. Seule l'entité Apave signataire de l'offre ou du contrat avec le Client sera redevable des prestations qui y sont prévues et responsable des dommages ou litiges susceptibles de s'élever à l'occasion de leur exécution.

Les prestations d'Apave sont définies dans ses offres et ses annexes, notamment annexes techniques, dans les contrats conclus avec les Clients (ci-après "Conditions Particulières") et/ou dans les fiches programme d'Apave disponibles sur demande (ci-après "Conditions Particulières d'Intervention"). Ces documents constituent des conditions particulières aux présentes conditions générales.

Les engagements réciproques des Parties forment un tout indivisible et sont constitués d'un ou plusieurs documents figurant par ordre de priorité décroissant dans la liste ci-dessous :

- Les Conditions Particulières, puis
- Les Conditions Particulières d'intervention (fiches programmes), et enfin
- Les présentes Conditions Générales,

En cas de conflit, contradiction ou incompatibilité entre les conditions générales et les conditions particulières, les conditions particulières prévalent sur les conditions générales sur les seuls points de divergence. En cas d'application des conditions générales d'achat du Client, les présentes conditions générales de prestation de service prévalent sur les points de divergence, sauf accord spécifique. Toute prestation non prévue explicitement par l'un des documents contractuels est exclue tant qu'elle n'a pas été formellement acceptée par Apave. La mission d'Apave ne débute qu'à réception de l'offre signée par le Client ou à une date ultérieure convenue entre les parties dans les conditions particulières.

2 - DÉFINITIONS

Pour l'interprétation des présentes conditions générales, les termes ci-dessous devront être interprétés par rapport aux définitions du présent article.

- **Action de Formation** : Parcours pédagogique permettant d'atteindre un objectif professionnel, réalisable en tout ou partie à distance ainsi qu'en situation de travail (L.6313-2 du Code du Travail).
- **Client** : désigne le donneur d'ordre privé, public ou la personne physique.
- **Formation Blended-learning** : formation se déroulant en deux temps avec une session théorique en distanciel, l'autre session pratique en présentiel.
- **Formation en distanciel** : formation se déroulant à distance, notamment par des classes virtuelles (Synchrone), du e-learning (Asynchrone)... à l'aide d'outils informatiques dont dispose le Client à ses frais et par ses propres moyens, et l'ouverture d'un espace en ligne de formation au(x) Stagiaires par Apave sur une plateforme dédiée.
- **Formation en présentiel** : formation se déroulant en un lieu commun avec présence physique du Client et du formateur Apave.
- **Formation Inter** : formation regroupant des personnes, salariés, agents, de diverses entités dans une même action de formation.
- **Formation Intra** : formation regroupant des personnes, salariés, agents d'une même entité dans une même action de formation.
- **Livable** : document remis par Apave au Client ou au stagiaire au cours de la formation ou en fin de celle-ci (support de formation, ...).
- **Organisation** : désigne une entité publique ou privée faisant appel à Apave.
- **Règlement Intérieur** : document écrit par lequel Apave détermine, pour les actions dans ses centres, les principales mesures applicables en matière de santé et de sécurité, les règles applicables en matière de discipline ainsi que les modalités selon lesquelles est assurée la représentation des stagiaires et apprentis pour les actions de formation.
- **Stagiaire** : personne engagée et active dans un processus d'acquisition ou de perfectionnement des connaissances et de leur mise en oeuvre.

3 - OFFRE

L'offre de Formation Apave est matérialisée par un document écrit adressé au Client. Le catalogue des formations et le site internet de l'entité signataire de l'offre, constituent les moyens de présentation des offres Apave. Les informations issues du site mises à jour régulièrement priment sur celles du catalogue papier, toutefois, c'est toujours la version du catalogue jointe à l'offre ou au contrat qui s'ensuit qui prévaudra.

Les formations pourront être dispensées en présentiel, en distanciel ou en parcours blended-learning. Pour les Formations en distanciel et Blended-learning, le Client et ses Stagiaires s'engagent à respecter les conditions générales d'utilisation de la plateforme dédiée.

En cas de mobilisation par un Stagiaire de son Compte Personnel de Formation (CPF), le Stagiaire devra également se soumettre au respect des conditions générales de vente et d'utilisation du site suivant : <http://www.moncompteformation.gouv.fr/>.

4 - FORMATION DU CONTRAT

Le contrat pour l'Action de Formation est irrévocablement formé dès la signature et l'envoi par le Client à Apave du bon de commande dûment complété figurant en fin de catalogue ou d'un document écrit et signé (lettre, courriel ou télécopie). Toute modification ultérieure du contrat ne sera effective qu'après signature d'un avenant par les deux parties.

5 - COMMANDE

Toute commande d'Actions de Formation ne prend effet qu'à réception d'un bon de commande dûment complété et signé par le Client ou de tout autre document écrit et signé (lettre, courriel ou télécopie) indiquant précisément :

- l'identité du Client
- le titre, la référence, les dates et lieu de la Formation,
- le nom et prénom du ou des Stagiaires,
- l'adresse à laquelle doivent être envoyés les documents de stage,
- l'adresse de facturation.

Apave adresse, en retour, un accusé de réception rappelant notamment la Formation commandée, les conditions financières et les modalités de réalisation de la Formation.

En cas de financement par un Opérateur de Compétences (OPCO), la prise en charge des frais de formation par ce dernier doit être communiquée à Apave avec le bon de commande.

C'est sur la base de cette prise en charge, que les services formation sont autorisés à facturer à l'OPCO pour le compte du Client.

Si cette prise en charge n'est pas parvenue à Apave avant le début de la session, celle-ci facturera au Client les frais de formation correspondants.

Aucun avoir ne sera établi par Apave pour refacturation ultérieure à l'OPCO.

6 - CONVOCATION

Dans le cas d'une Formation Inter, une convocation mentionnant les informations relatives à la session (date, lieu, horaires, règlement intérieur, plan d'accès etc.) est adressée, à l'avance, au Client, lequel se charge, à son tour, de transmettre les éléments à chacun de ses Stagiaires.

Dans le cas d'une Formation Intra, le Client transmettra à Apave au plus tard deux jours ouvrés avant le début de la session la liste nominative des stagiaires. Une confirmation de réalisation sera ensuite adressée au Client. Cette confirmation vaut accusé de réception de la commande.

Dans le cadre de formation en distanciel, Apave convoquera le Client par email contenant les informations suivantes : identifiant et mot de passe de connexion, lien du site de connexion, durée de validité du lien.

Dans le cadre d'une formation Blended-learning, Apave précisera au Client et/ou au(x) Stagiaire(s) les éléments listés ci-dessus pour la session en distanciel, ainsi que les dates de la session en présentiel.

7 - RÈGLEMENT INTÉRIEUR

La transmission par le Client à Apave du bon de commande ou de tout autre document d'inscription signé implique l'adhésion du Client au Règlement Intérieur Apave. Le Client se porte fort du respect par les Stagiaires du Règlement Intérieur Apave. Conformément aux articles R.6352-1 et L.6352-3 et suivants du Code du Travail, le Règlement Intérieur s'impose à l'ensemble des Stagiaires accueillis, même lorsque l'action de formation se déroule dans des locaux extérieurs mis à disposition.

8 - REPORT ANNULLATION ET DROIT DE RÉTRACTATION

Apave se réserve la possibilité de reporter ou d'annuler la Formation si l'effectif est insuffisant pour permettre sa conduite pédagogique. Dans ce cas, il en informe le Client dans les plus brefs délais. Ce report de formation s'effectuera en présentiel ou en distanciel, à une date convenue entre Apave et le Client.

Dans le cas où le Client ne se conforme pas aux règles d'hygiène et sécurité obligatoires applicables à la réalisation d'une Formation sur son site, Apave se réserve la possibilité de reporter ou d'annuler celle-ci et d'appliquer une pénalité de 500€ HT. Si, de plus, l'intervenant Apave a effectué un déplacement, les frais correspondants sont facturés en sus, le barème correspondant étant à la disposition du Client sur demande.

Tout aléa dans l'exécution d'une Formation, qui entraîne une augmentation de sa durée, fait l'objet d'une facturation complémentaire de 50% de la prestation avec un minimum de facturation de 500 €HT par demi-journée.

Toute annulation de Formation par le Client doit être communiquée par écrit à Apave au minimum 13 (treize) jours ouvrés avant le début de celle-ci. Dans ce cas, le Client conserve la faculté de demander à Apave le report ou l'annulation de :

- l'inscription du ou des stagiaires pour les Formations Inter ;
- la réalisation d'une ou de plusieurs Formations Intra. Passé ce délai Apave facture au Client y compris lors du financement prévu initialement par un OPCO, à titre de dédit, une somme égale à :
- 30% du montant de la formation pour une annulation entre le 13e et le 7e jour ouvré avant le début de celle-ci,
- de 50% du montant de la formation pour une annulation entre le 6e et le 2e jour ouvré, et
- de 100% de ce montant pour une annulation en deçà de 2 jours ouvrés avant le début de la formation. Ce dédit fait l'objet d'une facturation distincte de celle de la convention de formation.

Tout stage commencé est dû en totalité à Apave.

Le client qui agit en dehors de son activité commerciale, industrielle, libérale, artisanale ou agricole est libre de se rétracter par lettre recommandée avec avis de réception et d'annuler sa commande, en respect des dispositions du code de la consommation.

En cas d'exercice du droit de rétractation, Apave procédera au remboursement des sommes versées par virement bancaire, déduction faite des éventuels coûts d'annulation dans les délais prévus par les dispositions du code de la consommation suivant la notification de la demande de rétractation.

Le Client exercera son droit de rétractation par courrier avec accusé de réception à l'adresse du siège de l'entité Apave réalisant la prestation, en précisant son identité, les références du contrat.

Cependant, le droit de rétractation ne peut être exercé pour les prestations pleinement exécutées avant la fin du délai de rétractation ou dont l'exécution a commencé. En pareil cas, le Client reconnaît et accepte de renoncer à son droit de rétractation.

9 - PRIX

Les prix sont indiqués en euros et hors taxes. Ils sont à majorer de la TVA au taux en vigueur. Pour les Formations Intra et Blended-learning un acompte d'un montant de 30% du prix global sera facturé dès l'envoi de l'accusé de réception de la commande.

Les formations se déroulant en intégralité en distanciel seront facturées et payables avant le début de la session. Une fois le paiement réceptionné, Apave communiquera au Client ou au Stagiaire leurs identifiants de connexion ainsi que le lien de connexion.

Les prix des stages sont ceux figurant sur les tarifs en vigueur ou sur la proposition commerciale pour les actions spécifiques. Les tarifs sont susceptibles d'être modifiés si les variations économiques le rendent nécessaire. Ils comprennent les frais d'animation et les supports de cours remis à chaque Stagiaire. Certains documents particuliers (publications, livres, normes,...) peuvent faire l'objet d'une facturation supplémentaire.

Les frais de déplacement, d'hébergement et de restauration ne sont pas compris dans le prix du stage.

Les prix sont susceptibles de varier à tout moment.

En cas d'un délai supérieur à 3 mois entre la formulation des prix et le début d'exécution des prestations, Apave se réserve le droit d'actualiser son offre financière.

10 - FACTURATION ET RÈGLEMENT

La facture définitive est établie et adressée au Client à l'issue de chaque prestation effectuée.

Les factures sont payables dans un délai de 30 jours, aucun escompte n'étant accordé pour un paiement anticipé. Toute mise en place d'un processus de facturation spécifique par échange de données informatisées devra faire l'objet d'un accord préalable d'Apave.

Apave se réserve la possibilité de résilier de plein droit un contrat en cas de non-paiement de sa rémunération après l'envoi de la mise en demeure par lettre recommandée avec AR demeurée infructueuse.

Si le Client souhaite que le règlement soit émis par l'OPCO dont il dépend, il lui appartient de :

- faire une demande de prise en charge avant le début de la Formation,
- l'indiquer explicitement sur son bon de commande ou son bulletin d'inscription,
- s'assurer du paiement par l'organisme qu'il aura désigné.

Toutefois, Apave se réserve le droit de refuser les demandes de subrogation de paiement à un OPCO sans qu'il ne soit nécessaire d'en justifier le refus au Client.

Si l'OPCO ne prend en charge que partiellement le coût de la Formation, le complément de facture sera adressé au Client.

Si Apave n'a pas reçu la prise en charge de l'OPCO avant le début de la Formation (voir article 5), le Client sera facturé de l'intégralité du coût de la Formation.

En cas de non-paiement par l'OPCO, le Client restera redevable de l'intégralité du coût de la Formation et sera facturé du montant correspondant. Conformément

aux dispositions de l'article L441-10 du code de commerce, tout retard ou défaut de paiement donnera lieu, sans mise en demeure préalable, à une pénalité égale à trois fois le taux d'intérêt légal en vigueur, calculée sur le montant HT figurant sur la facture. Conformément aux dispositions de l'article D441-5 du code de commerce, Apave se réserve le droit d'exiger du Client le versement d'une indemnité forfaitaire d'un montant de 40€HT pour frais de recouvrement, sans aucune formalité préalable. Dans l'hypothèse où les frais de recouvrement engagés par Apave seraient supérieurs au montant de cette indemnité forfaitaire, Apave pourra demander au Client une indemnisation complémentaire sur justificatifs.

11 – RÉVISION DE PRIX

Sauf mention contraire dans les conditions particulières, dans le cas d'un contrat d'une durée supérieure à douze mois, les prix des Formations Intra seront révisés à la hausse à la date d'anniversaire du contrat, sans accord préalable, selon la formule de révision suivante :

P=PO(0.4SYN/SYNO + 0.6 ICHTrev TS/ICHTrev-TSO) dans laquelle :

P = prix actualisé,

PO = prix à la date du contrat,

SYN = dernier indice Syntec publié à la date de révision,

SYNO = indice Syntec à la date du contrat,

ICHTrev-TS = dernier indice du coût horaire du travail tous salariés publié à la date de révision,

ICHTrev-TSO = même indice à la date du contrat.

Pour les Formations Inter, les prix seront actualisés annuellement conformément au prix de notre catalogue formation disponible sur le site «apave-formation.com».

12 - NATURE ET CARACTÉRISTIQUES DE LA MISSION APAVE

L'action Apave s'inscrit dans le cadre de ses statuts et des textes législatifs et réglementaires en vigueur, notamment des dispositions complémentaires figurant dans les présentes conditions générales. Les documents échangés entre les Parties sont en langue française.

En l'absence de textes à caractère d'ordre public, cette action peut s'exercer dans le cadre des spécifications de ses Clients.

Sauf dispositions contraires, les prestations de formation sont dispensées en français. Le Client s'assure de la compréhension de la langue française par le Stagiaire et en assume la responsabilité.

Déroulement de l'Action de Formation :

L'Action de Formation s'exerce au travers d'apports théoriques effectués par le ou les intervenants choisis par Apave, lesquels peuvent être matérialisés dans des supports remis aux Stagiaires. Elle est également susceptible d'être dispensée au moyen d'exercices pratiques nécessitant la manipulation d'appareils, engins, machines ou autres. Les Stagiaires s'engagent à effectuer ces manipulations en respectant strictement les consignes qui leur sont données et en s'abstenant d'avoir un comportement de nature à engendrer des risques pour autrui, eux-mêmes et les biens. Les prérequis sont définis d'un commun accord, mais en règle générale le choix des Stagiaires aptes à suivre la Formation est de la responsabilité du Client. Dans le cas de référentiels particuliers, un dossier d'admission est adressé à Apave qui valide ou non les inscriptions en fonction des exigences du référentiel. L'identité des Stagiaires est garantie par leur employeur.

La vérification des connaissances ainsi acquises peut se traduire par une évaluation en fin de stage. Les modalités d'évaluation sont définies par Apave et, le cas échéant, par les autorités publiques et privées ayant défini les référentiels. Le succès aux épreuves prévues se traduit par la délivrance d'un certificat, d'une attestation et éventuellement d'un avis sur l'acquisition des connaissances par l'intéressé et le cas échéant, l'aptitude de celui-ci à effectuer les tâches et opérations constituant les objectifs de la Formation. Ces éléments mentionneront les objectifs, la nature et la durée de l'Action de Formation et les résultats de l'évaluation des acquis de la Formation et ce, conformément à l'article L.6313-7 du Code du travail. La réussite à la Formation nécessite l'implication forte des Stagiaires. Apave se réserve le droit d'exclure, sans remboursement de prix au Client, tout Stagiaire qui se rendrait coupable d'un manquement quelconque aux stipulations du présent article.

En fin de session, il sera demandé aux stagiaires d'évaluer la formation dispensée. Pour ce faire, ils rempliront un questionnaire sur formulaire papier, en ligne à l'aide de leur smartphone après avoir scanné un QR code ou en se rendant sur le site d'Apave.

13 - LIMITES DE MISSION - ASSURANCES

Dans les cas où l'Action de Formation est réalisée au sein de locaux mis à disposition par le Client, ce dernier s'engage à ce qu'ils soient en tous points conformes à la réglementation applicable.

Pour toute Action de Formation nécessitant la mise en oeuvre de matériels, appareils, équipements ou installations appartenant au Client ou dont il a la garde ou assure

l'exploitation, ce dernier s'engage à ce qu'ils soient en tous points conformes à la réglementation applicable. Apave ne peut, en aucun cas, être tenue responsable du fonctionnement et de l'exploitation des installations, appareils ou autres objets situés dans les locaux où la Formation est effectuée. Dans ces conditions, la responsabilité d'Apave ne peut être engagée, à quelque titre que ce soit, pour les dommages que pourraient subir ces installations, appareils ou objets ou pour les accidents et leurs conséquences dont ces installations, appareils ou objets seraient à l'origine, et notamment pour les pertes d'exploitation susceptibles d'en résulter. Pour l'exécution de ces Actions de Formations, Apave souscrit une obligation de moyen. La responsabilité financière totale cumulée d'Apave est strictement limitée à la réparation des dommages matériels directs subis par le Client, dans la limite du montant hors taxe de l'Action de formation. En tout état de cause, les dommages indirects/immatériels consécutifs/non consécutifs (notamment perte de profits, perte d'image) subis par le Client ou tout tiers sont expressément exclus. Apave ne peut être tenue responsable de quelque manière que ce soit, ni solidairement, ni in solidum, à raison des fautes commises par d'autres intervenants.

Au-delà des limites et exclusions prévues à l'alinéa précédent, le Client renonce à tout recours à l'encontre d'Apave et de ses assureurs et devra obtenir de ses propres assureurs les mêmes renoncements. Le Client indemnisera et tiendra quitte Apave et ses assureurs de tout recours s'il ne parvient pas à obtenir lesdites renoncements. Le processus de traitement des réclamations et des appels est décrit dans le Manuel Qualité Apave disponible sur le site www.apave.com

Apave contracte une assurance couvrant sa responsabilité civile professionnelle et les différents risques susceptibles d'engager sa responsabilité. Le Client, de son côté, doit se garantir contre les risques qu'il ferait encourir aux agents d'Apave et les accidents ou incidents dont la responsabilité lui incomberait. Le Client conserve la direction, l'usage, la garde et la responsabilité des biens laissés à demeure (ci-après les « Biens confiés »). Le Client s'engage à :

- assurer les Biens confiés par une assurance responsabilité civile en vigueur comportant une garantie spécifique au titre des dommages causés sur les biens confiés par Apave,
- en justifier par une attestation avec le niveau de garantie adéquat,
- et à maintenir cette assurance comportant cette garantie spécifique pendant toute la durée du contrat.

14 - SOUS-TRAITANCE

Apave s'autorise à faire intervenir tout sous-traitant de son choix, notamment mais non exclusivement une autre entité d'Apave, que ce soit pour des raisons de reconnaissance, de technicité, de disponibilité ou de lieu d'intervention. Dans ce cas, le Client accepte que Apave divulgue les informations nécessaires à l'exécution du contrat à son sous-traitant.

15 - PLAN DE PRÉVENTION

Conformément aux articles R.4512-6 du Code du travail, avant toute Action de Formation, le Client et Apave prendront les dispositions nécessaires à la prévention des risques liés à l'interférence entre les activités, les installations et les matériels des différentes organisations présentes sur un même lieu de travail. Le Client s'engage à prendre toutes dispositions nécessaires pour permettre le déroulement de l'Action de Formation dans le respect des règles d'hygiène et de sécurité et des règles sanitaires en vigueur et à assurer la coordination générale des mesures de prévention lorsque l'Action de Formation a lieu sur son site. En cas de risques résultant de l'interférence entre les activités, les installations et les matériels, le représentant d'Apave appliquera les mesures prévues par le plan de prévention arrêté, d'un commun accord, avant le début des Actions de Formation.

Afin de prévenir tout risque et de faciliter l'exécution de l'intervention, le Client doit désigner et détacher, auprès du représentant d'Apave, un agent qualifié chargé de transmettre toutes informations et directives concernant les prescriptions d'hygiène, de sécurité et de premiers secours. Cet agent qualifié est habilité par le Client à diriger les manœuvres éventuelles et en assurer le commandement. Pour certaines Actions de Formation, les Stagiaires ne pourront y participer que s'ils disposent des équipements de protections individuelles correspondants

16 - CONFIDENTIALITÉ

Toutes Informations non publiques échangées entre Apave et le client, notamment savoir-faire, croquis, photographies, plans, dessins, documentations, idées, concepts, rapports, manuels, secrets d'affaires et commerciaux, marques, logos, qu'elles soient écrites ou orales, sont confidentielles (« Informations confidentielles »).

Apave et le client garantissent que les Informations Confidentielles ne sont utilisées qu'aux fins de l'exécution de la prestation ou de ses conséquences. Les parties s'engagent :

- à les protéger et les garder strictement confidentielles,
- à ne pas les copier, ni les reproduire, ni les dupliquer, totalement ou partiellement,

- à ne les divulguer de manière interne qu'aux seuls membres de leur personnel ayant à en connaître en portant à leur connaissance leur caractère confidentiel et les obligations qui s'y rattachent.

A ce titre, le client veille à ce que les présentes obligations soient acceptées et appliquées par son personnel.

Par dérogation aux dispositions à ce qui précède, la Partie qui reçoit ou obtient une Information Confidentielle n'aura aucune obligation de confidentialité et ne sera soumise à aucune restriction eu égard à toutes Informations dont elle peut apporter la preuve :

- qu'elles sont déjà connues du public préalablement à leur communication par l'autre Partie ou après celle-ci, et ce en l'absence de toute faute de la Partie qui a reçu ou obtenu l'Information Confidentielle ; ou
- qu'elles ont été reçues d'un tiers de manière licite, sans restriction, ni violation d'une obligation de confidentialité ; ou
- qu'elles ont été développées indépendamment ou acquises par la partie réceptrice sans utilisation de ou sans référence à l'Information Confidentielle reçue de la partie divulgateur ; ou
- qu'elles sont tombées dans le domaine public ; ou
- que la divulgation ou l'utilisation autre que celle autorisée par les présentes, a été permise par écrit par la Partie qui a divulgué ou a laissé divulguer cette Information ; ou
- que la divulgation ou l'utilisation résulte d'une obligation en vertu de la loi ou des réglementations applicables, des exigences d'accréditation ou de tout jugement obligatoire, ordonnance ou exigence d'un tribunal ou d'une autre autorité compétente.

Apave assure la confidentialité des informations relatives aux objets, aux installations inspectées, aux documents communiqués ou aux entreprises concernées. Aucune information n'est rendue publique, sauf dans le cadre d'obligations légales.

Aucun document, en ce compris les rapports, concernant la prestation exécutée ne peut être diffusé à des tiers, sans autorisation écrite et préalable d'Apave, en dehors des obligations administratives, légales, réglementaires ou de toute réquisition de la part des autorités administratives, judiciaires ou d'un organisme d'accréditation. Les données d'Apave désignent, sans s'y limiter, les Livrables et résultats émis par elle en dehors des données à caractère personnel et des données relatives à la stricte identification du client et de ses équipements. Lorsque le client fait usage de plateformes tierces, il s'engage à ce que les données d'Apave ne soient pas utilisées par la plateforme tierce, sauf à des fins de maintenance ou d'archivage de ladite plateforme.

Sauf opposition expresse du client, celui-ci :

- accepte de figurer sur les listes de références d'Apave qui s'oblige alors à respecter l'image de marque et la politique de communication du client ;
- autorise par défaut Apave à communiquer les avis qu'elle émet à tout intervenant à l'acte de construire.

Les Informations non publiques restent confidentielles après la fin de l'exécution ou la résiliation du contrat. Tout enregistrement audio ou vidéo de réunions ou de la prestation par le client est interdit.

Le client autorise Apave à utiliser les informations à des fins de formations internes, des fins de statistiques pour l'amélioration continue des prestations.

17 - PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

Conformément aux dispositions du Code de la propriété intellectuelle, Apave est titulaire des droits de propriété intellectuelle qui porteront sur les prestations effectuées dans le cadre du contrat, ainsi que sur tous supports, courriers, courriels, base de données, écrits, matériaux et toute autre document élaboré par Apave dans l'exécution de ses prestations, quel que soit le support utilisé.

Si des outils ou des méthodes sont utilisés à l'occasion des prestations par Apave, faisant l'objet ou non d'une protection spécifique (en ce compris, sans que cela soit limitatif, un droit d'auteur, un brevet ou une marque), ils resteront la propriété exclusive d'Apave.

Les supports de formation remis au(x) Stagiaire(s) intègrent les méthodes pédagogiques spécifiquement développées par Apave. Le contenu de ces supports et les données intégrées restent la propriété d'Apave. Les données d'Apave désignent, sans s'y limiter, les livrables et résultats émis par ce dernier en dehors des données à caractère personnel et des données relatives à la stricte identification du client. Les données contenues dans les livrables sont à l'usage exclusif du Client dans les conditions fixées au contrat.

Apave demeure ainsi propriétaire de ses méthodes et savoir-faire, mais également propriétaire des codes source, des inventions nés à l'occasion du présent contrat ou au cours de l'exécution de la prestation.

Apave concède au client, qui l'accepte, dans les conditions et limites stipulées dans le présent contrat, un droit non exclusif et non transférable d'utilisation des Livrables pour les seuls besoins du client dans le monde entier et pour toute la

durée légale de protection des droits de propriété intellectuelle, à l'exception de toute commercialisation ou de toute mise sur le marché, à titre onéreux ou gratuit. Sans préjudice des dispositions du présent article, pour toute demande d'exploitation des Livrables à d'autres fins, le client doit obtenir l'accord écrit d'Apave.

Le client s'engage à ce que les données d'Apave ne soient pas utilisées par un tiers au contrat, sauf à des fins de maintenance ou d'archivage.

Le prix de la présente concession est compris de manière forfaitaire et définitive dans le prix de la prestation.

Toute utilisation de l'une des marques du Groupe Apave est interdite sans l'accord écrit, préalable et exprès d'Apave ; son éventuel refus n'a pas à être motivé.

Tout enregistrement audio ou vidéo de réunion ou de la prestation par le Client et/ou ses Stagiaires est interdit.

Apave n'accorde pas au client des droits de propriété intellectuelle sur la marque Cofrac ou tout autre organisme de tutelle.

18 - DONNÉES À CARACTÈRE PERSONNEL

Apave s'engage à respecter la réglementation en vigueur applicable aux traitements de données à caractère personnel, en particulier la loi n°78-17 du 6 janvier 1978 modifiée et le Règlement (UE) 2016/679 du Parlement européen et du Conseil du 27 avril 2016. Les Données à Caractère Personnel (DCP) que l'entreprise ou la personne fournit dans les bons de commandes, dans les conventions, et tout au long de la prestation avec Apave, agissant en qualité de responsable de traitement, font l'objet de traitements qui permettent : d'assurer l'exécution et la gestion de la formation (suivi du contrat, traitement du dossier de candidature ; conservation des feuilles d'émargement) ; de réaliser l'évaluation sur place ou à distance ; de réaliser un bilan de la formation ; de délivrer un titre, une attestation ou une habilitation ; d'assurer le suivi des renouvellements. Ces différents traitements sont effectués pour répondre à des obligations contractuelles, des obligations en tant qu'organisme de formation et dans les intérêts légitimes d'Apave. Les catégories de DCP traitées sont les suivantes : identification ; coordonnées et informations professionnelles et personnelles ; données de connexion ; données relatives à la formation suivie ; données financières liées à la facturation ; données concernant des aptitudes physiques et des compétences techniques. Elles sont conservées pendant la durée légale applicable et/ou nécessaire et sont destinées aux personnels dûment habilités à les exploiter du métier de la formation. Apave fera tout son possible pour assurer la sécurité des informations et données personnelles collectées, notamment par la mise en place de mesures destinées à empêcher tout risque d'accès non autorisé à ces données. Aucun transfert de données à caractère personnel en dehors de l'Union Européenne n'est effectué. La personne concernée peut exercer ses droits d'accès aux DCP, à la rectification ou l'effacement de celles-ci, à la limitation du traitement, à s'opposer au traitement et à la portabilité des DCP en contactant le Délégué à la Protection des Données à l'adresse mail dpo@apave.com ou par courrier à Apave à l'attention du Délégué à la Protection des Données 6 Rue du Général Audran 92412 COURBEVOIE Cedex. Une réclamation auprès d'une Autorité de contrôle de la Protection des Données, en France la CNIL peut également être déposée.

19 – CESSION

Apave est autorisée à céder le contrat à toutes sociétés entretenant des liens capitalistiques ou de contrôle, directs ou indirects avec elle, tels que définis aux articles L233-1 et suivants du code de commerce. La cession fera l'objet d'une information au Client par tous moyens à la convenance d'Apave dans les meilleurs délais.

20 - ETHIQUE ET RESPONSABILITÉ SOCIÉTALE ET ENVIRONNEMENTALE (RSE)

Apave s'engage dans une démarche éthique définie dans ses Codes et documents de référence consultables sur son site internet <https://www.apave.com/fr-FR/Actualites/Publications/Chartes-ethiques> ; Le Client reconnaît avoir pris connaissance de ces documents et y adhérer.

La stratégie RSE d'Apave est consultable sur son site internet : <https://www.apave.com/fr-FR/Le-Groupe/Notre-engagement-RSE> . Le Client reconnaît en avoir pris connaissance.

21 - DUPLICATA DES DOCUMENTS ÉMIS APRÈS LA FORMATION

Sur demande écrite du Client, Apave peut délivrer un duplicata des attestations et avis émis après l'Action de Formation, pendant une période maximale de 3 (trois) ans après celle-ci. La délivrance de duplicata des attestations et avis fera l'objet d'une facturation pour un montant forfaitaire de 50 € HT.

22 - NON-SOLLICITATION DU PERSONNEL

Pendant toute la durée de l'action de formation, et pendant une durée de 12 (douze) mois suivant la cessation de celle-ci, qu'elle qu'en soit la cause, le Client s'engage à ne faire aucune offre d'emploi, service, consulting, etc. à l'un des membres du personnel d'Apave ayant participé à la réalisation des prestations, sauf accord

écrit de celui-ci. En cas de non respect de cet engagement par le Client, il versera à Apave à titre d'indemnité l'équivalent de deux ans du salaire brut du personnel concerné.

23 – DURÉE - RÉSILIATION

Le contrat est conclu pour la durée stipulée dans les conditions particulières. En cas de manquement par l'une des parties à ses obligations, l'autre partie pourra résilier le contrat après mise en demeure de 30 jours pour s'exécuter restée infructueuse.

Quel que soit le motif de la résiliation, celle-ci prendra effet de plein droit, sans formalités judiciaires, sans préjudice de tous dommages et intérêts auxquels la partie ayant résilié le contrat pourrait prétendre du fait de ce manquement. Le client sera tenu de régler le montant des honoraires dus à Apave pour les prestations exécutées jusqu'à la date d'effet de la résiliation.

24 – DROIT APPLICABLE – LITIGE

Les présentes conditions générales sont soumises au droit français. Les Parties conviennent que tout litige susceptible de naître en raison de l'interprétation ou de l'exécution du présent contrat fera l'objet d'une procédure amiable préalable.

En cas d'application du code de la consommation, le litige sera préalablement soumis à un médiateur de la consommation en vue d'une résolution amiable du litige qui l'oppose à un professionnel. A cet effet, Apave garantit au Client le recours effectif et gratuit à un dispositif de médiation de la consommation en s'adressant à l'ANM Conso 2, rue de Colmar 94300 Vincennes, mail : contact@anm-conso.com. Le Client est néanmoins informé que le litige ne pourra être examiné par le médiateur de la consommation que s'il est en mesure de justifier avoir tenté au préalable de résoudre son litige directement auprès d'Apave par une réclamation écrite adressée par lettre recommandée avec accusé de réception, et que cette réclamation n'ait pas aboutie ou soit restée sans réponse dans un délai de deux (2) mois.

En cas d'échec, le litige sera soumis à la compétence exclusive des juridictions du ressort de l'entité Apave ayant réalisé les prestations.

Édition septembre 2024.

INSCRIPTIONS

SOPEMEA

86, rue de la Liberté - 38180 Seyssins

Tél. : +33 (0)4 76 49 76 76

Contact : mail@aemc.fr

**Bulletin d'inscription téléchargeable
sur sopemea.apave.com**