

ÉDITION 2020



# LES FORMATIONS CETIM ACADEMY

pour des compétences augmentées





### Formations Cetim Academy : se former au présent et au futur

L'industrie du futur – ou quelle que soit son appellation – s'installe dans les paysages sociétal et industriel et personne ne peut nier les bouleversements à venir.

Mais ce futur de l'industrie, seules les entreprises peuvent l'inventer. Et la montée en compétences des salariés de l'industrie et la formation des prochaines générations aux nouveaux métiers constituent une des premières conditions de cette capacité à se réinventer.

Sur le plan technologique par exemple, les changements en cours (déploiement de la robotique, de la fabrication additive, de la cybersécurité, etc.) et à venir (Internet des objets, réalité augmentée, Data sciences, etc.) entraînent des besoins de formations inédits à tous les niveaux de l'entreprise...

Pour accompagner ce mouvement de fond, le Cetim renouvelle son offre de formations et déploie son expertise sous la marque : « Cetim Academy ». Une mutation en profondeur pour faire face à de nouveaux besoins sur les plans national et international.

Le Cetim profite ainsi de l'élargissement de son périmètre pour décliner sa nouvelle offre de formations. Revue et étoffée, elle intègre des cursus dédiés à des publics différenciés et une inscription forte dans les technologies de rupture et un accompagnement plus poussé *via* des parcours de validation des compétences.

Plus qu'un simple changement de nom, les formations Cetim Academy se déploient à l'international avec un usage plus marqué de l'anglais, une accessibilité 24 h/24 h grâce à la dissémination de l'e-learning, en présentiel en France et dans ses filiales au Maroc et à Singapour avec un accompagnement d'experts formateurs affranchis à l'expérience de terrain.

La mission du Cetim est de participer au succès des entreprises dans tous les domaines qui les concernent et sur toutes les exigences auxquelles elles sont confrontées.

Qu'ils s'agissent de normes, de réglementations, de sécurité, de management de projet, voire de stratégie à mettre en place,... les formations Cetim Academy sont conçues pour mieux coller aux demandes spécifiques des entreprises et accompagner davantage les personnels formés dans la mise en œuvre de leurs nouvelles pratiques sur le terrain.



**Jean-Christophe Augé**  
*Responsable de l'activité Formation*



# sommaire

Pourquoi choisir les formations Cetim Academy ? .....	7
Cetim Academy : en France et à l'international .....	8
Cetim Academy : les filières .....	10
■ Industrie du futur .....	12
■ Management .....	32
■ Matériaux et surfaces .....	38
■ Conception .....	66
■ Production .....	124
■ Contrôle – Mesure – Essais .....	158
■ Maintenance .....	192
■ QHSE .....	202
■ Logiciels .....	214
Cetim Academy : les formations qualifiantes ou certifiantes .....	221
■ Le chemin vers la certification Cofrend secteur CIFM .....	222
■ Mesure tridimensionnelle : Coffmet .....	224
■ Analyse vibratoire : Mobius .....	225
■ Certificats de qualification paritaire de la métallurgie : CQPM .....	226
Cetim Academy : les parcours de spécialisation .....	233
■ Parcours RDM .....	234
■ Parcours sécurité des machines .....	234
■ Parcours coordonnateur soudage .....	235
■ Parcours mesures dimensionnelles : contrôle des spécifications dimensionnelles et géométriques .....	236
■ Parcours états de surface : analyse et contrôle des différents critères .....	237
■ Parcours efficacité énergétique .....	238
Cetim Academy : les sites de formation .....	240
Cetim Academy : nos partenaires .....	241
Index .....	242



# 1<sup>er</sup> réseau de développement technologique français

## La force d'un groupe, la réactivité d'une entreprise

L'activité formation des centres techniques industriels représente :

- 25 000 stagiaires
- 655 000 heures de formation
- 500 collaborateurs engagés dans des actions de formation
- Une offre couvrant 27 secteurs industriels

Des experts métiers possédant une double compétence technique et pédagogique :

- Des formateurs consultants en lien permanent avec les entreprises et ayant une parfaite connaissance des problématiques de leur secteur
- Des formations pratiques s'appuyant sur des plates-formes technologiques et des laboratoires d'essais
- Des contenus de formations s'appuyant sur la recherche, le développement et l'innovation
- Une ingénierie pédagogique mettant l'accent sur l'évaluation des compétences acquises
- Un réseau de proximité accueillant des stagiaires sur toute la France

**Les centres de formation du réseau sont signataires d'une charte d'engagements pour partager et enrichir leurs pratiques**



# Pourquoi choisir les formations Cetim Academy ?

## Avec Cetim Academy, formez-vous au présent et au futur !

L'Industrie 4.0 entraîne des mutations profondes à tous les niveaux de l'entreprise. L'identification des talents, la digitalisation du knowledge management et l'accompagnement de l'ensemble des collaborateurs sont, plus que jamais, devenus les facteurs clés d'une transformation réussie.

Grâce à ses experts métiers et son réseau de partenaires, le Cetim est votre interlocuteur unique pour développer et valoriser la richesse humaine de votre entreprise. Déployée en France et à l'international avec deux centres de formation au Maroc et en Asie, son offre Cetim Academy a été pensée pour répondre aux besoins de formation de l'ensemble de vos collaborateurs face aux évolutions managériales, technologiques, numériques en cours et à venir :

- Savoir-faire éprouvé en Ingénierie des compétences et des connaissances
- Méthodes pédagogiques innovantes favorisant la pratique
- Formations qualifiantes ou certifiantes, parcours de validation des compétences avec tutorat
- En français et en anglais, en phase avec l'internationalisation de votre entreprise

## Les formations Cetim Academy ce sont ...

**+ 400**  
formations / an

**450**  
formateurs experts

**+ 7 000**  
stagiaires / an

**+ 150 000**  
heures stagiaires / an

chiffre d'affaires 2018

**8M€**

# Cetim Academy | En France et à l'international



## Formations sur catalogue

Plus de 400 formations métiers permettent aux opérateurs, techniciens, ingénieurs, dirigeants ou responsables d'activités fonctionnelles d'approfondir leurs connaissances pour répondre aux évolutions managériales, technologiques et numériques en cours et à venir de l'industrie.

Les formations inter-entreprises permettent un enrichissement supplémentaire du fait des partages d'expériences des participants provenant d'entreprises et de secteurs différents.

Si toutefois plusieurs de vos collaborateurs devaient suivre la même formation catalogue, une session pourrait être organisée dans votre entreprise et même être personnalisée à votre environnement et contexte.



## Formations sur mesure/intra

Vous ne trouvez pas LA formation souhaitée dans notre catalogue ? Consultez-nous !

Ensemble, nous concevons le stage qui vous convient. Nos spécialistes vous aident à formaliser votre besoin, définir les objectifs et les critères d'évaluation de la formation, les méthodes pédagogiques les plus appropriées, voire même la mise en place d'un système spécifique. Le contenu est alors adapté en termes de programme et durée, de date et lieu selon votre choix et le budget est optimisé (seul le formateur se déplace). C'est l'assurance d'un retour sur investissement rapide et l'occasion de créer une dynamique de groupe.

Si le savoir à transmettre sous forme de formation se trouve chez vous, nous pouvons également capitaliser ce savoir, le retranscrire sous forme de formation et assurer le transfert vers vos propres formateurs.



## Formations digitales

Peu importe l'heure, le jour ou l'endroit, formez-vous à votre rythme grâce aux différents programmes proposés en e-learning ou blended learning pour enrichir le présentiel par du digital : approche pas à pas, livret de formation, aide technique en ligne...

Vous êtes accompagnés tout au long de votre formation par un expert formateur qui anime également la plateforme on-line. En post formation, il vous accompagne dans la confirmation et la validation des compétences acquises.

Parmi les thématiques proposées : sécurité des machines, éco-conception, assemblage, RDM/simulation, fabrication additive...





## Formations qualifiantes ou certifiantes

Nous proposons des formations permettant de se préparer au passage des examens de certification Cofrend CIFM dans le domaine du contrôle non destructif, d'obtenir le certificat Coffmet reconnu par l'État dans le domaine de la mesure tridimensionnelle ou la certification Mobius en analyse des vibrations. Un ensemble de 10 modules « soudage » permet de se préparer à l'habilitation de coordonnateur soudage.

Cette année, l'offre Cetim Academy s'enrichit des CQPM (Certificats de Qualification Paritaire de la Métallurgie) du site de Cluses (ex. Cetim-Ctdec). Ces certificats sont reconnus et pilotés par la branche professionnelle de la métallurgie et s'appuient sur des référentiels de capacités professionnelles.



## Parcours de spécialisation

RDM, sécurité des machines, état de surfaces, efficacité énergétique... Les parcours Cetim Academy permettent d'acquérir des compétences préalablement définies en participant à un ensemble cohérent de formations successives. Une évaluation pré-formative permet de s'assurer du niveau initial du stagiaire qui peut ainsi intégrer le parcours au niveau de compétence qui lui correspond. Une évaluation post-formative valide les acquis de la formation suivie et donne lieu à la remise d'une attestation de réussite.

Le stagiaire est accompagné tout au long du parcours par un expert métier.



## Formations à l'international

Les formations Cetim Academy s'étendent à l'international avec deux nouveaux sites au Maroc et à Singapour !

### Au Maroc

Portée par une activité industrielle en forte croissance, la formation des personnels est une priorité. Afin de répondre à ce besoin, le Cetim Maroc propose une trentaine de formations accessible depuis son site de Casablanca. Une offre régulièrement mise à jour et accessible sur le site internet du Cetim.



### À Singapour

Matcor, filiale du Cetim, propose une série de formations depuis son site de Singapour pour répondre aux enjeux clés des industries oil & gas, aéronautique et énergie : analyse de défaillance, technologies 4.0, process de production, matériaux et métallurgie. Retrouvez toutes les formations Cetim Academy à Singapour sur le site Matcor.



# Cetim Academy | Les filières

## Industrie du futur



Transformation technologique .....	14
Transformation numérique .....	22
Excellence opérationnelle, lean management .....	28
Éco-conception .....	29
Efficacité énergétique ..	30

## Management



Performance managériale .....	34
Formations formateurs ..	35
Knowledge management .....	35
Mode projet .....	36

## Matériaux et surfaces



Matériaux métalliques ..	40
Matériaux non métalliques .....	46
Traitement thermique ..	51
Ingénierie des surfaces ..	52
Comportement des matériaux .....	58
Choix des matériaux et traitements .....	61

## Conception



Des outils pour innover ..	68
Les fondamentaux .....	71
Cotation ISO .....	73
Éco-conception .....	75
Réglementation, codes, normes applicables .....	76
Sécurité des machines ..	77
Équipements sous pression .....	79
Dimensionnement .....	85
Calcul .....	88
Conception des assemblages .....	98
Choix des procédés de fabrication .....	101
Choix des procédés d'assemblage .....	104
Choix des procédés de contrôle .....	106
Choix des technologies ..	108
Fiabilité .....	116
Mécatronique .....	118

## Production



Organisation / performance .....	126
Procédés de production .....	131
Programmation CN .....	141
Robotisation .....	144
Procédés d'assemblage .....	145
Procédés de contrôle .....	150
Essais .....	155
Exploitation des machines .....	156

## Contrôle Mesure - Essais



Cotation ISO .....	160
Procédés de contrôle .....	161
Lecture de plans .....	165
Mesures dimensionnelles .....	167
Mesures des états de surface .....	169
Mesures tridimensionnelles .....	171
Mesures physiques .....	173
Contrôle en production .....	176
Contrôles non destructifs .....	177

## Maintenance



Les fondamentaux .....	194
Alignement machines tournantes .....	194
Pompes .....	195
Machines-outils .....	195
Soudage .....	196
Analyse de défaillances .....	196
Vibration .....	199

## QHSE



Hygiène et sécurité .....	204
Normes .....	206
Audit .....	208
Obligations réglementaires .....	209
Efficacité énergétique .....	212

## Logiciels



Chaudronnerie .....	216
Chiffrage des temps et des coûts .....	216
Conception mécanique .....	216
Métrologie .....	217
Simulation mécanique .....	217
Simulation des procédés .....	218
Tuyauterie .....	218






## Industrie du futur

---

La transition vers l'industrie du futur est un défi majeur pour les entreprises. Il faut concevoir vite et envisager de nouveaux procédés, fabriquer plus rapidement, plus proprement, des produits personnalisés pour satisfaire ses clients dans un univers connecté. La réussite de cette transition passe par la formation des hommes et le développement de leur motivation. Dans ce cadre, les formations Cetim Academy proposent de nombreux stages assurant la montée en compétences des salariés autour des technologies 4.0 (numériques et physiques) et des enjeux environnementaux, sociétaux et managériaux à venir. De nouveaux programmes viennent enrichir régulièrement notre catalogue; consultez notre site internet pour accéder aux dernières mises à jour.

---

-  Réalisable en Anglais
-  Formation digitale
-  Éligible au CPF





# Industrie du futur



<b>Transformation technologique</b> .....	14
Fabrication additive .....	14
Usinage .....	16
Robotisation .....	16
Assemblage .....	17
Matériaux .....	17
CND Innovants .....	19
Contrôle – Mesure .....	22
<b>Transformation numérique</b> .....	22
IIoT, les fondamentaux .....	22
IIoT, stratégies de mesure .....	24
IIoT, collecte et stockage des données ..	25
IIoT, exploitation de la donnée .....	25
<b>Excellence opérationnelle, lean management</b> .....	28
Flux .....	28
Qualité .....	28
Opérationnel .....	29
<b>Eco-conception</b> .....	29
<b>Efficacité énergétique</b> .....	30

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
FABRICATION ADDITIVE

## Fabrication additive : comment l'intégrer dans votre production ?

Intégrer un procédé de fabrication additive dans son processus de production : appréhender et valider son choix, évaluer l'impact économique et organisationnel, choisir entre sous-traiter ou s'équiper

FA11  7 h

### Extrait du programme

- Rappel sur la fabrication additive
- Intégrer la fabrication additive
- Évaluer les données économiques

### Objectifs pédagogiques

- Établir le business plan du projet et en valider la pertinence économique
- Choisir entre sous-traitance et production en interne
- Lister les éléments clés à prendre en compte
- Évaluer l'impact sur l'organisation en place
- Définir les étapes du projet d'intégration

### Personnel concerné

Directeur général, directeur industriel, responsable opérationnel. Personnes concernées par l'intégration de la fabrication additive dans le processus de production de leur entreprise

### Pré-requis

Aucun

EN

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
FABRICATION ADDITIVE

## Procédés de fabrication additive pour les applications polymères et métal

Se repérer dans les technologies de fabrication additive pour intégrer les bénéfices de ces innovations : réduction du temps d'étude, complexité des formes, validation rapide des nouveaux produits...

FA01  7 h

### Extrait du programme

- Généralités, historique et marché
- Procédés d'obtention de pièces polymères
- Procédés d'obtention de pièces métalliques
- Coûts en FA métal
- Normalisation

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les différents procédés de fabrication additive pour applications polymères ou métal, parfois regroupés derrière le terme « impression 3D »
- Différencier leur intérêt technico-économique pour extraire leur champ d'application
- Cerner l'applicabilité de la fabrication additive en se posant les bonnes questions de faisabilité

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes et recherche et développement, acheteurs

### Pré-requis

Aucun

EN

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
FABRICATION ADDITIVE

## Fabrication additive : procédés métal, céramiques et polymères

Se repérer dans les technologies de fabrication additive pour intégrer les bénéfices de ces innovations

FA02  14 h

### Extrait du programme

- Généralités, historique et marché
- Procédés d'obtention de pièces polymères
- Procédés d'obtention de pièces métalliques
- Procédés d'obtention de pièces céramiques
- Démonstration de la préparation (numérique) d'une fabrication LBM
- Démonstration du lancement et du déballage d'une fabrication LBM
- Normalisation
- Fournisseurs machines FA Métal

### Objectifs pédagogiques

- Différencier l'intérêt technico-économique des différents procédés de fabrication additive pour extraire leur champ d'application
- Choisir la technologie la plus pertinente aujourd'hui et demain
- Identifier les acteurs du marché, qu'ils soient prestataires, fournisseurs de machines, matériaux ou logiciels

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes et recherche et développement, acheteurs

### Pré-requis

Aucun

EN

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
FABRICATION ADDITIVE

## Démarche de conception pour la fabrication additive métal

Identifier l'intérêt de la fabrication additive dès le besoin et intégrer une démarche de conception de produit sur les technologies de fabrication additive métal : notamment fusion laser et fusion par faisceau d'électrons. Application sur cas concrets...

**FA03**  14 h

### Extrait du programme

- Présentation de la Fabrication Additive (FA) métal, historique et marché
- Positionnement de la conception
- Démarche de choix appliquée à la fabrication additive métal
- Règles de conception pour la fabrication additive métal
- Études de cas
- Diversité de la FA métal
- Évolutions et perspectives

### Objectifs pédagogiques

- Identifier la pertinence de la fabrication additive dès le cahier des charges du produit
- Intégrer une démarche de conception pour la fabrication additive métal
- Concevoir des pièces pour une fabrication additive métal

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthodes et recherche et développement

### Pré-requis

Avoir des connaissances en fabrication additive

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
FABRICATION ADDITIVE

## Fabrication additive métal : focus sur la métallurgie en fusion laser LBM

Approfondir sa connaissance de la fabrication additive métal, en particulier de la fusion par faisceau laser (LBM) en abordant les aspects métallurgiques de ces procédés, pour garantir de bonnes conditions de mise en œuvre et une qualité finale de composants et pour mettre en place les moyens de contrôle adaptés

**FA04**  14 h

### Extrait du programme

- Rappel
- Poudres dédiées fabrication additive
- Procédé LBM
- Visite d'un atelier de fabrication additive métal

### Objectifs pédagogiques

- Reconnaître les caractéristiques spécifiques d'une poudre dédiée à une mise en œuvre par fabrication additive
- Expliquer les paramètres influents des procédés de fabrication additive
- Catégoriser les défauts métallurgiques d'une poudre et d'un matériau issu de fabrication additive

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes et recherche et développement, section matériaux

### Pré-requis

Avoir suivi la formation de découverte de la fabrication additive FA01 ou FA02 ou justifier de travaux dans le domaine

**EN**

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
FABRICATION ADDITIVE

## Fabrication additive : quels post-traitements mettre en œuvre ?

Savoir identifier et définir les opérations de dépoufrage, nettoyage et parachèvement pour les produits issus de la fabrication additive (fusion laser – LBM)

**FA06**  14 h

### Extrait du programme

- Propreté
- Dépoufrage
- Nettoyage
- Parachèvement

### Objectifs pédagogiques

- Reconnaître les opérations obligatoires de post-fabrication : dépoufrage, nettoyage et parachèvement
- Désigner les moyens associés selon le design de la pièce
- Identifier les différentes opérations successives de post-fabrication

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des bureaux d'études et des méthodes

### Pré-requis

Aucun

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
FABRICATION ADDITIVE

## Maîtriser le contrôle des pièces réalisées en fabrication additive métallique

Savoir définir les essais de caractérisation pour contrôler les pièces issues de fabrication additive métallique (fusion laser – LBM)

**FA05**  14 h

### Extrait du programme

- Panel de caractérisation (descriptif des techniques et des résultats attendus)
- Les facteurs d'influence
- Définition d'un CDC
- Aspect normatif

### Objectifs pédagogiques

- Spécifier les techniques de caractérisations adaptées aux matières premières (poudres) et aux pièces issues de fabrication additive métallique
- Choisir les caractérisations pour contrôler les spécifications dimensionnelles, la macro-géométrie et assurer une tenue en service
- Définir les essais à réaliser et les éprouvettes à utiliser

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des bureaux d'études et des méthodes, responsables de fabrication

### Pré-requis

Avoir une bonne connaissance de la fabrication additive métallique, et des connaissances de base en métallurgie

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
USINAGE

## Usinage du futur : méthodes d'optimisation de l'usinage et du décolletage

Découvrir les méthodes d'optimisation des opérations d'usinage et de décolletage

**263**  7 h

### Extrait du programme

- Principaux axes de développement « usinage du futur »
- Chaînes numériques en usinage
- Optimisation de la coupe par la méthode globale et la méthode couple outil-matière, les matériaux de coupe, le cas des matières difficiles, les techniques de préparation d'arête : pourquoi et comment
- L'optimisation du réglage et l'évolution vers les procédés auto-adaptatifs
- Déjeuner en commun, échanges
- Pratique par groupe sur 2 ateliers

### Objectifs pédagogiques

- Découvrir les méthodes d'optimisation des opérations d'usinage et décolletage

### Personnel concerné

Régleurs, techniciens atelier & méthodes, ingénieurs, techniciens qualité & amélioration continue

### Pré-requis

Aucun

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
ROBOTISATION

## Robotiser sans se tromper : les clés d'une démarche structurée

Comprendre les types et les enjeux d'une robotisation et l'intégrer efficacement dans votre environnement

**ROB01**  7 h

### Extrait du programme

- Introduction sur le panorama robotique actuel
- Présentation des solutions robotiques industrielles
- Clés pour décider de robotiser
- Démarche structurée d'intégration
- Outils de faisabilité robotiques
- Un exemple d'intégration en PME-PMI servira de fil conducteur

### Objectifs pédagogiques

- Avoir une vision pertinente de la robotique actuelle (combattre les clichés et idées reçues)
- Connaître les différents types de solutions robotiques existantes et leurs environnements
- Disposer des éléments clés nécessaires pour décrire la solution robotique la mieux adaptée à son besoin
- Identifier les étapes à mener pour réussir l'intégration de la robotique dans l'entreprise
- Être sensibilisé à une approche innovante du retour sur investissement

### Personnel concerné

Chefs d'entreprise (en particulier PME-PMI), directeurs de production, chefs de projet robotique, responsables méthodes et/ou industrialisation et toute personne ayant à définir ou à piloter un projet d'intégration de la robotique

### Pré-requis

Aucun



TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
ROBOTISATION

## Opérateur sur robot Stäubli TX2/CS9

Permettre à un technicien en usinage chargé d'utiliser le robot dans une ligne de production, de le démarrer, de l'arrêter, de redémarrer l'exécution d'un programme, de maîtriser manuellement le bras et de reprendre des points si nécessaire

262  14 h

### Extrait du programme

- Introduction à la robotique 6 axes
- Consignes de sécurité
- Utilisation du boîtier manuel
- Navigation dans les menus
- Modes de marche
- Changement des outils
- Instructions de mouvements
- Reprise de points
- Entrées/sorties digitales

### Objectifs pédagogiques

- Permettre à un technicien en usinage chargé d'utiliser le robot dans une ligne de production, de le démarrer, de l'arrêter, de redémarrer l'exécution d'un programme, de maîtriser manuellement le bras et de reprendre des points si nécessaire

### Personnel concerné

Techniciens en usinage, régleurs, opérateurs, conducteurs de ligne

### Pré-requis

Aucun

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
ASSEMBLAGE

## Soudage laser

Mesurer les forces et faiblesses de cette technologie et faire les bons choix pour la conception des assemblages et de l'industrialisation des procédés

T56  21 h

### Extrait du programme

- Technologie du soudage laser
- Conception des assemblages
- Introduction au dimensionnement en statique et en fatigue
- Mise en œuvre du soudage
- Applications industrielles
- Soudabilité métallurgique
- Défauts d'exécution des soudures
- Contrôle des soudures

### Objectifs pédagogiques

- Identifier l'apport et les contraintes de la technologie laser par rapport aux autres procédés de soudage
- Concevoir les assemblages et anticiper les effets métallurgiques en tenant compte des exigences liées à la mise en œuvre du procédé et au comportement en service des soudures
- Choisir une technologie, et les moyens associés, en intégrant les principales données à prendre en compte lors de l'industrialisation du procédé
- Mettre au point les paramètres opératoires de soudage
- Identifier les défauts de soudage et les remèdes à apporter

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes, industrialisation, qualité

### Pré-requis

Connaissances générales en soudage

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
MATÉRIAUX / FONCTIONNALISATION DE SURFACE

## Tribologie : frottement, usure et lubrification des organes mécaniques

Maîtriser les concepts de la tribologie pour optimiser la conception et l'entretien de ses organes mécaniques soumis au frottement et à l'usure

M12  21 h

### Extrait du programme

- Notions de tribologie
- Méthodes et critères de choix des matériaux en tribologie
- Lubrification
- Analyse de défaillances par usure

### Objectifs pédagogiques

- Expliquer les notions de base de la tribologie (système tribologique, coefficient de frottement, lubrification, usure, 3<sup>e</sup> corps, etc.)
- Identifier les différents modes d'endommagement par l'usure
- Identifier les facteurs d'influence d'un système tribologique
- Sélectionner des matériaux, traitements et/ou revêtements pertinents pour répondre à des problématiques de frottement ou d'usure

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études ou des services maintenance et entretien

### Pré-requis

Posséder des acquis en mécanique et des notions de métallurgie

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
MATÉRIAUX / COMPOSITES

## Matières recyclables/ biosourcées pour plastiques, composites

Découvrir le potentiel des composites et plastiques biosourcés ou recyclables

**M86**  14 h

### Extrait du programme

- Présentation des matériaux
- Enjeux environnementaux

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les applications liées aux plastiques et composites recyclés ou biosourcés
- Apprécier la recyclabilité des différents plastiques et composites existant sur le marché (pétrosourcés et biosourcés)
- Apprécier les avantages et limites, techniques et économiques, de ces matériaux

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études

### Pré-requis

Avoir des connaissances de base sur les composites ou plastiques

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
MATÉRIAUX / COMPOSITES

## Conception, fabrication, contrôle des pièces en matériau composite

Concevoir et contrôler ses pièces en composite, en choisissant le matériau et le processus adaptés

**M68**  28 h

### Extrait du programme

- Matériaux et généralités
- Techniques de mise en œuvre
- Démarche de conception, dimensionnement et calcul
- Contrôle et analyse de défaillances

### Objectifs pédagogiques

- Choisir une structure fibres résine et le procédé associé répondant à un cahier des charges
- Initier une démarche de conception d'une pièce en matériau composite et la pratiquer sur des cas simples
- Identifier les spécificités des matériaux composites tout au long de leur cycle de vie

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthodes


### Pré-requis

Stage accessible à toute personne ayant une formation générale de niveau bac

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
MATÉRIAUX / COMPOSITES

## Logiciel Cetim QSD®

Utiliser les fonctionnalités de Cetim QDS pour l'optimisation technico-économique de structures composites

**LOGS20**  7 h

### Extrait du programme

- Rappel théorique sur la modélisation des composites
- Formulation du problème d'optimisation pour QSD
- Exemple d'application

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les spécificités de la méthode d'optimisation mise en place par QSD
- Savoir formuler un problème d'optimisation pour QSD
- Savoir analyser les résultats pour ressortir des compromis technico-économiques (cas pratique)

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens en bureaux d'études pratiquant la conception et le dimensionnement de structures composites par la méthode des éléments finis

### Pré-requis

Utilisation de la suite HyperWorks (HyperMesh, Optistruct composites). Connaissances en modélisation éléments finis pour les composites et en optimisation

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
CND INNOVANTS

## Sensibilisation au contrôle par aéronef télépiloté

Découvrir le contrôle non destructif par drone

**DRONE1**  7 h

### Extrait du programme

- Définitions
- Réglementation française
- Types de drone
- Principaux capteurs embarqués
- Traitement des données
- Limites et perspectives du drone
- Choisir son prestataire, investir dans un aéronef télépiloté
- Présentation de quelques matériels (constructeurs Pilgrim Technology / Parrot)
- Certification Cofrend Visuel Indirect VT2
- Avenir du contrôle non destructif par drone
- Démonstration de vol en intérieur (sécurisé par filets) suivant disponibilité des locaux

### Objectifs pédagogiques

- Lister les limites et perspectives du contrôle non destructif par drone
- Se repérer dans la réglementation française
- Choisir un constructeur ou un prestataire

### Personnel concerné

Accessible à tous

### Pré-requis

Aucun

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
CND INNOVANTS

## Contrôle par bruit Barkhausen

Utiliser une méthode électromagnétique pour la caractérisation non destructive des matériaux

**BBKN**  14 h

### Extrait du programme

- Rappel sur le magnétisme et l'électromagnétisme
- Principe du contrôle par bruit Barkhausen
- Équipement de contrôle
- Mise en œuvre de la technique bruit Barkhausen
- Relation bruit Barkhausen - microstructure
- Relation bruit Barkhausen - contraintes
- Techniques micromagnétiques connexes

### Objectifs pédagogiques

- Énoncer les principes du contrôle par bruit Barkhausen
- Comprendre les potentialités et les limites du contrôle par bruit Barkhausen (effets/dualité microstructure et contrainte)
- Régler les appareils de contrôle par bruit Barkhausen
- Mettre en pratique les contrôles par bruit Barkhausen

### Personnel concerné

Techniciens et opérateurs du service contrôle, débutants ou peu expérimentés dans la méthode

### Pré-requis

Le niveau scolaire conseillé est, au minimum, celui du baccalauréat scientifique

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
CND INNOVANTS

## Contrôle non destructif par thermographie infrarouge active

Découvrir les applications de la thermographie active pour la recherche de défauts de surface

**TTACT**  14 h

### Extrait du programme

- Introduction à la thermographie infrarouge passive
- Sensibilisation à la thermographie infrarouge active
- Travaux pratiques
- Démonstrations

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les principes de bases du contrôle par thermographie infrarouge
- Appréhender les potentialités et les limites du contrôle par thermographie infrarouge active
- Appréhender les moyens à mettre en œuvre pour réaliser un contrôle non destructif par thermographie infrarouge active
- Mettre en œuvre des contrôles simples et interpréter les images thermographiques résultantes

### Personnel concerné

Toute personne amenée à réaliser du contrôle non destructif sur matériaux métalliques et composites pour la recherche de défauts de surface ou subsurfaciques

### Pré-requis

Aucun

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
CND INNOVANTS

## Tomographie à rayons X

Découvrir la tomographie à rayons X

**TOMOD**  14 h

### Extrait du programme

- Principe de la tomographie
- Cas de la tomographie X
- Panorama de la tomographie X
- Mise en œuvre
- Analyse et interprétation
- Démonstration avec tomographe industriel et exemples d'application

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre les possibilités et les limitations de la tomographie à rayons X afin de mieux cerner les applications possibles

### Personnel concerné

Techniciens et ingénieurs

### Pré-requis

Aucun

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
CND INNOVANTS

## Tomographie à rayons X

Observer « in situ », voir et comprendre les défauts à l'intérieur des pièces afin d'y remédier

**TOMO**  32 h

### Extrait du programme

- Principe de la tomographie
- Équipements et appareillage de tomographie X
- Bases théoriques de la tomographie X
- Modes opératoires
- Performances de contrôle et qualité d'image
- Analyse et interprétation
- Normalisation et qualification
- Démonstration sur tomographe industriel et logiciel d'analyse

### Objectifs pédagogiques

- Expliquer le principe de la tomographie
- Citer les principaux paramètres influents d'un contrôle par tomographie
- Décrire les principales possibilités et limitations de la méthode
- Choisir un équipement adapté à son besoin
- Évaluer la qualité d'une mesure ou d'une machine
- Exprimer son besoin en analyse d'image

### Personnel concerné

Techniciens et ingénieurs

### Pré-requis

Aucun

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
CND INNOVANTS

## Ultrasons multiéléments - module A

Acquérir des connaissances en matière de contrôle par ultrasons utilisant la technique « multiéléments »

**UTPAA**  40 h

### Extrait du programme

- Introduction à la technique multiéléments
- Principes généraux
- Technologie des capteurs multiéléments
- Déflexion, focalisation et balayages électroniques
- Présentation des appareils et modes de représentation
- Exemples d'applications industrielles du contrôle ultrasons multiéléments
- Travaux pratiques
- Sensibilisation à la simulation du contrôle ultrasons multiéléments

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les principes de base des contrôles ultrasons multiéléments
- Connaître les différents types de balayage
- Calibrer la chaîne de contrôle par ultrasons en multiéléments
- Lire et analyser les différentes représentations multiéléments

### Personnel concerné

Toute personne amenée à contrôler par ultrasons ou à surveiller les opérations de contrôle utilisant la technique multiéléments

### Pré-requis

Une bonne connaissance et une bonne pratique des contrôles par ultrasons conventionnels sont indispensables (exemple : Cofrend 2 confirmé ou Cofrend 3)

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
CND INNOVANTS

## Ultrasons multiéléments – module B

Perfectionner ses connaissances en matière de contrôle par ultrasons utilisant la technique « multiéléments »

UTPAB  32 h

### Extrait du programme

- Rappel des fondamentaux
- Présentation des paramètres influents en ultrasons multiéléments
- Introduction aux principes physiques des multiéléments et conséquences en pratique
- Introduction aux fonctionnalités avancées (DDF, TFM, SAUL, etc.)
- Introduction à la normalisation en contrôle par ultrasons multiéléments
- Travaux pratiques

### Objectifs pédagogiques

- Choisir aisément les paramètres de contrôle en fonction de la pièce contrôlée
- Connaître les possibilités des outils de simulation
- Avoir une vision d'ensemble des différentes possibilités des ultrasons multiéléments
- Interpréter et rapporter les résultats d'un contrôle ultrasons multiéléments

### Personnel concerné

Toute personne amenée à contrôler par ultrasons ou à surveiller les opérations de contrôle utilisant la technique multiéléments

### Pré-requis

Une bonne connaissance et une bonne pratique de cette technique sont indispensables

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
CND INNOVANTS

## Ultrasons multiéléments – contrôle des matériaux composites

Se préparer au contrôle de matériaux composites par ultrasons multiéléments

UTPAC  35 h

### Extrait du programme

- Rappels sur la technique des ultrasons multiéléments
- Présentation des différents modes de représentations
- Principe de l'étalonnage et vérifications préliminaires
- Caractéristiques des transducteurs et du faisceau ultrasonore
- Influence de la géométrie et des matériaux composites sur la réponse ultrasonore
- Principe du contrôle de structures sandwiches et de matériaux atténuants

### Objectifs pédagogiques

- Choisir une configuration de contrôle en fonction de la structure composite à inspecter
- Étalonner le moyen de contrôle
- Réaliser un contrôle ultrasons multiéléments selon des instructions écrites
- Analyser les cartographies obtenues et rédiger un rapport de contrôle

### Personnel concerné

Opérateurs ou techniciens des services contrôle, inspection, maintenance ou production désirant acquérir les connaissances pratiques et théoriques en contrôle par ultrasons multiéléments sur structures composites

### Pré-requis

Être initié aux ultrasons multiéléments sur métalliques

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
CND INNOVANTS

## Ultrasons : ondes guidées

Initier ses collaborateurs à la technique des ondes guidées (LRUT)

UTOG  14 h

### Extrait du programme

- Introduction et principes généraux
- Principes physiques mis en œuvre
- Avantages et limitations
- Différents systèmes présents sur le marché
- Exemples d'applications
- Méthodologie de contrôle – principales étapes de la procédure
- Travaux pratiques avec systèmes ondes guidées (technologie piézo ou magnétostrictive)

### Objectifs pédagogiques

- Connaître la théorie générale des ondes guidées
- Avoir un aperçu exhaustif des systèmes présents sur le marché
- Avoir un aperçu des possibilités et limites de cette technique
- Réaliser des acquisitions grâce au matériel mis à leur disposition

### Personnel concerné

Opérateurs ou techniciens des services contrôle, inspection, maintenance ou production Personnel désirant acquérir les connaissances pratiques et théoriques nécessaires au contrôle par ultrasons ondes guidées

### Pré-requis

Avoir une bonne connaissance et une bonne pratique des contrôles par ultrasons classiques

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
CONTRÔLE – MESURE

## Numérisation 3D : acquisition, post-traitement, exploitation

Préparer et réaliser des numérisations  
en rapport avec les objectifs du client

U11  21 h

### Extrait du programme

- Pourquoi numériser ?
- Généralités sur le modèle (typologies, formats, spécificités)
- Moyens de numérisation et techniques d'acquisition (principes, contraintes, limites d'usage)
- Préparation de la mesure
- Post-traitement du nuage de points
- Exploitation du modèle suivant les objectifs clients

### Objectifs pédagogiques

- Définir la méthode de numérisation et de rétro-conception en fonction des objectifs du client
- Assimiler les critères clés pour le choix d'un moyen de mesure
- Connaître les règles de l'art pour numériser un objet
- Appréhender l'influence du post-traitement d'un nuage de points dans l'obtention d'un modèle
- Connaître les grandes étapes des inspections dimensionnelles sur le modèle numérisé
- Comprendre l'influence des choix de modélisation dans la rétro-conception

### Personnel concerné

Personnels techniques (bureaux d'études, fabrication, contrôle), acheteurs techniques, décideurs

### Pré-requis

Aucun

TRANSFORMATION TECHNOLOGIQUE :  
CONTRÔLE – MESURE

## Modèle 3D spécifié : de la conception à la mesure

Découvrir et s'approprier le concept  
de définition basée sur le Modèle 3D

K10  21 h

### Extrait du programme

- Pourquoi va-t-on vers le modèle 3D spécifié ?
- Comprendre le modèle 3D spécifié
- Lecture des spécifications ISO-GPS appliquée au modèle 3D spécifié
- Connaître les usages du modèle 3D spécifié
- Conclusion : comment va-t-on du dessin technique vers le modèle 3D spécifié ?

### Objectifs pédagogiques

- Savoir interpréter la définition numérique du produit basée sur modèle 3D pour mieux intégrer les changements et les impacts au sein de l'entreprise étendue
- Intégrer les exigences et le vocabulaire liés à la définition « tout numérique » d'un produit au travers des bonnes pratiques de l'ISO 16792
- Améliorer sa connaissance des spécifications ISO-GPS et leur portabilité vers le modèle 3D
- Connaître les différents formats de fichiers (et leur usage) liés à la définition technique des produits (natif ou dérivé)
- Sensibiliser aux cas d'applications du modèle 3D spécifié en conception, fabrication et contrôle

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, méthodes, fabrication, contrôle et qualité

### Pré-requis

Avoir une connaissance du dessin technique 2D

TRANSFORMATION NUMÉRIQUE :  
IIOT / LES FONDAMENTAUX

## Créer de la valeur avec l'Internet des objets : pourquoi pas moi ?

Acquérir les connaissances de base  
sur les objets connectés

FM1  7 h **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Introduction : l'IoT c'est quoi ?
- Une opportunité de création de valeur... sous réserve d'innover par les usages
- Une complexité technologique nouvelle à appréhender
- Illustration par quelques exemples d'objets connectés à usage professionnel
- Mise en situation sur 2 cas réels
- Conseils pour réussir son développement
- Conclusion

### Objectifs pédagogiques

- Découvrir le monde des objets connectés
- Comprendre comment les objets connectés peuvent créer de la valeur pour ses produits et services

### Personnel concerné

Toute personne intéressée par les objets connectés

### Pré-requis

Aucun

TRANSFORMATION NUMÉRIQUE :  
IIOT / LES FONDAMENTAUX

## Analyse fonctionnelle du besoin et élaboration des cahiers des charges fonctionnels

Maîtriser l'Analyse fonctionnelle du besoin (AFB) pour mieux définir son Cahiers des charges fonctionnels (CdCF)

**AF01**  14 h

### Extrait du programme

- Introduction sur l'Analyse fonctionnelle du besoin (AFB) et le Cahier des charges fonctionnel (CdCF)
- Principe de l'analyse fonctionnelle du besoin
- Présentation de la méthode d'analyse fonctionnelle du besoin préconisée par le Cetim
- Application sur un cas pédagogique
- Aide à l'élaboration du cahier des charges
- Intérêt de créer un groupe de travail : constitution du GT, rôle et qualités de l'animateur

### Objectifs pédagogiques

- Identifier et qualifier les besoins d'un projet
- Mettre en œuvre une méthode d'analyse fonctionnelle du besoin
- Utiliser les outils méthodologiques et/ou graphiques pour animer et structurer les analyses
- Identifier et caractériser les fonctions et les contraintes à prendre en compte
- Rédiger un CdCF pour un nouvel investissement ou une nouvelle conception

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des activités ou services : mercatique, commercial, études (R&D), achats, conception, industrialisation, méthodes, production et qualité

### Pré-requis

Aucun

TRANSFORMATION NUMÉRIQUE :  
IIOT / LES FONDAMENTAUX

## Management des projets de conception par l'analyse de la valeur

Analyser la valeur de ses conceptions. Utiliser une démarche d'optimisation efficace, depuis l'expression des besoins jusqu'à la réalisation

**AV01**  21 h

### Extrait du programme

- Introduction sur l'Analyse de la valeur (AV)
- Principe et concepts de l'AV
- Présentation de la méthode d'AV préconisée par le Cetim
- Application sur le cas pédagogique « Système LEVETOU »
- Intérêt de pratiquer l'AV en groupe de travail

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre l'intérêt de la méthode d'Analyse de la valeur et identifier la terminologie normalisée
- Mettre en œuvre la méthode d'AV et ses outils méthodologiques et/ou graphiques
- identifier les différentes étapes de l'analyse de la valeur
- Structurer le besoin avec l'Analyse fonctionnelle (AF), bâtir le Cahier des charges fonctionnel (CdCF)
- Rechercher, étudier et choisir les solutions techniques les plus pertinentes répondant aux critères technico-économiques du CdCF

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des activités ou services : mercatique, commercial, études (R&D), achats, conception, industrialisation, méthodes, production, qualité. Direction

### Pré-requis

Aucun

TRANSFORMATION NUMÉRIQUE :  
IIOT / LES FONDAMENTAUX

## Méthodes maintenance

Les méthodes maintenance, piliers de l'efficacité de la fonction maintenance

**MAIN01**  14 h

### Extrait du programme

- La fonction maintenance
- Les différents aspects de la maintenance
- Rappel de vocabulaire maintenance
- Démarche de construction d'un plan de surveillance
- Retour d'expérience et optimisation des plans de maintenance
- Planification et l'ordonnement

### Objectifs pédagogiques

- Expliquer le rôle et les activités des méthodes maintenance
- Décrire la méthodologie d'élaboration d'un plan de maintenance préventive et de gestion des pièces de rechange
- Définir les moyens de planification et de suivi des opérations maintenance (préventive, corrective)
- Contribuer à l'analyse des coûts et des données de suivi technique des moyens de production
- Évaluer l'intérêt des outils techniques et méthodologiques à la disposition des méthodes maintenance : GMAO, AMDEC, analyse de criticité, etc

### Personnel concerné

Techniciens/ingénieurs de maintenance ou d'autres services techniques qui doivent intégrer un service méthodes maintenance

### Pré-requis

Formation technique et/ou expérience sur les équipements industriels

TRANSFORMATION NUMÉRIQUE :  
IIOT / STRATÉGIES DE MESURE

## Contrôle non destructif par thermographie infrarouge active

Découvrir les applications de la thermographie active pour la recherche de défauts de surface

**TTACT**  14 h

### Extrait du programme

- Introduction à la thermographie infrarouge passive
- Sensibilisation à la thermographie infrarouge active
- Travaux pratiques
- Démonstrations

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les principes de bases du contrôle par thermographie infrarouge
- Appréhender les potentialités et les limites du contrôle par thermographie infrarouge active
- Appréhender les moyens à mettre en œuvre pour réaliser un contrôle non destructif par thermographie infrarouge active
- Mettre en œuvre des contrôles simples et interpréter les images thermographiques résultantes

### Personnel concerné

Toute personne amenée à réaliser du contrôle non destructif sur matériaux métalliques et composites pour la recherche de défauts de surface ou subsurfaciques

### Pré-requis

Aucun

TRANSFORMATION NUMÉRIQUE :  
IIOT / STRATÉGIES DE MESURE

## Numérisation 3D : acquisition, post-traitement, exploitation

Préparer et réaliser des numérisations en rapport avec les objectifs du client

**U11**  21 h

### Extrait du programme

- Pourquoi numériser ?
- Généralités sur le modèle (typologies, formats, spécificités)
- Moyens de numérisation et techniques d'acquisition (principes, contraintes, limites d'usage)
- Préparation de la mesure
- Post-traitement du nuage de points
- Exploitation du modèle suivant les objectifs clients

### Objectifs pédagogiques

- Définir la méthode de numérisation et de rétro-conception en fonction des objectifs du client
- Assimiler les critères clés pour le choix d'un moyen de mesure
- Connaître les règles de l'art pour numériser un objet
- Appréhender l'influence du post-traitement d'un nuage de points dans l'obtention d'un modèle
- Connaître les grandes étapes des inspections dimensionnelles sur le modèle numérisé
- Comprendre l'influence des choix de modélisation dans la rétro-conception

### Personnel concerné

Personnels techniques (bureaux d'études, fabrication, contrôle), acheteurs techniques, décideurs

### Pré-requis

Aucun

TRANSFORMATION NUMÉRIQUE :  
IIOT / STRATÉGIES DE MESURE

## Architecture électronique embarquée (AEE)

Se préparer au pilotage d'un projet en architecture électronique embarquée

**FM8638**  28 h

### Extrait du programme

- Définitions des critères de décision lors du choix d'une architecture
- Définitions des spécifications globales
- Simulation et analyse d'une architecture électronique embarquée
- Définitions des différentes étapes lors du développement

### Objectifs pédagogiques

- Suivre et coordonner un projet en architecture électronique embarquée
- Rédiger et comprendre des spécifications automobiles
- Réaliser et justifier le choix d'une architecture électronique embarquée
- Valider leurs choix à l'aide d'outils de simulation
- Réaliser les différentes phases de test

### Personnel concerné

Ce module s'adresse aux personnes appelées à travailler sur des projets d'architecture électronique embarquée

### Pré-requis

Connaissances de Windows



TRANSFORMATION NUMÉRIQUE :  
IIOT / COLLECTE ET STOCKAGE DES DONNÉES

## Plateforme IoT

Choisir sa plateforme IoT : make or buy ?

FM2  21 h **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Définition fonctionnelle
- Besoins métiers / techniques
- Quelles plateformes, clés de décision d'un make or buy, intégration et lancement d'un service connecté ?
- Travaux pratiques

### Objectifs pédagogiques

- Fournir aux participants des clés et des connaissances nécessaires pour définir, construire et/ou acheter les fonctionnalités de leur future plateforme IoT selon leurs services connectés et le contexte de leur entreprise
- Découvrir les méthodes et les étapes utiles pour déterminer des spécifications fonctionnelles, les contraintes et les besoins techniques, nécessaires à un système d'information IoT
- Maîtriser les outils et les clés pour choisir la meilleure stratégie pour mettre en œuvre ce SI IoT

### Personnel concerné

Direction des Systèmes d'Information, direction de projet, chef de projet, consultant, développeur

### Pré-requis

Connaissances générales sur les systèmes d'informations et les technologies des SI et expériences en Gestion de Projet de Développement et/ou en Intégration de Système d'Information

TRANSFORMATION NUMÉRIQUE :  
IIOT / COLLECTE ET STOCKAGE DES DONNÉES

## Architectures cybersécurisées de systèmes industriels

Comprendre les risques et concevoir des systèmes plus robustes

FS1  21 h **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Module 1 : contexte cyber en milieu industriel
- Module 2 : cycle de vie du développement sécurisé (SDLC)
- Module 3 : la sécurité en profondeur
- Module 4 : cryptologie
- Module 5 : analyse de risque cyber
- Module 6 : architecture sécurisée
- Module 7 : assurance sécurité et évaluation des fournisseurs

### Objectifs pédagogiques

- Sensibiliser les participants aux principaux risques cyber afin de concevoir des produits et des systèmes industriels plus robustes
- Comprendre les schémas d'attaques cyber en milieu industriel, les principes de sécurité en profondeur, la cryptologie, les mesures à prendre liées à l'analyse des risques de l'ISO 27002, de l'ISO 27005 et IEC62443

### Personnel concerné

Ingénieurs ou architectes en charge de la conception d'un produit ou système communicant et tout professionnel de la sécurité IT responsable en sécurité industrielle, consultant, auditeur en sécurité industrielle

### Pré-requis

Bonne connaissance générale en informatique, notions en architecture informatique ou réseau industriel

TRANSFORMATION NUMÉRIQUE :  
IIOT / EXPLOITATION DE LA DONNÉE

## Analyse et diagnostic vibratoire des machines

Pour une meilleure exploitation de ses machines : mesurer, analyser et comprendre les vibrations, afin de réaliser un diagnostic vibratoire

N50  21 h

### Extrait du programme

- Intérêt du diagnostic des machines par l'analyse vibratoire
- Rappel des notions de base en vibrations
- Capteurs et chaînes de mesure
- Travaux pratiques : instrumentation et analyse vibratoire d'une machine tournante (toret)
- Contrôle vibratoire des machines
- Diagnostic des machines
- Travaux pratiques
- Suivi d'ordre pour les machines tournantes
- Équilibrage : principe et démonstration en salle
- Caractérisation dynamique des structures
- Travaux pratiques sur une structure mécanique

### Objectifs pédagogiques

- Interpréter les résultats de la mesure vibratoire
- Réaliser le diagnostic vibratoire des machines

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens des services d'essais, de bureaux d'études, de maintenance et de contrôle qualité

### Pré-requis

Aucun

TRANSFORMATION NUMÉRIQUE :  
IIOT / EXPLOITATION DE LA DONNÉE

## Initiation au Machine Learning

Acquérir les connaissances de base du Machine Learning

AT1  14 h NOUVEAU

### Extrait du programme

- Grands principes du Machine Learning : modélisations, étapes de construction d'un modèle et évaluation
- Préparation des variables : nature statistique des données et leurs dimensions, représenter les variables...
- Les algorithmes : présentation de modèles, mise en pratique

### Objectifs pédagogiques

- Se familiariser avec les règles du Machine Learning
- Connaître les familles d'algorithmes
- Développer quelques algorithmes pour appréhender le travail sur les variables et l'optimisation des erreurs de modélisation

### Personnel concerné

Ingénieur et technicien en bureau d'études ou tout autre personne utilisant de la modélisation de données

### Pré-requis

Connaissances de base en manipulation de données, en calcul de données, en programmation Python. Les bibliothèques scikit-learn et pandas seront utilisées

TRANSFORMATION NUMÉRIQUE :  
IIOT / EXPLOITATION DE LA DONNÉE

## Pompes : pannes, diagnostic et maintenance

Rendre ses mécaniciens plus performants et capables d'analyser les défaillances, d'en comprendre l'origine et de proposer des actions pour éviter que ces défaillances ne deviennent répétitives

EU250  21 h

### Extrait du programme

- Introduction à la mécanique des fluides (tous les phénomènes sont expliqués de façon simple et accessible et montrés sur banc d'essais)
- Études techniques des pompes
- La cavitation : comprendre, remédier
- Garnitures mécaniques et presse-étoupes
- Contrôle, réparation et entretien des pompes
- Diagnostic et symptômes
- Outils de la maintenance moderne : maintenance prédictive (les thèmes sont présentés quant à leur principe, leurs conditions d'utilisations et leurs avantages et limites)

### Objectifs pédagogiques

- Appliquer un mode opératoire efficace pour traiter une panne de pompe : déceler la panne, comprendre son origine, remédier à la cause, suivre la réparation du matériel
- Communiquer et rendre compte de façon claire et efficace
- Proposer des améliorations des équipements, installations, outillages et modes opératoires

### Personnel concerné

Mécaniciens, AM maintenance, techniciens de SAV et opérateurs de production (tous secteurs)

### Pré-requis

Formation générale niveau brevet des collèges et connaissance de la mécanique industrielle

TRANSFORMATION NUMÉRIQUE :  
IIOT / EXPLOITATION DE LA DONNÉE

## Analyse et contrôle des systèmes linéaires

Acquérir des outils et méthodes permettant d'analyser et contrôler les systèmes dynamiques linéaires

ACLT11  14 h NOUVEAU

### Extrait du programme

- Problématique de la régulation
- Représentation et analyse des systèmes linéaire invariants
- Analyse des systèmes asservis
- Application aux régulateurs PID
- Réglage des régulateurs PID
- Notions de base de commande prédictive fonctionnelle

### Objectifs pédagogiques

- Acquérir des outils et méthodes permettant d'analyser et contrôler les systèmes dynamiques linéaires

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens ayant peu ou pas pratiqué récemment ces techniques : bureaux d'études, responsables de projets, service recherche et développement, services essais

### Pré-requis

Aucun

TRANSFORMATION NUMÉRIQUE :  
IIOT / EXPLOITATION DE LA DONNÉE

## Pilotage auto-adaptatif Usitronic®

Intégrer l'intelligence dans ses processus de fabrication et viser une production zéro défaut

261  21 h

### Extrait du programme

- Introduction : besoins initiaux et concept Usitronic®
- Logiciel séquenceur Usitronic®
- Création d'un projet complet de pilotage Usitronic®

### Objectifs pédagogiques

- Connaître le pilotage auto-adaptatif et savoir utiliser le logiciel Usitronic® niveaux 1 & 2, notions de niveau 3

### Personnel concerné

Régleurs, techniciens atelier & méthodes, ingénieurs, techniciens qualité & amélioration continue

### Pré-requis

Aucun

TRANSFORMATION NUMÉRIQUE :  
IIOT / EXPLOITATION DE LA DONNÉE

## Mesure et analyse du bruit et des vibrations des machines

Savoir mettre en pratique les techniques de mesure et d'analyse du bruit et des vibrations de ses machines

N31  21 h

### Extrait du programme

- Notions fondamentales pour l'étude du bruit et des vibrations des machines
- Chaîne de mesure acoustique de base
- Notions fondamentales pour l'analyse des signaux acoustiques et vibratoires
- Mise en œuvre d'une chaîne vibratoire de base (l'accélérométrie)
- Application particulière de l'analyse des signaux de pression
- Techniques avancées de mesure
- Démonstrations/exercices pratiques

### Objectifs pédagogiques

- Évaluer les besoins de mesure et d'analyse correspondant aux problèmes de bruit et de vibration rencontrés sur ses machines
- Choisir les méthodes et procédures adaptées aux applications pratiques
- Mettre en œuvre les principales techniques de base utilisables pour l'identification et la caractérisation des sources de bruit et de vibrations

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens concernés par la caractérisation du comportement acoustique et vibratoire de leurs machines (mise au point, réception, contrôle)

### Pré-requis

Aucun

TRANSFORMATION NUMÉRIQUE :  
IIOT / EXPLOITATION DE LA DONNÉE

## Traitement du signal : méthodes de base

Apprendre à analyser ses signaux physiques en utilisant les méthodes fondamentales de traitement du signal, illustrées au travers d'applications acoustiques et vibratoires

N52  28 h

### Extrait du programme

- Rappel des notions fondamentales pour l'étude des signaux
- Présentation des outils pédagogiques multimédias utilisés
- Séries de Fourier, Transformée de Fourier continue (TFC)
- Étude des systèmes linéaires
- Mesure, instrumentation et acquisition des signaux
- Transformée de Fourier discrète (TFD)
- Traitement des signaux dans le domaine temporel
- Analyse spectrale

### Objectifs pédagogiques

- Choisir les outils les mieux adaptés à l'analyse de ses signaux
- Analyser des signaux physiques usuels (acoustiques, vibratoires, hydrauliques, etc.)
- Extraire de l'analyse les informations pertinentes sur l'état de fonctionnement de ses machines

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens concernés par les mesures acoustiques et vibratoires sur les machines (recherche et développement, essais, mise au point, réception, maintenance)

### Pré-requis

Aucun

TRANSFORMATION NUMÉRIQUE :  
IIOT / EXPLOITATION DE LA DONNÉE

## Traitement du signal : méthodes avancées – niveau 2

Aller plus loin dans l'utilisation de ses mesures et pratiquer les méthodes avancées de traitement du signal pour l'analyse des signaux physiques

**N53**  28 h

### Extrait du programme

- Traitement du signal en mécanique
- Rappels des notions fondamentales de l'analyse spectrale (méthodes de Fourier)
- Travaux dirigés
- Filtrage numérique des signaux
- Analyse cepstrale
- Analyse d'enveloppe et transformée de Hilbert
- Rappels sur l'estimation des fonctions de transfert
- Étude et caractérisation de plusieurs sources (vibratoires ou acoustiques)
- Méthodes paramétriques à base de modèles (AR, MA, ARMA)...
- Analyse temps-fréquence

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre les possibilités et limitations des méthodes
- Choisir parmi les nombreuses méthodes celles qui sont les mieux adaptées
- Analyser plus finement un signal physique (vibrations, acoustique, hydraulique, etc.)

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens des services de recherche et développement, essais, mise au point ou maintenance

### Pré-requis

Aucun

EXCELLENCE OPÉRATIONNELLE :  
LEAN MANAGEMENT / FLUX

## Supply chain : les fondamentaux

Comprendre les principes et méthodes de pilotage de la chaîne logistique

**A15**  NOUS CONSULTER

### Extrait du programme

- Rôle de la logistique dans l'entreprise, la relation avec le client
- Stratégie de la chaîne logistique (différents types, objectifs à fixer)
- Rôle et poids du système d'information dans la maîtrise de la chaîne logistique
- Performance de la chaîne logistique (gestion des stocks, rupture, approvisionnement, les indicateurs de performance, taux de service)
- Principes de fonctionnement du système d'information (ERP)
- Principe de la démarche MRP, calcul des besoins...

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre les principes généraux de la supply chain
- Comprendre le rôle de la logistique dans l'entreprise
- Comprendre les principes des relations client-fournisseurs
- Comprendre les différents modèles de production
- Comprendre le pilotage de la supply chain
- Comprendre les principaux outils de la supply chain : PIC, PDP, gestion de stock

### Personnel concerné

Responsables de production, responsables achats, approvisionnement, chargés d'affaires, directions

### Pré-requis

Aucun

EXCELLENCE OPÉRATIONNELLE :  
LEAN MANAGEMENT / QUALITÉ

## 8D : résolution de problèmes

Découvrir une méthode fondée sur l'amélioration continue, compatible avec les systèmes qualité

**51**  10 h

### Extrait du programme

- Méthode
- Conditions d'animation d'un groupe de résolution de problèmes  
*Remarque : les outils utilisables pour chaque étape (recueil de données, graphiques, Pareto, brainstorming, QOQCP, 5W, vote pondéré) sont présentés au cours du programme*

### Objectifs pédagogiques

- Mettre en place et animer un groupe de travail de résolution de problèmes
- Mettre en œuvre la méthode
- Utiliser les outils de la méthode

### Personnel concerné

Toute personne ayant dans sa fonction la responsabilité d'animer ou de participer à des groupes de résolution de problèmes

### Pré-requis

Connaissance des bases de la qualité (dossier de fabrication, enregistrements, etc.)

EXCELLENCE OPÉRATIONNELLE :  
LEAN MANAGEMENT / OPÉRATIONNEL

## Sécurité des machines : ergonomie au poste de travail

Prendre en compte le facteur humain dans la conception de ses machines pour gagner en productivité et en confort

**G15C**  **7 h**

### Extrait du programme

- Réglementation et normes applicables
- Enjeux et bases de l'ergonomie (définitions)
- Troubles musculo-squelettiques
- Maîtriser les exigences de sécurité et de santé pour traiter les risques ergonomiques

### Objectifs pédagogiques

- Décrire les exigences réglementaires et normatives en matière d'ergonomie
- Citer et mettre en application les règles de l'art associées

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes et des services de sécurité

### Pré-requis

Aucun

ÉCO-CONCEPTION

## Comprendre les enjeux liés à l'éco-conception

Se différencier en éco-concevant ses produits : maîtrise des enjeux et des méthodes

**EL04**  **4 h**

### Extrait du programme

- Module 1 – Introduction et définitions
- Module 2 – Contexte réglementaire et normatif
- Module 3 – Méthodes et outils de l'éco-conception

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre ce qu'est l'éco-conception et la pensée cycle de vie d'un produit
- Identifier les réglementations et normes s'appliquant à leurs produits
- Comprendre les enjeux stratégiques et de marché, les bénéfices d'une démarche d'éco-conception et comment communiquer
- Citer les outils d'éco-conception

### Personnel concerné

Chefs d'entreprise, responsables et ingénieurs des services R&D, responsables techniques, qualité, environnement ou marketing, chefs de projets conception de produit

### Pré-requis

Aucun



ÉCO-CONCEPTION

## Mettre en place une démarche éco-conception

Appliquer à ses produits une méthode d'éco-conception normalisée (NF E01-005) pour répondre aux nouvelles attentes de ses clients et donneurs d'ordre

**G10**  **14 h**

### Extrait du programme

- Éco-conception et pensée cycle de vie
- Réglementation et normes
- Enjeux stratégiques et de marché
- Dérouler une démarche d'éco-conception
- Intégrer la démarche dans un système ISO 14001

### Objectifs pédagogiques

- Expliquer l'éco-conception et la pensée cycle de vie
- Identifier les enjeux pour l'entreprise : stratégique, réglementaire, normatif, économique, sociétal
- Expliquer la norme CEN/TS 16524 (méthodologie d'éco-conception pour les produits de la mécanique)
- Dérouler une démarche d'éco-conception ;
- Réaliser une Analyse de cycle de vie (ACV) simplifiée
- Utiliser un logiciel d'éco-conception (Ecodesign Studio, gratuit pendant 6 mois)

### Personnel concerné

Chefs d'entreprise, responsables et ingénieurs des services recherche et développement, responsables techniques, qualité, environnement ou marketing, chefs de projet conception de produit

### Pré-requis

Aucun

## ÉCO-CONCEPTION

## Évaluer la performance environnementale de ses produits

Communiquer sur la performance environnementale de ses produits pour répondre soit à une demande client ou marché, soit à une exigence réglementaire particulière

**G10C**  7 h

### Extrait du programme

- Communication environnementale produit
- Enjeux de la réalisation d'une DEP de type FDES ou PEP Ecopassport
- Analyse de cycle de vie
- Production et utilisation d'une déclaration environnementale produit

### Objectifs pédagogiques

- Interpréter le cadre normatif et les différents types de communications environnementales
- Décrire les programmes de Déclaration environnementale produit (DEP) INIES et PEP Ecopassport
- Estimer les enjeux externes des DEP pour l'entreprise
- Interpréter les principes de l'évaluation environnementale par l'Analyse de cycle de vie (ACV) pour la réalisation d'une DEP

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens QSE, R&D, commercial et marketing

### Pré-requis

Aucun



## ÉCO-CONCEPTION

## Déclaration environnementale produit (DEP) du type FDES

Réaliser des déclarations environnementales produits conformes aux exigences normatives et aux demandes clients

**G12**  14 h

### Extrait du programme

- Rappel de quelques principes de l'ACV
- Contexte normatif et réglementaire
- Présentation des outils disponibles pour réaliser ce type de déclaration
- Étude de cas sur un exemple industriel permettant d'entrevoir les spécificités d'une DEP selon l'EN 15804

### Objectifs pédagogiques

- Appréhender les exigences réglementaires du décret français DHUP 2013-1264 et ses arrêtés d'application
- Comprendre les règles de modélisation à respecter lors de l'Analyse du cycle de vie (ACV) d'un produit en vue de la réalisation d'une DEP
- Identifier les données issues de l'ACV à utiliser
- Rédiger une déclaration environnementale produit du type FDES ou EN 15804

### Personnel concerné

Toute personne susceptible dans l'entreprise de procéder à une communication environnementale selon un format du type FDES (Fiches de déclarations environnementales et sanitaires) ou DEP selon la norme EN 15804

### Pré-requis

Aucun

## EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE : ÉNERGIE

## Mesures et audits énergétiques

Bien mesurer pour améliorer l'efficacité énergétique de son entreprise

**NRJ02**  14 h

### Extrait du programme

- Rappel sur l'énergie
- Gestion de l'énergie
- Méthodologie de diagnostic énergétique
- Moyens de mesures
- Plan de comptage
- Travaux dirigés de mise en situation (analyse de données énergétiques)
- Visite d'équipements consommateurs sur site (air comprimé, chaudières, groupes froids -15 °C et 5 °C, chauffage des locaux, autres process thermiques)

### Objectifs pédagogiques

- Exploiter les moyens de mesure existants de l'entreprise
- Connaître les équipements et méthodes de mesure des vecteurs d'énergie (gaz, vapeur, électricité, fioul, etc.)
- Connaître la méthodologie de diagnostic énergétique
- Mettre en place un plan de comptage et des indicateurs cohérents avec la problématique énergétique de l'entreprise

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services environnement, maintenance, travaux neufs et production ; toute personne en charge des problèmes d'achat et de gestion de l'énergie dans l'entreprise

### Pré-requis

Aucun

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE :  
ÉNERGIE

## Gérer ses utilités : production de chaleur et de froid

Réduire la consommation énergétique de ses postes de chauffage et de production de froid

NRJ11  14 h

### Extrait du programme

- Chauffer et conditionner son ambiance de travail
- Optimiser son installation de production de froid

### Objectifs pédagogiques

- Repérer les postes clés d'économie d'énergie de ces utilités dans l'entreprise : chauffage et conditionnement d'ambiance d'un atelier, installation de production de froid
- Démarrer des actions pratiques de maîtrise de ces postes

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services environnement, maintenance, travaux neufs et production ainsi que toute personne en charge des problèmes d'achat et de gestion de l'énergie dans l'entreprise

### Pré-requis

Connaissance technique des postes de production de chaleur et de froid de l'entreprise

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE :  
ÉNERGIE

## Récupération d'énergie thermique

Récupération d'énergie dans les procédés industriels

NRJ03  14 h

### Extrait du programme

- Rappel sur l'énergie thermique : grandeurs, unités, mode de transfert
- Méthodologie de pré-diagnostic ciblé sur la récupération de chaleur
- Évaluation du potentiel énergétique des rejets : utiliser les informations et moyens de mesures disponibles
- Contraintes et freins à la valorisation
- Principaux postes rejetant l'énergie thermique
- Technologies disponibles pour la valorisation
- Les aides financières à l'investissement associées

### Objectifs pédagogiques

- Repérer les postes clés de rejets d'énergie thermique non valorisés dans son entreprise
- Évaluer le potentiel de gain énergétique lié à ces rejets
- Connaître et identifier les technologies appropriées pour sa valorisation
- Initier des actions pratiques pour la récupération de cette énergie

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services environnement, maintenance, travaux neufs et production ainsi que toute personne devant prendre en charge les problèmes d'achat et de gestion de l'énergie dans l'entreprise

### Pré-requis

Connaissance technique des procédés de l'entreprise et des postes de production de chaleur et de froid de l'entreprise

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE :  
ÉNERGIE

## Devenir référent énergie en industrie

Réaliser jusqu'à 20 % d'économie sur votre facture énergétique annuelle

PROREFEI  40 h **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Structuration de la démarche d'efficacité énergétique
- Bilans énergétiques thermiques et électriques
- Achats d'énergie
- Principales pistes d'amélioration de la performance énergétique

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les missions du référent énergie en industrie et les acteurs contribuant à la stratégie énergétique de l'entreprise
- Identifier et hiérarchiser les postes de pertes énergétiques au sein de son établissement
- Concevoir, coordonner et mettre en place des actions de maîtrise de l'énergie
- Suivre et analyser des indicateurs de performance énergétique (IPé)

### Personnel concerné

Personnes ayant en charge la responsabilité « énergie » dans l'entreprise ou souhaitant l'acquérir

### Pré-requis

Avoir déjà réalisé et nous transmettre un état des lieux énergétique sous la forme d'un pré-diagnostic, d'un audit de type volontaire ou réglementaire ou une revue énergétique en cas de certification ISO 50001. Sinon, il conviendra de remplir un questionnaire de situation énergétique à communiquer au formateur-tuteur



## Management

Le management du capital humain prend aujourd'hui une importance toute particulière. La clé d'une transformation réussie vers l'industrie du futur passe par la gestion des compétences et l'accompagnement aux changements. C'est en ce sens que le Cetim, associé aux meilleurs spécialistes de ces domaines, propose une offre de formations élargie sur ces fonctions transverses que toute entreprise industrielle doit maîtriser.

**EN** Réalisable en Anglais

**CD** Formation digitale

**CPF** Éligible au CPF







# Management



<b>Performance managériale</b> .....	34
<b>Formations formateurs</b> .....	35
<b>Knowledge management</b> .....	35
<b>Mode projet</b> .....	36

PERFORMANCE MANAGÉRIALE

## Manager son équipe : les principes et les outils – module 1

Maîtriser les principes et les outils de base  
du management

156  37 h

### Extrait du programme

- Le manager, un relais et un leader
- Communiquer juste pour conduire des échanges constructifs
- Manager au quotidien

### Objectifs pédagogiques

- Intégrer les principes de base du management d'équipe
- Acquérir des techniques de communication pour faciliter les échanges au quotidien avec ses équipiers
- Acquérir des techniques de management pour développer l'efficacité et la performance de son équipe

### Personnel concerné

Tout responsable de secteur ou service, désireux de s'approprier les fondamentaux pour développer l'efficacité de son équipe

### Pré-requis

Aucun

PERFORMANCE MANAGÉRIALE

## Manager son équipe : les principes et les outils – module 2

Développer son leadership

157  37 h

### Extrait du programme

- Mieux se connaître – mieux interagir – prévenir les conflits
- Croître en leadership
- Gérer le changement
- Apprendre à réguler son stress

***Le + de la formation :** réalisation d'un diagnostic leadership 360°. Réalisation de son profil DISC Success Insights. Un module pour apprendre à réguler son stress*

### Objectifs pédagogiques

- Développer son aisance et son efficacité managériale et relationnelle
- Développer la confiance en soi et son charisme. Libérer son potentiel de leader
- Croître en leadership

### Personnel concerné

Toute personne désireuse d'améliorer ou de développer ses talents et pratiques de leader-manager

### Pré-requis

Avoir une expérience en management d'au moins 1 an et idéalement avoir suivi le stage 156

PERFORMANCE MANAGÉRIALE

## Les outils du manager de proximité

Assumer son rôle de manager pour fédérer  
son équipe

278  22 h

### Extrait du programme

- Le manager de proximité, un relais
  - Communiquer juste pour conduire des échanges constructifs
  - Manager au quotidien
- Le + de la formation :** la formation est particulièrement adaptée aux managers de proximité. Véritable « socle » qui permet de développer les réflexes et les compétences managériales essentiels et nécessaires. Nombreux conseils et apports personnalisés du formateur, également coach certifié AT, dont l'approche pédagogique est centrée sur la pratique et l'entraînement*

### Objectifs pédagogiques

- Acquérir des techniques de communication et d'affirmation de soi pour faciliter les échanges au quotidien avec ses équipiers
- Acquérir des techniques de management pour développer l'efficacité et la performance de son équipe

### Personnel concerné

Tout manager de « terrain », chef d'équipe, leader, responsable d'ilot, désireux de s'approprier les fondamentaux pour fédérer son équipe

### Pré-requis

Aucun

## FORMATIONS FORMATEURS

## Formation de formateurs – niveau 1 : animation

Acquérir les techniques d'animation et maîtriser le pilotage d'un groupe de stagiaire

**FOR01**  **14 h**

### Extrait du programme

- Accueil et présentation du groupe
- L'adulte en situation d'apprentissage
- La gestion du groupe
- Les méthodes et outils du formateur
- Les grandes étapes de la mise en œuvre de la formation
- L'évaluation

### Objectifs pédagogiques

- Identifier ses forces et axes de progrès dans l'animation de formation
- Rattacher sa vision actuelle de la formation à des connaissances et règles de base concernant la formation des adultes
- Utiliser les différents leviers de la communication : verbale, gestuelle, occupation et organisation de l'espace
- S'adapter à son public, gérer un groupe, le mettre à l'aise ; l'encourager à participer quand le groupe est trop passif, le canaliser et le freiner quand le groupe déborde par rapport à l'objectif commun
- Améliorer une formation existante grâce à la mise en place d'outils pédagogiques efficaces

### Personnel concerné

Formateurs occasionnels

### Pré-requis

Avoir animé déjà au moins une séquence de formation ou une réunion

## FORMATIONS FORMATEURS

## Formation de formateurs – niveau 2 : conception

Concevoir l'ensemble des éléments d'une formation présentielle en l'adaptant au contexte et au besoins. Optimiser le choix de l'itinéraire pédagogique pour atteindre ses objectifs

**FOR02**  **14 h**

### Extrait du programme

- Accueil et présentation du groupe
- La pédagogie adulte
- Le cahier des charges d'une formation
- Le processus de conception
- De l'objectif opérationnel aux objectifs pédagogiques
- Le scénario... la colonne vertébrale d'une formation
- Les outils et leur conception
- Évaluation de la formation et conclusions

### Objectifs pédagogiques

- Établir le cahier des charges d'une formation
- Décrire et maîtriser la méthode de conception d'une formation en utilisant les outils mis à sa disposition
- Formuler et structurer les objectifs pédagogique
- Construire et évaluer un scénario
- Acquérir par la pratique les méthodes et outils de conception
- Concevoir les outils d'évaluation

### Personnel concerné

Formateurs ayant en charge la réalisation de modules de formation

### Pré-requis

Avoir suivi la formation de formateurs niveau 1 : animation

## KNOWLEDGE MANAGEMENT

## Capitaliser les connaissances : savoirs, savoir-faire et retour d'expérience

Disposer des éléments et outils essentiels du knowledge management

**KM01**  **21 h**

### Extrait du programme

- Identifier les besoins en connaissance et organiser le travail
- Maîtriser les étapes du cycle de capitalisation en Oméga
- Points de capitalisation avancée

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les grandes typologies de connaissances manipulées dans un domaine/métier
- Organiser et réaliser des entretiens de recueil de connaissance (avant, pendant, après)
- Modéliser le domaine de connaissance (typologie des connaissances, structuration, etc.)
- Formaliser le patrimoine de connaissances d'un domaine/métier ou d'un ensemble de métiers qui concourent à une activité
- Décrire un référentiel métier et une architecture des connaissances du domaine

### Personnel concerné

« Knowledge manager » ou toute personne devant formaliser un patrimoine de connaissances

### Pré-requis

Aucun

MODE PROJET

## Conduire un projet : maîtriser une méthode et des outils

Maîtriser les outils pour mieux organiser,  
suivre un projet et gérer son équipe

158  30 h

### Extrait du programme

- Définir et organiser un projet
- Gérer les ressources, le coût et les risques d'un projet
- Maîtriser les relations avec l'équipe projet et les parties concernées

***Le + de la formation :** méthode, concepts et outils de management de projet illustrés grâce à un jeu. Utilisation de l'outil D.I.S.C. profils de comportements*

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les enjeux et objectifs d'un projet
- Planifier les tâches
- Identifier le chemin critique
- Gérer les risques
- Définir des jalons et revues de projet
- Gérer les membres de l'équipe projet

### Personnel concerné

Chefs de projet, membres d'une équipe projet, responsables études, méthodes désirant avoir une vision globale de la gestion de projet et en maîtriser les principaux aspects

### Pré-requis

Aucun

MODE PROJET

## APQP et PPAP

Mettre en place une démarche APQP (Advanced Product Quality Planning) pour assurer à ses clients le respect de leurs exigences qualité

220  7 h

### Extrait du programme

- APQP
- PPAP

### Objectifs pédagogiques

- Mettre en œuvre une démarche APQP (Advanced Product Quality Planning - planification avancée de la qualité)
- Réaliser un dossier PPAP (Production Part Approval Process - Processus d'Homologation des Pièces de Production)

### Personnel concerné

Responsables, ingénieurs et techniciens des services qualité, bureaux d'études, méthodes, industrialisation, chefs de projet

### Pré-requis

Connaissances de base en qualité, connaissance des attentes des clients du secteur automobile



# Accélérez votre **transformation** industrielle

**Vous souhaitez tirer parti des nouveaux leviers de croissance de l'Industrie 4.0 ?**

Intégrer des nouvelles technologies, mobiliser et valoriser les talents, quelles que soient vos ambitions, le Cetim vous accompagne de la réflexion stratégique au déploiement opérationnel de vos projets :

- Une ingénierie technologique, numérique et partenariale
- Des architectes projets dédiés, plus de 1000 experts métiers
- Une boîte à outils et des méthodologies éprouvées
- Une proximité géographique opérationnelle
- Un accès direct aux moyens et compétences R&D d'un acteur clé de l'innovation
- Plus de 400 programmes de formation Cetim Academy pour des compétences augmentées

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life®*

**bpi**france

**ene**  
entreprises & numérique

**CONTACT**  **Service Question Réponse**  
Tél.: +33 / 970 821 680  
sqr@cetim.fr



**cetim**



## Matériaux et surfaces

Qu'il s'agisse d'innover ou de répondre aux cahiers des charges clients, il est essentiel de maîtriser à la fois les propriétés mécaniques et physiques des différents matériaux (résistance à la fatigue, mécanique de la rupture, etc.) et les traitements applicables (traitements thermiques, traitements de surface). Les formations Cetim Academy vous permettent de faire des choix optimisés et innovants et ce, sur un large panel de matériaux et de traitements.

 Réalisable en Anglais

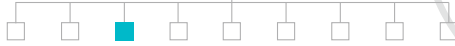
 Formation digitale

 Éligible au CPF

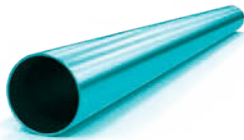




Filière



# Matériaux et surfaces



<b>Matériaux métalliques</b> .....	40
Aciers et inox .....	40
Autres matériaux métalliques .....	42
Corrosion .....	43
<b>Matériaux non métalliques</b> .....	46
Polymères .....	46
Composites .....	48
Caoutchouc .....	50
<b>Traitement thermique</b> .....	51
<b>Ingénierie des surfaces</b> .....	52
Traitement de surface .....	52
Tribologie .....	55
Propreté de surface .....	56
Finition .....	58
<b>Comportement des matériaux</b> .....	58
Fatigue .....	58
Rupture .....	60
Caractérisation .....	60
<b>Choix des matériaux et traitements</b> .....	61
Aciers – tôles .....	61
Plastiques – composites .....	62
Traitements .....	63

MATÉRIAUX MÉTALLIQUES :  
ACIERS ET INOX

## Les aciers et leurs traitements

Découvrir un panorama des aciers et de leurs traitements. Visualiser les caractéristiques obtenues pour cerner les applications et mieux exploiter les possibilités offertes

**M01**  14 h

### Extrait du programme

- Rappels de métallurgie
- Les traitements thermiques dans la masse
- Les traitements thermiques superficiels
- Les dépôts par voie sèche
- Les traitements de surface par voie humide

### Objectifs pédagogiques

- Interpréter les désignations normalisées
- Décrire les caractéristiques essentielles des aciers
- Identifier les différents traitements thermiques et de surface ainsi que leurs applications

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, méthodes, fabrication, contrôle, qualité et achats

### Pré-requis

Posséder des notions de métallurgie

 EN

MATÉRIAUX MÉTALLIQUES :  
ACIERS ET INOX

## Choix des aciers en construction mécanique

Maîtriser l'approche méthodologique de choix du couple acier-traitement thermique permettant à une pièce de résister aux sollicitations en service

**M02**  31 h

### Extrait du programme

- Sollicitations et modes de ruine associés
- Fabrication des structures
- Les aciers utilisés en construction mécanique
- Méthode de choix d'aciers
- Le contrôle et les documents de contrôle

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les critères de choix du couple acier de construction-traitement thermique en fonction des sollicitations en service de la pièce ou organe mécanique
- Formuler les bonnes questions à poser aux spécialistes des matériaux et des traitements
- Décrire les différentes étapes de la méthode de choix d'acier
- Lister les informations à fournir dans une spécification d'acier et de traitement
- Définir les avantages et les inconvénients des solutions envisageables

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens de bureaux d'études et des services méthodes, maintenance, achats

### Pré-requis

Aucun

MATÉRIAUX MÉTALLIQUES :  
ACIERS ET INOX

## Références et spécifications des matériaux métalliques

Maîtriser ses références et spécifications matière : aciers, aciers inoxydables, fontes, aluminiums et cuivreux

**M04**  14 h

### Extrait du programme

- Rappel sur la définition des caractéristiques mécaniques des matériaux et leur utilisation
- La normalisation au niveau européen (CEN, ECIS, etc.)
- Les aciers et les aciers inoxydables
- Les fontes
- L'aluminium et les alliages d'aluminium
- Les cuivreux
- Les documents de contrôle
- Comparatif entre propriétés des différentes classes de matériaux et aspects économiques

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les informations contenues dans une désignation européenne numérique et symbolique d'acier, d'acier inoxydable, de fonte, d'aluminium et de cuivreux
- Corréler les anciennes désignations et les désignations actuelles
- Spécifier les matériaux et états de traitement conformément au référentiel normatif en vigueur
- Exploiter la documentation remise fournissant les principales caractéristiques des différents matériaux

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthodes, maintenance, achats

### Pré-requis

Aucun

 EN



MATÉRIAUX MÉTALLIQUES :  
ACIERS ET INOX

## Initiation aux aciers inoxydables

Connaître les propriétés mécaniques et physiques des aciers inoxydables pour optimiser ses choix

FL08  7 h

### Extrait du programme

- Qu'est-ce qu'un acier inoxydable ? Pourquoi l'acier « rouille » ?
- Les familles d'aciers inoxydables : austénitiques, ferritiques, martensitiques et austéno-ferritiques (Duplex)
- Point sur les désignations normatives et leur correspondance
- Choisir un acier inoxydable en fonction des applications
- Principaux risques de corrosion des aciers inoxydables
- Notions de passivation et de conception
- Bilan : l'acier inoxydable et sa philosophie ou ce qu'il faut savoir sur l'acier inoxydable

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les différentes familles d'aciers inox
- Appréhender les désignations d'aciers inox
- Comprendre le « mode de fonctionnement » d'un acier inox

### Personnel concerné

Personnels de bureaux d'études, des services contrôle, qualité, fabrication, maintenance, achats, utilisateurs et toute personne souhaitant améliorer la qualité de ses échanges avec un spécialiste du domaine

### Pré-requis

Aucun

MATÉRIAUX MÉTALLIQUES :  
ACIERS ET INOX

## Les aciers inoxydables

Maîtriser les connaissances essentielles pour mieux exploiter les possibilités offertes par les aciers inoxydables

M03  21 h

### Extrait du programme

- Qu'est-ce qu'un acier inoxydable ? Pourquoi l'inox « rouille » ?
- La structure des aciers inoxydables
- Les différentes familles d'aciers inoxydables
- Les désignations normalisées
- Les correspondances entre normes
- Les traitements thermiques
- Les états de surface et traitements
- Les modes de dégradation des aciers inoxydables
- Les différentes corrosions
- Repères et signes distinctifs sur pièces
- Règles pratiques de conception et fabrication

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre pourquoi un acier inoxydable peut rouiller
- Connaître les principales familles d'aciers inoxydables, les principaux modes de défaillances, les règles pratiques de conception et de fabrication influant sur leur comportement
- Intégrer des éléments d'aide au dialogue entre fabricant et donneur d'ordres
- Choisir une nuance en fonction de l'application

### Personnel concerné

Personnels de bureaux d'études, des services contrôle, qualité, fabrication, maintenance...

### Pré-requis

Aucun

MATÉRIAUX MÉTALLIQUES :  
ACIERS ET INOX

## Les aciers à outils

Connaître les propriétés mécaniques et physiques des aciers à outillages pour optimiser ses choix

FL07  7 h

### Extrait du programme

- Définition des aciers à outils
- Les différentes sollicitations auxquelles sont soumis les aciers d'outillage
- Relation structure-propriétés
- Traitements thermiques et superficiels
- Influence de la mise en œuvre sur le comportement
- Exemples de dégradations d'outillage

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les aciers à outils
- Connaître l'incidence de la métallurgie du matériau sur son comportement

### Personnel concerné

Personnels des services maintenance, SAV, bureaux d'études, production, outillage, achats et toute personne souhaitant améliorer la qualité de ses échanges avec un spécialiste du domaine

### Pré-requis

Des notions élémentaires sur la métallurgie des aciers sont souhaitables

MATÉRIAUX MÉTALLIQUES :  
AUTRES MATÉRIAUX

## Matériaux métalliques légers : titane, magnésium, etc

Connaître les spécificités et atouts des alliages légers pour orienter ses choix de développement

**FL15**  7 h

### Extrait du programme

- Titane et magnésium
- Matériaux composites à matrice métallique

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les matériaux métalliques légers : alliages de titane et de magnésium, matériaux composites à matrice métallique

### Personnel concerné

Responsables techniques, ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, services méthodes et industrialisation

### Pré-requis

Aucun

MATÉRIAUX MÉTALLIQUES :  
AUTRES MATÉRIAUX

## Découverte des alliages d'aluminium

Acquérir une connaissance globale des propriétés mécaniques et physiques des alliages d'aluminium

**FL06**  7 h

### Extrait du programme

- Les alliages d'aluminium présentent une très grande variété de propriétés (mécaniques, physiques et d'emploi)
- Désignations normalisées des alliages corroyés et moulés
- États métallurgiques et caractéristiques mécaniques
- Propriétés en service
- Propriétés d'obtention de la pièce
- Traitements de surface
- Traitements thermiques

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les familles d'alliages d'aluminium
- Connaître les propriétés et caractéristiques des alliages

### Personnel concerné

Chefs de projet, acheteurs, technico-commerciaux, responsables d'entreprise et toute personne souhaitant améliorer la qualité de ses échanges avec un spécialiste du domaine

### Pré-requis

Aucun

MATÉRIAUX MÉTALLIQUES :  
AUTRES MATÉRIAUX

## L'aluminium et ses alliages

Connaître les propriétés mécaniques et physiques des alliages d'aluminium pour optimiser ses choix technico-économiques

**M23**  21 h

### Extrait du programme

- Module 1 : propriétés physiques et applications de l'aluminium et ses alliages, les désignations normalisées des alliages d'aluminium, les états métallurgiques, principes de base de la métallurgie et des traitements thermiques des alliages d'aluminium, fabrication des demi-produits, propriétés d'emploi des alliages d'aluminium à durcissement par écrouissage et à durcissement structural, généralités sur les procédés de mise en forme et d'assemblage des demi-produits, particularités du soudage à l'arc des alliages d'aluminium, généralités sur la corrosion et les traitements de surface
- Module 2 (option) : règles de transposition acier/alu, règles de calcul (RDM), étude de cas concrets

### Objectifs pédagogiques

- Module 1 : choisir un alliage d'aluminium et son état métallurgique, reconnaître un alliage à partir de sa désignation normalisée, définir une protection contre la corrosion
- Module 2 : transposer une conception acier en conception aluminium, maîtriser le dimensionnement (règles de calcul)

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes, recherche et développement, qualité et production

### Pré-requis

Aucun

MATÉRIAUX MÉTALLIQUES :  
AUTRES MATÉRIAUX

## Le cuivre et ses alliages

Appréhender le cuivre et ses alliages, actualiser ses connaissances sur les différentes familles

**MMS07**  14 h

### Extrait du programme

- Rappels de la métallurgie des alliages de cuivre
- Les laitons
- Les autres familles d'alliages
- Les référentiels normatifs
- Étude de cas concrets

### Objectifs pédagogiques

- Énumérer les différentes familles d'alliages de cuivre et leurs utilisations
- Interpréter les désignations normalisées
- Spécifier ou acheter correctement un alliage de cuivre ou un cuivre pur
- Réceptionner et contrôler le matériau acheté
- Choisir un alliage de cuivre

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de services techniques, de bureaux d'études, méthodes, de services qualité et achats

### Pré-requis


Aucun

EN

MATÉRIAUX MÉTALLIQUES :  
AUTRES MATÉRIAUX

## Spécifier un matériau métallique dans le référentiel européen

Éliminer les aléas liés à l'approvisionnement des matières et diminuer les coûts de non qualité grâce à une spécification rigoureuse

**MMS01**  7 h

### Extrait du programme

- Rappel des bases de métallurgie
- Que signifie « spécifier » un matériau ?
- Aciers, aciers inoxydables, fontes (bases fer)
- Aluminium et alliages / cuivre et alliages

### Objectifs pédagogiques

- Maîtriser les systèmes européens de désignation des familles d'alliage les plus courantes
- Spécifier correctement un matériau (symbolisation/dénomination) conformément au référentiel normatif en vigueur
- Connaître les différentes familles d'aciers et leurs applications

### Personnel concerné

Techniciens et ingénieurs bureaux d'études, méthodes, services achats, service qualité réception matière

### Pré-requis

Aucun

EN

MATÉRIAUX MÉTALLIQUES :  
CORROSION

## Connaissance et prévention de la corrosion des matériaux métalliques

Apprendre à identifier les différentes formes de corrosion et les remèdes adaptés pour mieux en limiter les conséquences à la conception et lors de l'utilisation des équipements

**M07**  35 h

### Extrait du programme

- Généralités
- Comportement des matériaux métalliques vis-à-vis de la corrosion
- La lutte contre la corrosion, les mesures préventives
- La protection par traitements de surface
- L'analyse de défaillances par corrosion
- Visite des laboratoires

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les différentes formes de corrosion des matériaux métalliques
- Identifier l'origine des phénomènes de corrosion
- Citer les solutions de prévention envisageables
- Minimiser les risques de corrosion dès la conception d'un équipement

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services de maintenance

### Pré-requis

Connaissance des matériaux métalliques

MATÉRIAUX MÉTALLIQUES :  
CORROSION

## Corrosion de l'aluminium et de ses alliages

Appréhender les phénomènes de corrosion des alliages d'aluminium pour augmenter la durée de vie de ses équipements

**M20**  14 h

### Extrait du programme

- Familles d'alliages d'aluminium
- États métallurgiques
- Notions de base sur la corrosion de l'aluminium
- Formes de corrosion de l'aluminium
- Influence du milieu d'exposition
- Paramètres influents spécifiques aux alliages d'aluminium
- Méthodes d'essai de corrosion
- Influence de la conception sur la tenue à la corrosion
- Étude de cas de corrosion par les participants

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les différentes formes de corrosions des alliages d'aluminium
- Choisir l'alliage d'aluminium adapté
- Intégrer l'influence de la tenue à la corrosion

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes, industrialisation, recherche et développement

### Pré-requis

Aucun

MATÉRIAUX MÉTALLIQUES :  
CORROSION

## Choisir une protection anticorrosion pour les matériaux métalliques

Choisir ses protections anticorrosion en fonction des conditions d'utilisation de ses produits

**M69**  28 h

### Extrait du programme

- Rappels sur la corrosion
- Analyse des conditions de fonctionnement de l'équipement ou du composant
- Les traitements de surface anticorrosion
- Les méthodes électriques (protections cathodiques)
- Méthode et choix de protection

### Objectifs pédagogiques

- Définir la corrosivité d'un environnement
- Lister les solutions de protection anticorrosion
- Sélectionner les solutions de protection en fonction du domaine d'application
- Choisir la protection anticorrosion la plus adaptée aux conditions d'utilisation en service

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthodes, qualité et maintenance

### Pré-requis

Connaissance des matériaux métalliques

MATÉRIAUX MÉTALLIQUES :  
CORROSION

## Protection cathodique de structures immergées ou enterrées

Améliorer ses connaissances de la protection cathodique pour mieux comprendre son fonctionnement, rédiger des cahiers des charges, réaliser des calculs de dimensionnement et être capable d'identifier d'éventuelles anomalies

**M70**  21 h

### Extrait du programme

- Théorie de la protection cathodique
- Mise en application et aspects pratiques

### Objectifs pédagogiques

- Améliorer les connaissances théoriques et techniques de la protection cathodique et expliquer les principes de la protection cathodique, choisir les règles de dimensionnement, réaliser des calculs simples de dimensionnement, contrôler l'efficacité d'une protection par des mesures de potentiel

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthode, qualité et maintenance

### Pré-requis

Posséder des notions d'électrochimie

MATÉRIAUX MÉTALLIQUES :  
CORROSION

## Conduite d'une enceinte de brouillard salin : cas des revêtements sacrificiels

Utiliser son enceinte de brouillard salin conformément aux exigences des constructeurs automobiles français

M16  7 h

### Extrait du programme

- Enjeux du test et état de la technique
- Point sur les normes
- Principe de fonctionnement d'une enceinte de brouillard salin
- Maintenance et vérification de l'enceinte
- Travaux pratiques : vérification de l'agressivité de l'enceinte
- Méthode d'évaluation des résultats

### Objectifs pédagogiques

- Décrire le principe de fonctionnement d'une enceinte de brouillard salin
- Vérifier le bon fonctionnement de l'équipement
- Conduire un test de corrosion accélérée
- Définir une méthode de lecture du résultat

### Personnel concerné

Techniciens et ouvriers chargés de la réalisation des essais de corrosion accélérés

### Pré-requis

Aucun

MATÉRIAUX MÉTALLIQUES :  
CORROSION

## Choix d'un matériau vis-à-vis de sa tenue en corrosion

Appréhender la méthodologie du choix d'un matériau par rapport à sa tenue en corrosion dans un environnement donné. Actualiser ses connaissances sur les essais, notamment les mesures électrochimiques

MMS08  14 h **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Bases et généralités sur la corrosion
- Illustration des formes de corrosion par des cas concrets et visite du laboratoire d'électrochimie
- Critères de choix en corrosion en vue d'un choix matériau
- Visite du laboratoire d'essais corrosion et étude de cas concrets

### Objectifs pédagogiques

- Décrire le mécanisme électrochimique de la corrosion, les formes de corrosion rencontrées selon les familles d'alliages
- Utiliser la méthodologie du choix matériau
- Utiliser les différents types d'essais possibles, notamment ceux électrochimiques
- Choisir un essai pour finaliser un choix matériau

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de services techniques, de bureaux d'études, méthodes, qualité

### Pré-requis

Connaissances des matériaux métalliques

MATÉRIAUX MÉTALLIQUES :  
CORROSION

## Logiciel Cetim Procor

Utiliser les fonctionnalités de base de Cetim Procor pour la modélisation des systèmes de protection cathodique

LOGS06  14 h

### Extrait du programme

- Présentation générale du logiciel
- Fondements théoriques et méthode des éléments de frontière
- Introduction à l'environnement de Castor Concept / Procor, et prise en main
- Utilisation des fonctions avancées du solveur et règles de modélisation
- Tout au long de la formation, des exemples de modélisation des systèmes de protection cathodique sont présentés, commentés et étudiés en utilisant les ressources du logiciel (les stagiaires peuvent présenter eux-mêmes des exemples rencontrés)

### Objectifs pédagogiques

- Modéliser un problème de protection cathodique à l'aide du logiciel Cetim Procor et analyser l'ensemble des résultats de calculs en potentiels, en densités de courant, etc
- Appréhender correctement les différents types de protection cathodique, tels que les anodes galvaniques, et la protection à courant imposé
- Calculer la durée de vie des anodes galvaniques

### Personnel concerné

Responsables et techniciens de bureaux d'études, de maintenance, et d'inspection

### Pré-requis

Connaissance et pratique préalable de dimensionnement de base en protection cathodique. La connaissance des normes applicables dans le domaine est recommandée. Expérience d'utilisation d'un code de calculs

MATÉRIAUX NON MÉTALLIQUES :  
POLYMÈRES

## Initiation aux plastiques

Maîtriser les connaissances de base sur les matières plastiques : conception, injection, extrusion, annelage, soufflage, rotomoulage, soudure rotation, US, lame chauffante, laser...

**M652**  **7 h**

### Extrait du programme

- Définitions, vocabulaire
- Structure des polymères, charges et additifs, fibres de renfort
- Les différentes familles de polymères
- Techniques de moulage
- Exemples d'applications

### Objectifs pédagogiques

- Énoncer les spécificités des matières plastiques
- Identifier les avantages et les inconvénients de ces matériaux
- Connaître les moyens de mise en œuvre et d'assemblage
- Connaître les applications spécifiques aux plastiques

### Personnel concerné

Chefs de projets, qualitiens, technico-commerciaux, acheteurs, secrétaires techniques, services appelés à discuter avec des experts du domaine de la plasturgie

### Pré-requis

Aucun



MATÉRIAUX NON MÉTALLIQUES :  
POLYMÈRES

## Matières recyclables/ biosourcées pour plastiques, composites

Découvrir le potentiel des composites et plastiques biosourcés ou recyclables

**M86**  **14 h**

### Extrait du programme

- Présentation des matériaux
- Enjeux environnementaux

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les applications liées aux plastiques et composites recyclés ou biosourcés
- Apprécier la recyclabilité des différents plastiques et composites existants sur le marché (pétrosourcés et biosourcés)
- Apprécier les avantages et limites techniques et économiques de ces matériaux

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études

### Pré-requis

Avoir des connaissances de base sur les composites ou plastiques

MATÉRIAUX NON MÉTALLIQUES :  
POLYMÈRES

## Les élastomères : matériaux, comportement mécanique et étanchéité

Maîtriser les caractéristiques des élastomères pour vos conceptions, en particulier dans leur fonction étanchéité

**M71**  **35 h**

### Extrait du programme

- Module 1 : Matériaux (3 jours)
- Module 2 : Mécanique des élastomères et étanchéité (2 jours)
- Visite du laboratoire d'essais d'étanchéité et démonstrations

### Objectifs pédagogiques

- Identifier et différencier les familles d'élastomères
- Définir les contrôles adaptés
- Rédiger un cahier des charges matériaux
- Expliquer le comportement des élastomères et leur modélisation
- Utiliser des calculs analytiques pour concevoir étanche

### Personnel concerné

Industriels utilisateurs d'élastomères : ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, qualité, maintenance, achats

### Pré-requis

Aucun

MATÉRIAUX NON MÉTALLIQUES :  
POLYMÈRES

## L'essentiel des silicones

Connaître les spécificités des élastomères silicones

1IESIL  7 h

### Extrait du programme

- La chimie des silicones
- Les différents silicones
- La formulation des silicones
- La mise en œuvre des silicones EVC

### Objectifs pédagogiques

- Acquérir les connaissances de base sur la formulation et la mise en œuvre du silicone

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens désireux d'acquérir des connaissances sur les silicones en vue d'utiliser cet élastomère

### Pré-requis

Connaissances des caoutchoucs. Notions de formulation

MATÉRIAUX NON MÉTALLIQUES :  
POLYMÈRES

## Technyl®, Ultramid®, Latamid®, Nylatron®, apprendre à sortir des logiques de marques

Apprendre à interpréter les informations figurant sur une fiche matière, grâce à une meilleure connaissance des plastiques

PLAS01  14 h **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Définitions, vocabulaire
- Description des grandes familles de matières plastiques & propriétés associées
- Action des renforts, charges et adjuvants sur les propriétés des matériaux
- Contrôle matière (méthodes normalisées d'analyse et de caractérisation)
- Travaux pratiques (lecture/interprétation de fiches matières, etc.)

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les propriétés des principales familles de polymères, ainsi que les rôles joués par les charges et les adjuvants
- Connaître les principales techniques de caractérisation des matières plastiques
- Interpréter les informations figurant sur une fiche matière

### Personnel concerné

Techniciens et ingénieurs bureaux d'études, services achats, service qualité

### Pré-requis

Aucun

MATÉRIAUX NON MÉTALLIQUES :  
POLYMÈRES

## Maîtriser la désignation normalisée des matières plastiques

Spécifier rigoureusement ses besoins par la désignation des plastiques

PLAS02  14 h **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Désignation des matières plastiques
- Traitement de cas concrets

### Objectifs pédagogiques

- Définir un cahier des charges matière, pour une application donnée
- Spécifier correctement une matière plastique (symbolisation/dénomination) pour l'adapter au juste besoin du produit

### Personnel concerné

Techniciens et ingénieurs bureaux d'études, services achats, service qualité

### Pré-requis

Avoir suivi la formation PLAS01 - « Technyl®, Ultramid®, Latamid®, Nylatron®, apprendre à sortir des logiques de marques »

MATÉRIAUX NON MÉTALLIQUES :  
POLYMÈRES

## Maîtriser la durabilité de pièces en matière plastique

Appréhender la notion de durabilité pour garantir la fonctionnalité de pièces en plastique

**PLAS04**  14 h **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Rappels
- Présentations des principaux modes de dégradation des polymères
- Présentation des principaux essais et de leurs spécificités
- Présentation de l'approche par les normes NF X 50-144 parties 1 à 6
- Illustrations

### Objectifs pédagogiques

- Maîtriser les notions de base liées au vieillissement des plastiques
- Connaître les différents essais utilisés pour valider la durabilité des plastiques
- Acquérir une méthode pour prendre en compte l'environnement, dans une démarche de personnalisation d'essai (NFX 50144)

### Personnel concerné

Techniciens et ingénieurs bureaux d'études, service achats, service qualité

### Pré-requis

Connaissances de base sur les polymères ou avoir suivi la formation PLAS01 - « Technyl®, Ultramid®, Latamid®, Nylatron®, apprendre à sortir des logiques de marques »

MATÉRIAUX NON MÉTALLIQUES :  
COMPOSITES

## Initiation aux composites

Maîtriser les connaissances de base sur les matériaux composites

**M681**  7 h

### Extrait du programme

- Matériaux et généralités
- Techniques de moulage composite
- Notion de démarche de conception et applications

### Objectifs pédagogiques

- Énoncer les spécificités des matériaux composites
- Lister les avantages et les inconvénients de ces matériaux
- Décrire les principaux procédés de fabrication des composites
- Identifier les applications spécifiques aux composites

### Personnel concerné

Chefs de projets, personnes des bureaux d'études et des méthodes mais aussi tous ceux (technico-commerciaux, acheteurs, secrétaires techniques, service qualité) appelés à discuter avec des experts du domaine

### Pré-requis

Stage accessible à toute personne ayant une formation générale de niveau bac

MATÉRIAUX NON MÉTALLIQUES :  
COMPOSITES

## Conception, fabrication, contrôle des pièces en matériau composite

Concevoir et contrôler ses pièces en composite, en choisissant le matériau et le processus adaptés

**M68**  28 h

### Extrait du programme

- Matériaux et généralités
- Techniques de mise en œuvre
- Démarche de conception, dimensionnement et calcul
- Contrôle et analyse de défaillances

### Objectifs pédagogiques

- Choisir une structure fibres résine et le procédé associé répondant à un cahier des charges
- Initier une démarche de conception d'une pièce en matériau composite et la pratiquer sur des cas simples
- Identifier les spécificités des matériaux composites tout au long de leur cycle de vie

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthodes

### Pré-requis

Stage accessible à toute personne ayant une formation générale de niveau bac



MATÉRIAUX NON MÉTALLIQUES :  
COMPOSITES

## Matières recyclables/ biosourcées pour plastiques, composites

Découvrir le potentiel des composites et plastiques biosourcés ou recyclables

M86  14 h

### Extrait du programme

- Présentation des matériaux
- Enjeux environnementaux

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les applications liées aux plastiques et composites recyclés ou biosourcés
- Apprécier la recyclabilité des différents plastiques et composites existants sur le marché (pétrosourcés et biosourcés)
- Apprécier les avantages et limites, techniques et économiques, de ces matériaux

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études

### Pré-requis

Avoir des connaissances de base sur les composites ou plastiques

MATÉRIAUX NON MÉTALLIQUES :  
COMPOSITES

## Caractérisation mécanique et physico-chimique des matériaux composites

Préparer ses collaborateurs à maîtriser les principes des essais mécaniques et physico-chimiques et à déterminer les propriétés des matériaux

M84  14 h

### Extrait du programme

- Introduction aux matériaux composites
- Préparation des éprouvettes
- Propriétés physico-chimiques et mécaniques des matériaux composites
- Visite et démonstration d'essais sur pièces dans le laboratoire
- Étude d'un cas concret

### Objectifs pédagogiques

- Choisir et mettre en œuvre les différents essais pour caractériser des pièces composites
- Interpréter les résultats d'essais
- Avoir des notions sur le comportement mécanique et physico-chimique des matériaux composites
- Avoir un aperçu du système qualité mis en place au sein d'un laboratoire

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens, agents de maîtrise

### Pré-requis

Avoir des connaissances en sciences des matériaux

EN

MATÉRIAUX NON MÉTALLIQUES :  
COMPOSITES

## Composites à matrice thermoplastique pour applications industrielles hautes performances

Se former sur le choix des matériaux, l'identification des procédés et la conception de pièces à niveau de spécialistes

TPHP01  21 h **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Webinar 1 heure en ligne avant la formation en présentiel pour présenter la formation
- Contexte des secteurs Hautes Performances et intérêts des composites thermoplastiques
- Les matériaux composites thermoplastiques
- Les grands procédés de mise en œuvre des composites thermoplastiques dans les secteurs hautes performances

### Objectifs pédagogiques

- Énoncer les spécificités des matériaux composites TP dédiés aux applications hautes performances
- Identifier les principales technologies de mise en œuvre des composites TP dédiés aux applications hautes performances
- Lister les règles de conception importantes des pièces composites TP pour les applications hautes performances
- Énumérer les grandes familles de spécifications pièces pour le secteur aéronautique

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des secteurs hautes performances

### Pré-requis

Connaissance de base sur les composites et/ou les matériaux plastiques. Il est recommandé de suivre au préalable la formation M65 ou M68

EN

MATÉRIAUX NON MÉTALLIQUES :  
CAOUTCHOUC

## Découverte du caoutchouc

Se familiariser avec le vocabulaire spécifique à l'industrie du caoutchouc

1IDCC  7 h

### Extrait du programme

- Les aspects techniques et économiques
- Les différentes familles de caoutchouc
- Les différents aspects de la formulation d'un caoutchouc
- Visite des laboratoires
- La mise en œuvre des caoutchoucs
- Démonstrations de mélangeage et de moulage

### Objectifs pédagogiques

- Acquérir le langage et le vocabulaire de l'industrie du caoutchouc
- Connaître les différents caoutchoucs et les procédés de transformation

### Personnel concerné

Employés des services administratifs, des bureaux de vente et d'achat de toute entreprise concernée par le caoutchouc. Enseignants des lycées et IUT

### Pré-requis

Aucun

MATÉRIAUX NON MÉTALLIQUES :  
CAOUTCHOUC

## Matériaux et procédés : le caoutchouc par la technique

Acquérir les bases scientifiques et techniques, des élastomères et de leur transformation, de la matière première à la pièce finie

1IMCT  35 h

### Extrait du programme

- Aspects économiques de l'industrie du caoutchouc
- Caractéristiques générales des caoutchoucs
- Nécessité de formuler un caoutchouc
- Les caoutchoucs généraux
- Les caoutchoucs spéciaux
- Les caoutchoucs très spéciaux
- Visite du magasin des matières premières et ateliers
- Les charges et les plastifiants
- La vulcanisation

### Objectifs pédagogiques

- Acquérir les connaissances de base techniques et scientifiques sur la production, la transformation et les propriétés des caoutchoucs

### Personnel concerné

Ingénieurs, cadres, techniciens du domaine technique de tous les services liés à la production, la transformation, l'utilisation des caoutchoucs, ainsi qu'à la production des matières premières et des machines de l'industrie du caoutchouc

### Pré-requis

Niveau général minimum : bac scientifique plus expérience professionnelle ou bac + 2 scientifique débutant. Des notions de chimie sont indispensables

MATÉRIAUX NON MÉTALLIQUES :  
CAOUTCHOUC

## Propriétés dynamiques des pièces en caoutchouc

Comprendre le comportement dynamique du caoutchouc

1EPDY  21 h

### Extrait du programme

- Rappels sur les polymères – classification
- Température de transition vitreuse Tg
- Notion de formulation des caoutchoucs
- Essais mécaniques fondamentaux appliqués aux caoutchoucs
- Viscoélasticité en régime quasi-statique, relaxation, fluage, recouvrance
- Viscoélasticité en dynamique, chargement transitoire et dynamique en régime établi

### Objectifs pédagogiques

- Acquérir ou remettre à jour les connaissances techniques et scientifiques nécessaires à la compréhension du comportement du caoutchouc soumis à un régime dynamique établi ou transitoire
- Identifier les méthodes de caractérisation, vibrations libres, vibrations forcées
- Identifier les relations entre formulation et propriétés dynamiques
- Présenter des cas d'applications

### Personnel concerné

Ingénieurs, cadres, techniciens des services de recherche et de contrôle des entreprises concernées par des pièces en caoutchouc destinées à l'antivibratoire, à l'absorption des bruits, à l'amortissement etc.

### Pré-requis

Avoir une connaissance générale des caoutchoucs et de leur formulation. Niveau de mathématiques : terminale scientifique

MATÉRIAUX NON MÉTALLIQUES :  
CAOUTCHOUC

## Conception des moules pour caoutchouc

Maîtriser et optimiser la conception d'un moule caoutchouc

1CCMC  21 h

### Extrait du programme

- Différentes techniques de moulage (comparaison économique et technique)
- Conception et méthodologie du dessin du moule
- Notions sur la rhéologie des caoutchoucs
- Données et propriétés influençant la mise en œuvre (vulcanisation, viscosité, thermique, etc.)
- Phénomènes physiques à prendre en compte lors de la conception d'un moule
- Auto-échauffement de la matière
- Remplissage du moule
- Thermique du moulage
- Cas de vulcanisation illustrés par simulation numérique
- Équilibrage des moules

### Objectifs pédagogiques

- Concevoir un moule dans la technique de moulage choisie, en optimisant ses dimensions et son nombre d'empreintes

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études ou d'ateliers de moulage chargés de concevoir les moules pour caoutchouc ou d'optimiser les moules existants

### Pré-requis

Niveau bac + 2 souhaitable. Connaissances suffisantes en dessin industriel

MATÉRIAUX NON MÉTALLIQUES :  
CAOUTCHOUC

## Adhésisation caoutchouc. Structures mécaniques rigides

Connaître les paramètres critiques de l'adhésisation

1CAMR  7 h

### Extrait du programme

- Théories de l'adhésion
- Préparations des surfaces
- Influence des constituants du mélange
- Techniques d'adhésion
- Contrôle de l'adhésion

### Objectifs pédagogiques

- Acquérir les connaissances de base sur les principes d'adhésion, les différents procédés utilisés et les méthodes de contrôle

### Personnel concerné

Ingénieurs, cadres, techniciens des services de production, recherche et développement des entreprises transformatrices de caoutchouc utilisant des supports rigides

### Pré-requis

Avoir la connaissance des caoutchoucs et des notions de formulation

TRAITEMENT THERMIQUE

## Le traitement thermique des aciers de construction mécanique

Choisir le traitement thermique de ses aciers en fonction de leurs conditions d'utilisation et en maîtrisant les paramètres de contrôle du procédé retenu

M15  31 h

### Extrait du programme

- Bases de la métallurgie des aciers
- Les traitements thermiques dans la masse
- Les traitements thermiques superficiels
- Le contrôle des traitements thermiques
- Pratique industrielle du traitement thermique

### Objectifs pédagogiques

- Décrire les mécanismes métallurgiques intervenant dans le traitement thermique des aciers de construction mécanique
- Interpréter les désignations normalisées et décrire les caractéristiques essentielles des aciers de construction mécanique
- Décrire et sélectionner les procédés adaptés à l'application
- Identifier les défauts de traitement thermique
- Définir les paramètres de contrôle indispensables à la qualité du traitement thermique

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services études, méthodes et production

### Pré-requis

Des notions de métallurgie des aciers sont nécessaires

## TRAITEMENT THERMIQUE

**Les traitements thermiques des alliages d'aluminium**

Définir les traitements thermiques nécessaires pour obtenir les propriétés optimales de ses pièces en alliage d'aluminium

**M22**  **7 h**

**Extrait du programme**

- Familles d'alliages d'aluminium
- Base des traitements thermiques, écrouissage, durcissement structural
- Influence des traitements thermiques sur la tenue à la corrosion
- Mise en solution, maturation, revenu
- Traitements thermiques d'adoucissement (recuit)
- Contrôle de la qualité

**Objectifs pédagogiques**

- Choisir l'alliage d'aluminium et le traitement thermique en fonction des conditions de service
- Utiliser les références normatives
- Prescrire des traitements thermiques
- Identifier les défauts liés aux traitements thermiques
- Connaître les essais nécessaires au contrôle de la qualité d'un traitement

**Personnel concerné**

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthodes

**Pré-requis**

Aucun

## TRAITEMENT THERMIQUE

**Matériaux métalliques et traitements thermiques utilisés en décolletage**

Acquérir les bases nécessaires sur les matériaux métalliques utilisés en décolletage pour dialoguer efficacement avec les spécialistes

**211**  **21 h** **NOUVEAU**

**Extrait du programme**

- Les principaux matériaux métalliques : principes de désignation, principales nuances et propriétés
- Les principaux traitements thermiques
- Spécification technique d'achat (CDC)

**Objectifs pédagogiques**

- Dialoguer avec les spécialistes (fournisseurs, sous-traitants en traitements thermiques) grâce à l'acquisition des bases nécessaires sur les matériaux métalliques utilisés en décolletage
- Comprendre les spécifications normatives et être capable de les reporter dans un cahier des charges matières
- Comprendre le certificat matières

**Personnel concerné**

Tous les techniciens concernés par les matériaux en décolletage et micro-mécanique, au niveau achat, conception, fabrication, traitement et contrôle

**Pré-requis**

Aucun

INGÉNIERIE DES SURFACES :  
TRAITEMENT DE SURFACE**Traitements de surface : aide au choix**

Intégrer les traitements de surface de ses pièces métalliques dès la conception et actualiser ses connaissances des procédés

**M17**  **35 h**

**Extrait du programme**

- Préalables au choix des traitements de surface
  - Les différents procédés de traitements de surface (\*)
  - Méthode de choix de traitement
  - Visite de laboratoires
- (\*) *Pour chaque procédé abordé seront présentés : la définition et la mise en œuvre, les aspects économiques, les traitements réalisables et leurs caractéristiques, les domaines d'emploi et les conditions d'utilisation, le contrôle et la normalisation, des exemples et cas concrets*

**Objectifs pédagogiques**

- Citer les normes et identifier les coûts dans le choix d'un procédé de traitement
- Sélectionner les traitements de surface en fonction des sollicitations
- Interagir sur la conception des pièces en fonction des procédés envisagés
- Identifier les moyens de contrôle des dépôts à utiliser
- Identifier les facteurs influant sur la qualité du résultat
- Évaluer les avantages et inconvénients d'un procédé

**Personnel concerné**

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthodes ou maintenance

**Pré-requis**

Aucun

INGÉNIERIE DES SURFACES :  
TRAITEMENT DE SURFACE

## Les traitements de surface des alliages d'aluminium

Choisir les traitements de surface des alliages d'aluminium en fonction des conditions d'utilisation de ses produits

S50  14 h

### Extrait du programme

- But des traitements de surface
- Traitements préliminaires – préparations de surface
- Anodisation
- Procédés d'anodisation
- Traitements postérieurs à l'anodisation (colmatage, coloration, etc.)
- Contrôles après l'anodisation
- Anodisation sans CrVI (OAS, OAST, OASB, etc.)
- Colmatage sans CrVI
- Traitements de conversion chimique avec et sans CrVI
- Revêtements organiques
- Revêtements métalliques

### Objectifs pédagogiques

- Choisir l'alliage d'aluminium adapté à leur besoin
- Prescrire des types d'anodisation
- Choisir des contrôles après anodisation
- Choisir des revêtements organiques et métalliques adaptés à ses besoins
- Décrire les nouveaux traitements sans CrVI

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes et industrialisation, des services recherche et développement

### Pré-requis

Connaître les familles d'alliages d'aluminium (désignations et états métallurgiques) et avoir des notions de base sur la corrosion de l'aluminium et de ses alliages

INGÉNIERIE DES SURFACES :  
TRAITEMENT DE SURFACE

## Traitement de surface utilisés en décolletage

Acquérir les bases nécessaires sur les traitements de surface utilisés en décolletage

288  14 h

### Extrait du programme

- La corrosion
- Les différents traitements de surface
- Focus sur quelques traitements de surface utilisés en décolletage

### Objectifs pédagogiques

- Dialoguer avec les spécialistes (traiteurs) et les donneurs d'ordres grâce à l'acquisition des bases nécessaires sur les traitements de surface utilisés en décolletage

### Personnel concerné

Tous les techniciens concernés par les matériaux en décolletage et micro-mécanique, au niveau achat, conception, fabrication, traitement et contrôle

### Pré-requis

Aucun

INGÉNIERIE DES SURFACES :  
TRAITEMENT DE SURFACE

## Conduite d'une ligne de traitements de surface – niveau 1

Apprendre les notions de base en chimie et en électricité, découvrir les différents types de traitements et les équipements pour le contrôle des bains

M08  14 h

### Extrait du programme

- Rappel des principes élémentaires : risque chimique, chimie et électricité, électrochimie
- Les différents types de traitement de surface

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les familles de produits utilisées en traitement de surface
- Définir les compatibilités entre les familles de produits
- Identifier les différents types de traitements (chimiques et électrochimiques)
- Monter des bains et identifier les risques
- Sélectionner et utiliser des moyens de contrôle des bains
- Contrôler le fonctionnement des bains

### Personnel concerné

Opérateur, metteur aux bains, contrôleur qualité

### Pré-requis

Aucun

INGÉNIERIE DES SURFACES :  
TRAITEMENT DE SURFACE

## Conduite d'une ligne en traitements de surface – niveau 2

Perfectionner ses connaissances sur les différentes opérations de traitements de surface par voie humide

**M09**  14 h

### Extrait du programme

- Compléments de chimie
- Préparation de surface
- Dépôts par voie chimique
- Électrolyse
- Traitements électrolytiques
- Contrôle des traitements

### Objectifs pédagogiques

- Expliquer les dérives de fonctionnement des bains qui engendrent des problèmes de qualité
- Contrôler les revêtements
- Décrire les réactions aux électrodes
- Identifier et expliquer le rôle des différents constituants des bains de traitements de surface

### Personnel concerné

Techniciens en traitement de surface, chefs d'atelier, responsables de laboratoire, contrôleurs qualité, metteurs au bain expérimentés

### Pré-requis

Il est conseillé de suivre la formation de niveau 1 (M08) avant celle de niveau 2 (à noter que les deux formations sont proposées dans cet objectif à deux semaines d'intervalle)

INGÉNIERIE DES SURFACES :  
TRAITEMENT DE SURFACE

## Peintures sur pièces métalliques

Appréhender les paramètres influents et maîtriser la sous-traitance pour obtenir des pièces peintes répondant à vos exigences de durabilité, en tenant compte des contraintes sécurité-environnement

**M52**  28 h

### Extrait du programme

- Supports : notion de corrosion, revêtements métalliques avant peinture, règles de conception / bonnes pratiques de fabrication
- Préparation de surface avant peinture selon le métal à traiter (produits, procédés)
- Peintures, qualité, réglementation

### Objectifs pédagogiques

- Donner les bonnes pratiques pour la conception des pièces avant peinture
- Citer les préparations et traitements de surface possibles avant peinture selon les supports
- Lister les différentes peintures, leurs principales propriétés ainsi que les procédés de mise en œuvre
- Rédiger une spécification peinture simple en fixant des exigences de performance et savoir mettre en place un suivi qualité produit/process
- Retranscrire les défauts de peinture les plus courants et des moyens d'investigation permettant d'en déterminer l'origine
- Appréhender les contraintes sécurité-environnement

### Personnel concerné

Responsables d'atelier de peinture, ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthodes, contrôle qualité et environnement

### Pré-requis

Niveau bac

INGÉNIERIE DES SURFACES :  
TRAITEMENT DE SURFACE

## Peinture et décoration des pièces plastiques et composites

Appréhender les paramètres influents pour obtenir des pièces peintes répondant à ses exigences, en tenant compte des contraintes sécurité-environnement

**M53**  21 h

### Extrait du programme

- Généralités et particularités pour la mise en peinture
- Préparation de surface avant peinture selon le matériau à traiter (produits, procédés)
- Peintures : composition, propriétés, les différents types de peinture, préparation...
- Autres procédés de décoration
- Qualité, réglementation, travaux pratiques

### Objectifs pédagogiques

- Décrire les préparations de surface des pièces plastiques et composites avant finition
- Lister les différentes peintures, leurs propriétés, ainsi que les procédés de mise en œuvre
- Lister les principaux modes de décoration d'une pièce
- Rédiger un cahier des charges produit simple en fixant les exigences de performance à partir de tests de qualification et savoir mettre en place un suivi qualité produit/process

### Personnel concerné

Responsables d'atelier de peinture, ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et méthodes, services contrôle, services qualité, service environnement

### Pré-requis

Niveau bac technique ou scientifique. Une première connaissance des peintures est un plus



INGÉNIERIE DES SURFACES :  
TRAITEMENT DE SURFACE

## Traitements de surface : obligations réglementaires

Appréhender les principales réglementations environnementales liées à l'activité de traitement de surface et les prescriptions associées

**G61A**  **7 h**

### Extrait du programme

- La réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement
- Le contexte européen
- L'arrêté ministériel du 30 juin 2006
- Les obligations en fonction du milieu récepteur
- Les acteurs institutionnels
- Les obligations en cas de création, extension, transfert et cessation d'activité

### Objectifs pédagogiques

- Définir le contexte réglementaire français
- Identifier les textes réglementaires applicables à l'activité de traitement de surface
- Évaluer la conformité de son site

### Personnel concerné

Chefs d'entreprise, responsables environnement, ingénieurs environnement

### Pré-requis

Aucun

INGÉNIERIE DES SURFACES :  
TRAITEMENT DE SURFACE

## Logiciel Cetim Castor Elec 3D

Optimiser les montages électrolytiques en analysant avec précision la répartition des épaisseurs de dépôt sur l'ensemble d'une pièce avec Cetim Castor Elec 3D, outil d'aide à la conception de procédés

[Nous consulter](#)

INGÉNIERIE DES SURFACES :  
TRIBOLOGIE

## Tribologie : frottement, usure et lubrification des organes mécaniques

Maîtriser les concepts de la tribologie pour optimiser la conception et l'entretien de ses organes mécaniques soumis au frottement et à l'usure

**M12**  **21 h**

### Extrait du programme

- Notions de tribologie
- Méthodes et critères de choix des matériaux en tribologie
- La lubrification
- L'analyse de défaillances par usure

### Objectifs pédagogiques

- Expliquer les notions de base de la tribologie (système tribologique, coefficient de frottement, lubrification, usure, 3<sup>e</sup> corps, etc.)
- Identifier les différents modes d'endommagement par l'usure
- Identifier les facteurs d'influence d'un système tribologique
- Sélectionner des matériaux, traitements et/ou revêtements pertinents pour répondre à des problématiques de frottement ou d'usure

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études ou des services maintenance et entretien

### Pré-requis

Posséder des acquis en mécanique et des notions de métallurgie

INGÉNIERIE DES SURFACES :  
PROPRETÉ

## Propreté des pièces mécaniques

Mettre en place une démarche de maîtrise de la propreté de surface de ses pièces pour faire de la propreté un levier de performance

**PROP01**  10 h

### Extrait du programme

- Définitions et généralités (Webinaire)
- Comment maîtriser la propreté ?
- Étude de cas industriels de mise en place d'une démarche de maîtrise de la propreté

### Objectifs pédagogiques

- Définir la propreté des pièces
- Formuler les enjeux liés aux exigences de propreté des pièces
- Citer les différentes étapes du contrôle de la propreté
- Définir des bonnes pratiques de maîtrise de la propreté
- Mettre en œuvre une démarche de maîtrise de la propreté en entreprise

### Personnel concerné

Responsables, agents de maîtrise et techniciens des services qualité, méthodes et fabrication désirant mettre en place une organisation propreté

### Pré-requis

Aucun

INGÉNIERIE DES SURFACES :  
PROPRETÉ

## Contrôle de la propreté des pièces

Développer ses compétences pour réaliser des contrôles de propreté suivant la norme ISO 16232 (version 2018)

**PROP02**  14 h

### Extrait du programme

- Définitions et généralités (Webinaire)
- Comment évaluer la propreté particulaire

### Objectifs pédagogiques

- Définir la propreté des pièces
- Comprendre les enjeux liés aux exigences de propreté des pièces
- Interpréter les exigences propreté des cahiers des charges
- Réaliser des mesures de propreté particulaire

### Personnel concerné

Techniciens de laboratoire désirant réaliser des contrôles de propreté particulaire des pièces. Formation limitée à 4 participants


### Pré-requis

Cette formation s'adresse aux personnes aptes à faire de la mesure

INGÉNIERIE DES SURFACES :  
PROPRETÉ

## Principes des différents procédés de nettoyage

Développer ses connaissances sur les différentes technologies de nettoyage solvant, lessivielles et alternatives

**PROP03**  10 h

### Extrait du programme

- Définitions et généralités (Webinaire)
- Présentation des différentes technologies de nettoyage (présentiel)

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les interactions entre les salissures et les surfaces
- Citer les paramètres importants du nettoyage (TACT)
- Lister les solutions technologiques de nettoyage et comprendre leur fonctionnement
- Faire le lien entre les paramètres et la performance du nettoyage

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens de services hygiène-sécurité-environnement, fabrication, maintenance

### Pré-requis

Aucun



INGÉNIERIE DES SURFACES :  
PROPRETÉ

## Démarche de mise en place d'une solution de nettoyage

Appliquer une méthode rationnelle pour choisir le moyen de nettoyage adapté à son besoin

PROP04  10 h

### Extrait du programme

- Présentation d'une démarche construite prenant en compte tous les paramètres et toutes les contraintes soumis aux industriels pour choisir une technologie de nettoyage efficace, sobre et sûre
- Études de cas et outils pour la mise en place de la démarche

### Objectifs pédagogiques

- Citer les étapes clés pour la mise en place d'une solution de nettoyage
- Savoir spécifier un besoin en nettoyage
- Choisir les critères pour évaluer des solutions de nettoyage
- Être capable d'intégrer les solutions de nettoyage dans un process industriel

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens de services hygiène-sécurité-environnement, fabrication, maintenance

### Pré-requis

Aucun

INGÉNIERIE DES SURFACES :  
PROPRETÉ

## Maîtriser la qualité de votre nettoyage

Valider son procédé de nettoyage afin de montrer qu'il fournit de façon répétable et reproductible un produit conforme

PROP05  10 h

### Extrait du programme

- Définitions et généralités (Webinaire)
- Rappel sur le fonctionnement des technologies et impact de la fabrication sur le nettoyage
- Évaluation de l'adéquation entre le moyen et le besoin
- Définition des paramètres clés du nettoyage et méthodologie de mise en place d'un plan d'expérience

### Objectifs pédagogiques

- Évaluer l'impact du procédé de fabrication sur la performance du nettoyage
- Définir un plan d'expérience pour trouver les paramètres adaptés et limites de performance
- Définir un plan de surveillance du moyen de nettoyage
- Mettre en œuvre le plan de surveillance du moyen de nettoyage

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens de services hygiène-sécurité-environnement, fabrication, maintenance, qualité

### Pré-requis

Aucun

INGÉNIERIE DES SURFACES :  
PROPRETÉ

## Propreté des pièces : bonnes pratiques de conception

Appliquer une méthodologie claire de réalisation de plans adaptés à la propreté (expression du besoin, géométrie des pièces)

PROP07  13 h

### Extrait du programme

- Définitions et généralités sur la propreté et le nettoyage (Webinaire)
- Être capable de spécifier les niveaux de propreté attendu
- Mettre en œuvre des spécifications de niveaux de propreté (particulaire et chimique)
- Bonnes pratiques de conception liées aux procédés de fabrication mis en œuvre
- Bonnes pratiques de conception liées aux matériaux mis en œuvre
- Bonnes pratiques de conception liées aux fonctions attendues des pièces

### Objectifs pédagogiques

- Intégrer les enjeux liés aux spécifications de propreté des pièces et être capable de les spécifier
- Mettre en œuvre des cotations de niveaux de propreté (particulaire et chimique)
- Identifier les paramètres influant sur la nettoyabilité des pièces
- Appliquer les bonnes pratiques de conception en lien avec la propreté

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens bureaux d'études, méthodes, qualité

### Pré-requis

Savoir lire des plans industriels

EN

INGÉNIERIE DES SURFACES :  
PROPRETÉ

## Fabrication additive : quels post-traitements mettre en œuvre ?

Savoir identifier et définir les opérations de dépoudrage, nettoyage et parachèvement pour les produits issus de la fabrication additive (fusion laser – LBM)

**FA06**  14 h

### Extrait du programme

- Propreté
- Dépoudrage
- Nettoyage
- Parachèvement

### Objectifs pédagogiques

- Reconnaître les opérations obligatoires de post-fabrication : dépoudrage, nettoyage et parachèvement
- Désigner les moyens associés selon le design de la pièce
- Identifier les différentes opérations successives de post-fabrication

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des bureaux d'études et des méthodes

### Pré-requis

Aucun

INGÉNIERIE DES SURFACES :  
FINITION

## Ébavurage et finition des surfaces

Approfondir ses connaissances en ébavurage et polissage des pièces pour les différents secteurs d'activités. Connaître les différentes technologies et solutions disponibles sur le marché ainsi que les fournisseurs

**FIN01**  10 h

### Extrait du programme

- Rappel : définition des opérations d'ébavurage et de polissage
- Application types par secteur
- Préparation des surfaces avant polissage
- Procédés d'ébavurage (technologies, applications et fournisseurs)
- Procédés de polissage (technologies, applications et fournisseurs)
- Visite des moyens d'ébavurage et de polissage du Cetim et démonstrations
- État de surface et contrôle (technologies et fournisseurs)

### Objectifs pédagogiques

- Définir les opérations d'ébavurage et de polissage
- Connaître les applications types par secteurs d'activités
- Connaître les différents procédés d'ébavurage et de polissage (principe, mise en œuvre, machine, avantages, limites, etc.) disponibles sur le marché
- Parler d'états de surface et de leur mesure

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes et R&D

### Pré-requis

Aucun

COMPORTEMENT DES MATÉRIAUX :  
FATIGUE

## Découverte de la fatigue des matériaux

Comprendre pourquoi le phénomène de fatigue peut limiter la durée de vie de ses pièces mécaniques et comment maîtriser ce risque

**M401**  7 h

### Extrait du programme

- Exemples de rupture de structures industrielles
- Les enjeux
- Vocabulaire essentiel
- Points faibles des structures, réflexes à avoir en conception
- Outils disponibles (calculs, essais, validations)
- Visite de la plateforme d'essai

### Objectifs pédagogiques

- Utiliser le vocabulaire de base associé au phénomène de fatigue des matériaux
- Appréhender les causes de rupture par fatigue
- Comprendre les enjeux liés à ce mode de ruine
- Identifier les facteurs importants qui influent sur la durée de vie des matériels

### Personnel concerné

Chefs de projet, technico-commerciaux, personne souhaitant améliorer la qualité de ses échanges avec les experts du domaine et les bureaux d'études

### Pré-requis

Notion de calculs en mécanique

COMPORTEMENT DES MATÉRIAUX :  
FATIGUE

## Fatigue des matériaux et structures - généralités

Comprendre pourquoi le phénomène de fatigue peut limiter la durée de vie des pièces mécaniques et des structures et savoir maîtriser ce risque

**M49**  14 h

### Extrait du programme

- Le phénomène de fatigue
- Représentation de la résistance en fatigue
- Différents essais et exploitation des résultats
- Morphologie des faciès de rupture
- Facteurs d'influence
- Méthode de calcul en uni-axial à l'endurance
- Présentation des différents domaines de la fatigue

### Objectifs pédagogiques

- Expliquer les phénomènes de rupture par fatigue
- Identifier les facteurs influant sur la résistance à la fatigue
- Évaluer la tenue à la fatigue des pièces mécaniques sous chargement simple

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens de bureaux d'études ou des services maintenance entretien

### Pré-requis

Avoir des notions de base de calculs en Résistance des matériaux (RDM)

COMPORTEMENT DES MATÉRIAUX :  
FATIGUE

## Panorama de la fatigue des matériaux et des structures

Prendre en compte les phénomènes de fatigue dès la conception de ses pièces, en fonction des matériaux utilisés et de leurs conditions de mise en œuvre

**M40**  28 h

### Extrait du programme

- Le phénomène de fatigue
- Exploitation des résultats d'essais
- Conception et dimensionnement
- Morphologie des faciès de rupture
- Méthodologie dans le cas général de sollicitations
- Dimensionnement des pièces tournantes
- Fatigue des composites
- Fatigue des assemblages

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre les phénomènes de rupture par fatigue
- Identifier les facteurs influant sur la résistance à la fatigue
- Utiliser les méthodes de calcul pour dimensionner une pièce soumise à un « chargement » complexe
- Évaluer la tenue à la fatigue des pièces mécaniques sous chargement simple

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services études

### Pré-requis

Des notions de base de calcul en RDM sont nécessaires

COMPORTEMENT DES MATÉRIAUX :  
FATIGUE

## Introduction à la fatigue de contact

Identifier le phénomène de fatigue de contact et maîtriser les facteurs influents

**M47**  7 h

### Extrait du programme

- Rappels de fatigue
- Rappels sur la théorie du contact linéaire élastique (théorie de Hertz)
- Pitting, micropitting, écaillage
- Facteurs d'influence
- Matériaux et traitements thermiques
- Visite de la plate-forme d'essais du Cetim

### Objectifs pédagogiques

- Identifier la ruine par fatigue de contact
- Comprendre les phénomènes de micropitting
- Comprendre les phénomènes d'écaillage
- Identifier les facteurs influents

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et essais

### Pré-requis

Avoir des notions de base sur la résistance des matériaux

COMPORTEMENT DES MATÉRIAUX :  
RUPTURE

## Initiation à la mécanique de la rupture

Connaître les fondamentaux théoriques en mécanique de la rupture et découvrir les domaines d'applications

**MC05**  24 h

### Extrait du programme

- Rappels de mécanique du solide
- Mécanique de la rupture en élasticité linéaire
- Zones plastiques en tête de fissure (contraintes planes et déformations planes)
- Mesures de ténacité et conditions de validité
- Propagation des fissures de fatigue (lois de Paris)
- Notion de mécanique de la rupture en élastoplasticité
- Applications industrielles dans les secteurs

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les principaux critères de rupture et les limites de validation
- Déterminer les paramètres K et J selon diverses méthodes
- Repérer les liens entre différents paramètres de ténacité
- Mesurer des ténacités
- Repérer les principales applications industrielles de la mécanique de la rupture

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens supérieurs

### Pré-requis

Avoir des notions de mécanique du solide

COMPORTEMENT DES MATÉRIAUX :  
RUPTURE

## Endommagements et mécanismes de rupture des matériaux industriels

Identifier les différents modes d'endommagement de ses pièces mécaniques

**MC06**  24 h

### Extrait du programme

- Divers modes d'endommagement
- Mécanismes de rupture brutale des matériaux métalliques
- Mécanismes d'endommagement et rupture
- Mécanismes de rupture différée
- Fractographie de pièces rompues (métaux, plastiques, composites, rupture à chaud)
- Autres mécanismes de fragilisation
- Expertise de pièces rompues

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les différents modes d'endommagement et rupture des matériaux métalliques, polymères, composites et céramiques

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens supérieurs

### Pré-requis

Avoir des notions de science des matériaux

COMPORTEMENT DES MATÉRIAUX :  
CARACTÉRISATION

## Comportement mécanique des caoutchoucs

Comprendre le comportement des caoutchoucs pour la réalisation d'essais et le dimensionnement de pièces

**1ECMC**  14 h

### Extrait du programme

- Classification des polymères
- Élastomères vulcanisables et élastomères thermoplastiques
- Température de transition vitreuse  $T_g$
- Notions de formulation et de mise en œuvre des élastomères
- Contrôle des mélanges élastomères à l'état cru et après réticulation
- Visite du laboratoire, outils de mise en œuvre et appareils de contrôle
- Essais mécaniques de base - traction/ compression - cisaillement - compression hydrostatique

### Objectifs pédagogiques

- Acquérir les principales spécificités du comportement mécanique des caoutchoucs : viscoélasticité quasi-statique, viscoélasticité dynamique, propriétés de rupture, fatigue
- Acquérir des notions de modélisation et de simulation numérique par éléments finis de ces matériaux

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens des services de recherche et développement, des bureaux d'études des industries transformatrices ou utilisatrices de pièces en caoutchouc ou TPE (compacts et cellulaires)

### Pré-requis

Avoir des notions sur les caoutchoucs

COMPORTEMENT DES MATÉRIAUX :  
CARACTÉRISATION

## Contraintes résiduelles : influence sur la durée de vie et la sécurité de ses pièces

Optimiser les processus de fabrication afin de maîtriser les contraintes résiduelles, paramètre majeur pour la durée de vie et la fiabilité des pièces de sécurité

M43  24 h

### Extrait du programme

- Généralités
- Méthode d'évaluation
- Relation entre procédés et contraintes résiduelles
- Prise en compte des contraintes résiduelles lors de la conception
- Approche intégrée des contraintes résiduelles dans la fabrication

### Objectifs pédagogiques

- Examiner en détail les différentes phases d'un process de fabrication
- Identifier les types de contraintes résiduelles associées à ces différentes phases
- Choisir la méthode d'évaluation la mieux adaptée pour les quantifier
- Évaluer l'impact de ces contraintes sur la tenue en service
- Intégrer ces contraintes résiduelles dans la conception

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services bureaux d'études, recherche et développement, fabrication

### Pré-requis

Aucun

CHOIX DES MATÉRIAUX ET TRAITEMENTS :  
ACIERS TôLES

## Choix des aciers en construction mécanique

Maîtriser l'approche méthodologique de choix du couple acier-traitement thermique permettant à une pièce de résister aux sollicitations en service

M02  31 h

### Extrait du programme

- Sollicitations et modes de ruine associés
- Fabrication des structures
- Les aciers utilisés en construction mécanique
- Méthode de choix d'aciers
- Le contrôle et les documents de contrôle

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les critères de choix du couple acier de construction-traitement thermique en fonction des sollicitations en service de la pièce ou organe mécanique
- Formuler les bonnes questions à poser aux spécialistes des matériaux et des traitements
- Décrire les différentes étapes de la méthode de choix d'acier
- Lister les informations à fournir dans une spécification d'acier et de traitement
- Définir les avantages et les inconvénients des solutions envisageables

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens de bureaux d'études et des services méthodes, maintenance, achats

### Pré-requis

Aucun

CHOIX DES MATÉRIAUX ET TRAITEMENTS :  
ACIERS TôLES

## Les aciers et leurs traitements

Découvrir un panorama des aciers et de leurs traitements. Visualiser les caractéristiques obtenues pour cerner les applications et mieux exploiter les possibilités offertes

M01  14 h

### Extrait du programme

- Rappels de métallurgie
- Traitements thermiques dans la masse
- Traitements thermiques superficiels
- Dépôts par voie sèche
- Traitements de surface par voie humide

### Objectifs pédagogiques

- Interpréter les désignations normalisées
- Décrire les caractéristiques essentielles des aciers
- Identifier les différents traitements thermiques et de surface ainsi que leurs applications

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, méthodes, fabrication, contrôle, qualité et achats

### Pré-requis

Posséder des notions de métallurgie



CHOIX DES MATÉRIAUX ET TRAITEMENTS :  
ACIERS TôLES

## Maîtrise des tôles pour une meilleure qualité des pièces fabriquées

Maîtriser les tôles pour une meilleure qualité des pièces fabriquées

S34  7 h

### Extrait du programme

- Situation de la matière dans le processus de fabrication de pièces découpées et mises en forme sous presse
- Rappels sur les caractéristiques utiles de la tôle, en découpage et formage
- Connaissance pratique d'une norme
- Influence des caractéristiques de la tôle en découpage, pliage et emboutissage
- Problème des équivalences de normes
- Construction d'un cahier des charges matières

### Objectifs pédagogiques

- Connaître la portée des normes en termes de conséquences sur la fabrication
- Consulter une norme et en extraire les éléments utiles pour l'entreprise
- Suivre une méthode pour la réalisation d'un cahier des charges matière

### Personnel concerné

Responsables agissant sur le choix de la matière, personnels des services qualité et achat de matière première, techniciens et ingénieurs des bureaux d'études et des services méthodes, intervenant dans l'analyse de la matière et de ses conséquences

### Pré-requis

Aucun

CHOIX DES MATÉRIAUX ET TRAITEMENTS :  
ACIERS TôLES

## Pliage-emboutissage : analyse de la formabilité des tôles minces

Choisir les conditions adaptées de mise en œuvre de ses tôles minces par découpage et emboutissage afin d'éliminer les causes de son rebuts

S30  21 h

### Extrait du programme

- Métallurgie de la tôle
- Normes des tôles destinées au découpage et à l'emboutissage
- Présentation des caractéristiques mécaniques de la tôle et de leurs liaisons avec la mise en œuvre et l'utilisation des pièces découpées et formées : présentation d'essais mécaniques
- Nouveaux matériaux en tôles
- Influence des caractéristiques de la tôle sur les opérations de formage

### Objectifs pédagogiques

- Choisir une tôle et prescrire judicieusement les essais nécessaires pour vérifier son adaptation à une opération de formage donnée
- Trouver et utiliser la norme d'une tôle et citer les évolutions actuelles des tôles
- Savoir interpréter les déformations d'une tôle formée par une méthode expérimentale des « réseaux de cercles » ou par une méthode numérique

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, services qualité, méthodes et responsables de fabrication

### Pré-requis

Aucun

CHOIX DES MATÉRIAUX ET TRAITEMENTS :  
PLASTIQUES COMPOSITES

## Conception, fabrication, contrôle des pièces en matière plastique

Concevoir et contrôler ses pièces en matière plastique, en choisissant le matériau et le procédé adaptés

M65  28 h

### Extrait du programme

- Généralités sur les polymères
- Mise en œuvre
- Techniques de finitions
- Analyses
- Contrôle non destructif
- Défauts et analyse de défaillances

### Objectifs pédagogiques

- Appliquer une méthodologie pour initier une conception de pièce en plastique
- Choisir un polymère thermoplastique et sa technique de mise en œuvre
- Lister les principaux contrôles des pièces en matière plastique et leurs utilités

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthodes

### Pré-requis

Aucun



CHOIX DES MATÉRIAUX ET TRAITEMENTS :  
PLASTIQUES COMPOSITES

## Les applications des plastiques et composites en mécanique

Acquérir les connaissances de base sur les matériaux plastiques et composites et sur leurs applications industrielles

M61  21 h

### Extrait du programme

- La plasturgie, données économiques et statistiques sur la profession
- Définitions (polymères, charges et additifs, fibres de renfort), vocabulaire
- Propriétés mécaniques, physiques et chimiques des différentes familles de polymères et composites
- Techniques de moulage des matières plastiques : les procédés

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les différents plastiques et composites et leurs applications
- Énoncer les spécificités, les avantages et les inconvénients des matériaux plastiques et composites
- Se prononcer sur les pièces actuellement en métal pouvant potentiellement être fabriquées en matière plastique ou matériau composite

### Personnel concerné

Techniciens et ingénieurs des bureaux d'études et des méthodes mais aussi tous ceux (technico-commerciaux, acheteurs, personnels de service qualité) qui souhaitent avoir des connaissances de base sur les matières plastiques et les matériaux composites

### Pré-requis

Aucun

CHOIX DES MATÉRIAUX ET TRAITEMENTS :  
PLASTIQUES COMPOSITES

## Conception, fabrication, contrôle des pièces en matériau composite

Concevoir et contrôler ses pièces en composite, en choisissant le matériau et le processus adaptés

M68  28 h

### Extrait du programme

- Matériaux et généralités
- Techniques de mise en œuvre
- Démarche de conception, dimensionnement et calcul
- Contrôle et analyse de défaillances

### Objectifs pédagogiques

- Choisir une structure fibres résine et le procédé associé répondant à un cahier des charges
- Initier une démarche de conception d'une pièce en matériau composite et la pratiquer sur des cas simples
- Identifier les spécificités des matériaux composites tout au long de leur cycle de vie

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthodes

### Pré-requis

Stage accessible à toute personne ayant une formation générale de niveau bac

CHOIX DES MATÉRIAUX ET TRAITEMENTS :  
TRAITEMENTS

## Traitements de surface : aide au choix

Intégrer les traitements de surface de ses pièces métalliques dès la conception et actualiser ses connaissances des procédés

M17  35 h

### Extrait du programme

- Préalables au choix des traitements de surface
- Les différents procédés de traitements de surface
- Méthode de choix de traitement
- Visite de laboratoires

### Objectifs pédagogiques

- Citer les normes et identifier les coûts dans le choix d'un procédé de traitement
- Sélectionner les traitements de surface en fonction des sollicitations
- Interagir sur la conception des pièces en fonction des procédés envisagés
- Identifier les moyens de contrôle des dépôts à utiliser
- Identifier les facteurs influant sur la qualité du résultat
- Évaluer les avantages et inconvénients d'un procédé

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthodes ou maintenance

### Pré-requis

Aucun

CHOIX DES MATÉRIAUX ET TRAITEMENTS :  
TRAITEMENTS

## Choisir une protection anticorrosion pour les matériaux métalliques

Choisir ses protections anticorrosion en fonction des conditions d'utilisation de ses produits

**M69**  28 h

### Extrait du programme

- Rappels sur la corrosion
- Analyse des conditions de fonctionnement de l'équipement ou du composant
- Les traitements de surface anticorrosion
- Les méthodes électriques (protections cathodiques)
- Méthode et choix de protection

### Objectifs pédagogiques

- Définir la corrosivité d'un environnement
- Lister les solutions de protection anticorrosion
- Sélectionner les solutions de protection en fonction du domaine d'application
- Choisir la protection anticorrosion la plus adaptée aux conditions d'utilisation en service

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthodes, qualité et maintenance

### Pré-requis

Connaissance des matériaux métalliques

CHOIX DES MATÉRIAUX ET TRAITEMENTS :  
TRAITEMENTS

## Tribologie : frottement, usure et lubrification des organes mécaniques

Maîtriser les concepts de la tribologie pour optimiser la conception et l'entretien de ses organes mécaniques soumis au frottement et à l'usure

**M12**  21 h

### Extrait du programme

- Notions de tribologie
- Méthodes et critères de choix des matériaux en tribologie
- La lubrification
- L'analyse de défaillances par usure

### Objectifs pédagogiques

- Expliquer les notions de base de la tribologie (système tribologique, coefficient de frottement, lubrification, usure, 3<sup>e</sup> corps, etc.)
- Identifier les différents modes d'endommagement par l'usure
- Identifier les facteurs d'influence d'un système tribologique
- Sélectionner des matériaux, traitements et/ou revêtements pertinents pour répondre à des problématiques de frottement ou d'usure

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études ou des services maintenance et entretien

### Pré-requis

Posséder des acquis en mécanique et des notions de métallurgie

CHOIX DES MATÉRIAUX ET TRAITEMENTS :  
TRAITEMENTS

## Le grenailage de précontrainte

Choisir les bons paramètres de grenailage pour optimiser la tenue et la fiabilité de ses pièces

**M41**  21 h

### Extrait du programme

- Le grenailage de précontrainte
- Technologie du procédé
- Évolutions et applications

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre les effets du procédé sur le matériau traité
- Comprendre la relation conditions de grenailage-amélioration de la tenue en service des pièces
- Connaître les différents équipements et médias : leurs avantages, leurs inconvénients
- Connaître et maîtriser les méthodes de contrôle

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des méthodes, responsables fabrication et qualité

### Pré-requis

Des notions de base sur les contraintes et la fatigue sont nécessaires



CHOIX DES MATÉRIAUX ET TRAITEMENTS :  
TRAITEMENTS

## Maîtriser la désignation des traitements et revêtements de surface

Éliminer les erreurs liées à l'approvisionnement des matières présentant un traitement ou un revêtement de surface grâce à une spécification rigoureuse

**MMS02**  7 h **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Bases sur les traitements et revêtements de surface
- Les différentes familles de revêtements métalliques
- Les différents traitements de surface dits superficiels
- Symbolisation et dénomination sur plan
- Étude de cas : comment repérer les erreurs de symbolisation ?

### Objectifs pédagogiques

- Maîtriser les systèmes européens de désignation des traitements et revêtements de surface
- Spécifier correctement un traitement ou un revêtement de surface (symbolisation/dénomination) conformément au référentiel normatif en vigueur
- Savoir ce qui doit être notifié obligatoirement sur le plan de définition

### Personnel concerné

Techniciens et ingénieurs bureaux d'études, méthodes, services achats, service qualité réception matière

### Pré-requis

Aucun

CHOIX DES MATÉRIAUX ET TRAITEMENTS :  
TRAITEMENTS

## Les traitements et revêtements de surface anticorrosion

Protéger ses pièces métalliques contre la corrosion en appliquant un traitement ou revêtement de surface adéquat

**MMS06**  14 h **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Bases des traitements et revêtements de surface (TRS)
- Les différentes familles de revêtements métalliques
- Les différents traitements de conversion  
Pour chacun des procédés seront vus :
- Les principes, caractéristiques, risques encourus vis-à-vis de la fragilisation par hydrogène
- Leurs dénominations, spécifications et leurs moyens de contrôle : études de cas sur la base de plans avec nomenclatures
- Les avantages et inconvénients

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les différents traitements et revêtements de surface anticorrosion
- Évaluer les avantages et inconvénients d'un procédé par rapport à un autre
- Spécifier correctement un traitement ou un revêtement de surface (symbolisation/dénomination) sur le plan de définition
- Définir les moyens de contrôle de ces traitements et revêtements de surface

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de services techniques, de bureaux d'études, méthodes, de services qualité et achats

### Pré-requis

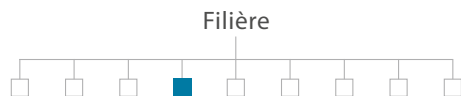
Aucun

## Conception

Concevoir des produits fiables et durables implique de maîtriser la réglementation appliquée aux machines neuves, ainsi que les techniques et outils de calcul et de dimensionnement des composants. Le concepteur doit pouvoir choisir les meilleurs matériaux et traitements, connaître les procédés de fabrication, d'assemblage et de contrôle pour une optimisation de son produit dans une logique d'éco-conception et dans le respect de la propriété industrielle. Les formations Cetim Academy couvrent l'ensemble de ces thématiques tout en s'appuyant sur une expertise éprouvée des méthodes et outils proposés.

- EN Réalisable en Anglais
- Formation digitale
- CPF Éligible au CPF





# Conception



<b>Des outils pour innover</b> .....	68	<b>Conception des assemblages</b> .....	98
<b>Les fondamentaux</b> .....	71	<b>Choix des procédés de fabrication</b> .....	101
<b>Cotation ISO</b> .....	73	Transformation métaux .....	101
<b>Éco-conception</b> .....	75	Transformation poudres .....	102
<b>Réglementation, codes, normes applicables</b> .....	76	<b>Choix des procédés d'assemblage</b> .....	104
<b>Sécurité des machines</b> .....	77	<b>Choix des procédés de contrôle</b> .....	106
<b>Équipements sous pression</b> .....	79	<b>Choix des technologies</b> .....	108
EN 13445 .....	79	Engrenages .....	108
Codap .....	80	Robinetterie .....	108
Asme .....	81	Pompes .....	110
Réglementation .....	83	Thermique .....	112
Logiciels .....	83	Hydraulique .....	112
<b>Dimensionnement</b> .....	85	Étanchéité .....	113
RDM .....	85	Commande/motorisation .....	115
Pièces composites .....	87	Machine silencieuse .....	115
Assemblages .....	87	<b>Fiabilité</b> .....	116
Moteur électrique .....	88	<b>Mécatronique</b> .....	118
<b>Calcul</b> .....	88	Technologies électroniques .....	118
Structures .....	88	Actionneurs .....	118
Structure bâtiment – eurocodes .....	93	Magnétisme .....	119
Assemblages .....	94	Système de communication .....	120
Mécaniques .....	95	Contrôle – commande .....	121
Engrenages .....	96	Logiciel .....	122
Tuyauterie .....	97		
Appareils de levage .....	97		
Durée de vie .....	98		

DES OUTILS POUR INNOVER

## Mise en œuvre de la veille technologique et stratégique

Initier une démarche de veille technologique dans son entreprise

**VT01**  **7 h**

### Extrait du programme

- La veille : généralités et définitions
- À travers des exemples concrets, illustrations à chaque étape du processus de veille

### Objectifs pédagogiques

- Démystifier la démarche de veille pour une petite structure
- Mettre en avant les bonnes pratiques et identifier les conditions optimales de mise en place de la veille technologique et stratégique
- Définir l'organisation pertinente en termes de ressources humaines et techniques
- Appréhender les méthodes et les outils
- Dialoguer efficacement autour d'un projet de déploiement de veille

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services études, méthodes, recherche et développement  
Responsables marketing et commerciaux, responsable du service achats et toute personne souhaitant s'approprier des méthodes de veille

### Pré-requis

Aucun

DES OUTILS POUR INNOVER

## Méthodes et techniques de base en conception : présentation et applications

Définir les différentes étapes et méthodes de conception adaptées à ses développements

**COF06**  **14 h**

### Extrait du programme

- Expression du besoin/analyse fonctionnelle
- Fiabilisation/Analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leur criticité (Amdec)
- Réduction des coûts/Analyse de la valeur (AV)
- Études de cas
- Calculs/RDM/modélisations numériques
- Méthode de calculs mécaniques par les déplacements (MCDM) ; déterminer facilement les efforts dans un système mécanique sans méthode statique ni graphique
- Cotation fonctionnelle et langage ISO/GPS

### Objectifs pédagogiques

- Connaître le contenu des principales étapes de conception d'un mécanisme : expression de besoin
- Organiser une démarche de conception
- Traiter des cas concrets simples

### Personnel concerné

Toute personne souhaitant connaître les techniques essentielles en projet bureaux d'études

### Pré-requis

Formation technique conseillée

DES OUTILS POUR INNOVER

## Mettre en place une démarche éco-conception

Appliquer à ses produits une méthode d'éco-conception normalisée (NF E01-005) pour répondre aux nouvelles attentes de ses clients et donneurs d'ordre

**G10**  **14 h**

### Extrait du programme

- Phase 1 – éco-conception et pensée cycle de vie : comprendre l'éco-conception
- Phase 2 – réglementation et normes
- Phase 3 – enjeux stratégiques et de marché
- Phase 4 – dérouler une démarche éco-conception
- Phase 5 – intégrer la démarche dans un système ISO 14001

### Objectifs pédagogiques

- Expliquer l'écoconception et la pensée cycle de vie
- Identifier les enjeux pour l'entreprise : stratégique, réglementaire, normatif, économique, sociétal
- Expliquer la norme CEN/TS 16524 (méthodologie d'éco-conception pour les produits de la mécanique)
- Dérouler une démarche d'éco-conception
- Réaliser une Analyse de cycle de vie (ACV) simplifiée

### Personnel concerné

Chefs d'entreprise, responsables et ingénieurs des services recherche et développement, responsables techniques, qualité, environnement ou marketing, chefs de projet conception de produit

### Pré-requis

Aucun

## DES OUTILS POUR INNOVER

## Management des projets de conception par l'analyse de la valeur

Analyser la valeur de ses conceptions. Utiliser une démarche d'optimisation efficace, depuis l'expression des besoins jusqu'à la réalisation

**AV01**  **21 h**

### Extrait du programme

- Introduction sur l'Analyse de la valeur
- Principe et concepts de l'AV
- Présentation de la méthode d'AV préconisée par le Cetim
- Application sur le cas pédagogique « Système LEVETOU »
- Intérêt de pratiquer l'AV en groupe de travail

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre l'intérêt de la méthode d'Analyse de la valeur (AV) et identifier la terminologie normalisée
- Mettre en œuvre la méthode d'AV et ses outils méthodologiques et/ou graphiques
- Identifier les différentes étapes de l'analyse de la valeur
- Structurer le besoin avec l'Analyse fonctionnelle (AF), bâtir le Cahier des charges fonctionnel (CdCF)
- Rechercher, étudier et choisir les solutions techniques les plus pertinentes répondant aux critères technico-économiques du CdCF

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des activités ou services : mercatique, commercial, études (R&D), achats, conception, industrialisation, méthodes, production, qualité. Direction

### Pré-requis

Aucun

## DES OUTILS POUR INNOVER

## Analyse fonctionnelle du besoin et élaboration des cahiers des charges fonctionnels

Maîtriser l'Analyse fonctionnelle du besoin (AFB) pour mieux définir son Cahier des charges fonctionnels (CdCF)

**AF01**  **14 h**

### Extrait du programme

- Introduction sur l'Analyse fonctionnelle du besoin (AFB) et le Cahier des charges fonctionnel (CdCF)
- Principe de l'analyse fonctionnelle du besoin
- Présentation de la méthode d'analyse fonctionnelle du besoin préconisée par le Cetim
- Application sur un cas pédagogique
- Aide à l'élaboration du cahier des charges
- Intérêt de créer un groupe de travail : constitution du GT, rôle et qualités de l'animateur

### Objectifs pédagogiques

- Identifier et qualifier les besoins d'un projet ;
- Mettre en œuvre une méthode d'analyse fonctionnelle du besoin
- Utiliser les outils méthodologiques et/ou graphiques pour animer et structurer les analyses
- Identifier et caractériser les fonctions et les contraintes à prendre en compte
- Rédiger un CdCF pour un nouvel investissement ou une nouvelle conception

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des activités ou services : mercatique, commercial, études (R&D), achats, conception, industrialisation, méthodes, production et qualité

### Pré-requis

Aucun

## DES OUTILS POUR INNOVER

## Comprendre les enjeux liés à l'éco-conception

Se différencier en éco-concevant ses produits : maîtrise des enjeux et des méthodes

**EL04**  **4 h**

### Extrait du programme

- Module 1 – Introduction et définitions
- Module 2 – Contexte réglementaire et normatif
- Module 3 – Méthodes et outils de l'éco-conception

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre ce qu'est l'éco-conception et la pensée cycle de vie d'un produit
- Identifier les réglementations et normes s'appliquant à leurs produits
- Comprendre les enjeux stratégiques et de marché, les bénéfices d'une démarche d'éco-conception et comment communiquer
- Citer les outils d'éco-conception

### Personnel concerné

Chefs d'entreprise, responsables et ingénieurs des services R&D, responsables techniques, qualité, environnement ou marketing, chefs de projets conception de produit

### Pré-requis

Aucun



DES OUTILS POUR INNOVER

## Sécurité des machines : l'analyse des risques en phase de conception

Avoir une démarche structurée avec la méthode IDAR® pour analyser les risques d'une machine

**G23**  **14 h**

### Extrait du programme

- Connaître le contexte réglementaire et normatif
- Avoir une démarche structurée : présentation de la méthode IDAR®
- Suivre des étapes prédéfinies s'intégrant dans le processus de conception (selon la méthode IDAR®)
- Savoir capitaliser pour optimiser le temps nécessaire à la prise en compte de la sécurité  
*Vous pouvez vous procurer l'ouvrage Cetim : « IDAR® une méthode d'analyse des risques dans le cadre de la directive « Machines » 2006/42/CE », édition 2013*

### Objectifs pédagogiques

- Identifier en phase de conception les risques présentés par la machine conçue ou modifiée
- Évaluer si les solutions techniques proposées sont conformes à la réglementation
- Formaliser et argumenter les solutions techniques retenues en regard des risques identifiés
- Capitaliser pour optimiser le temps nécessaire à la prise en compte des exigences de sécurité et de santé

### Personnel concerné

Chefs de projet, responsables d'affaires, techniciens et ingénieurs de bureaux d'études ou de service sécurité

### Pré-requis

Aucun

DES OUTILS POUR INNOVER

## Design to cost

Améliorer sa compétitivité en concevant des produits à plus forte valeur et plus faible coût

**D2C01**  **14 h**

### Extrait du programme

- Petit historique des démarches de compétitivité
- Points clés du Design to Cost
- Design to Cost en fonction des contextes industriels
- Design to Cost et cycle de planification projet
- Jeu de rôle sur l'application d'une démarche D2C
- Référentiel de valeur
- Outils de costing
- Levier « composant »
- Levier « fonctionnelle »
- Levier « systémique »
- Design to Cost & RSE
- Transposition dans les environnements des participants

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les chantiers pertinents pour appliquer une démarche Design To Cost
- Préparer les prérequis nécessaires au bon déroulement d'un projet Design To Cost
- Animer une démarche de costing
- Déterminer quel(s) outil(s) d'optimisation mettre en œuvre : optimisation technique, optimisation fonctionnelle, optimisation systémique

### Personnel concerné

Acheteurs, ingénieurs bureau d'études, ingénieurs offres, responsables développement

### Pré-requis

Aucun

DES OUTILS POUR INNOVER

## Logiciel Valoptia.CER

Valoptia.CER permet d'identifier les « cost drivers » d'un produit ou d'un service (variables les plus influentes sur le coût). À partir de ces variables, l'utilisateur crée des Formules d'Estimation de Coûts (FEC, ou CER pour Cost Estimating Relationships) utilisables pour estimer rapidement le coût de nouveaux produits d'une même famille

 **NOUS CONSULTER**

## LES FONDAMENTAUX

## Mettre en œuvre une démarche d'ingénierie des systèmes

Cette formation fournit les bases nécessaires à la mise en œuvre d'une démarche d'ingénierie système et propose une approche structurée d'analyse de besoin

**SYS01**  **21 h**

### Extrait du programme

- Les fondamentaux de l'ingénierie des systèmes
- Caractériser un système
- Le processus d'ingénierie système
- Le processus de définition des besoins des parties prenantes
- Le processus d'ingénierie des exigences

### Objectifs pédagogiques

- Recueillir et formaliser les besoins des parties prenantes
- Définir les périmètres de conception du système
- Traduire les besoins en exigences exploitables par les concepteurs
- Mettre en œuvre des outils permettant de partager une vision commune du système (temporelle, fonctionnelle, organique...) avec l'ensemble des acteurs du projet

### Personnel concerné

Toute personne en charge du pilotage de projets multidisciplinaires (chef de projet, concepteur de produits ou de machines, responsable d'industrialisation)

### Pré-requis

Notions de gestion de projet, implication dans des projets multimétiers nécessitant un partage de connaissances

## LES FONDAMENTAUX

## Management des projets de conception par l'analyse de la valeur

Analyser la valeur de ses conceptions. Utiliser une démarche d'optimisation efficace, depuis l'expression des besoins jusqu'à la réalisation

**AV01**  **21 h**

### Extrait du programme

- Introduction sur l'Analyse de la valeur
- Principe et concepts de l'AV
- Présentation de la méthode d'AV préconisée par le Cetim
- Application sur le cas pédagogique « Système LEVETOU »
- Intérêt de pratiquer l'AV en groupe de travail

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre l'intérêt de la méthode d'Analyse de la valeur (AV) et identifier la terminologie normalisée
- Mettre en œuvre la méthode d'AV et ses outils méthodologiques et/ou graphiques
- Identifier les différentes étapes de l'analyse de la valeur
- Structurer le besoin avec l'Analyse fonctionnelle (AF), bâtir le Cahier des charges fonctionnel (CdCF)
- Rechercher, étudier et choisir les solutions techniques les plus pertinentes répondant aux critères technico-économiques du CdCF

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des activités ou services : mercatique, commercial, études (R&D), achats, conception, industrialisation, méthodes, production, qualité. Direction

### Pré-requis

Aucun

## LES FONDAMENTAUX

## Analyse fonctionnelle et cahiers des charges fonctionnels

Maîtriser l'Analyse fonctionnelle du besoin (AFB) pour mieux définir son Cahier des charges fonctionnels (CdCF)

**AF01**  **14 h**

### Extrait du programme

- Introduction sur l'Analyse fonctionnelle du besoin (AFB) et le Cahier des charges fonctionnel (CdCF)
- Principe de l'analyse fonctionnelle du besoin
- Présentation de la méthode d'analyse fonctionnelle du besoin préconisée par le Cetim
- Application sur un cas pédagogique
- Aide à l'élaboration du cahier des charges
- Intérêt de créer un groupe de travail : constitution du GT, rôle et qualités de l'animateur

### Objectifs pédagogiques

- Identifier et qualifier les besoins d'un projet
- Mettre en œuvre une méthode d'analyse fonctionnelle du besoin
- Utiliser les outils méthodologiques et/ou graphiques pour animer et structurer les analyses
- Identifier et caractériser les fonctions et les contraintes à prendre en compte
- Rédiger un CdCF pour un nouvel investissement ou une nouvelle conception

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des activités ou services : mercatique, commercial, études (R&D), achats, conception, industrialisation, méthodes, production et qualité

### Pré-requis

Aucun

LES FONDAMENTAUX

## Pratiquer l'Amdec produit et l'Amdec processus

Appliquer la méthode Amdec (Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité) pour améliorer la qualité et la fiabilité de ses produits et de ses processus de fabrication

**AMD01**  **21 h**

### Extrait du programme

- Généralités sur l'Amdec
- Notions de Sûreté de fonctionnement des systèmes
- Fonctions et défaillances des produits et processus
- Démarche « Amdec produit »
- Normes et standards de l'industrie (cas de l'automobile)
- Exemples industriels (moteur, filtre, robinetterie)
- Application sur cas concret (cafetière électrique ou un des cas des participants)
- Démarche « Amdec processus »
- Normes et standards de l'industrie (cas de l'automobile)
- Exemples industriels (lignes de production)

### Objectifs pédagogiques

- Analyser les risques de défaillance et rechercher, au sein d'un groupe de travail, les actions d'amélioration les mieux adaptées
- Mettre en œuvre de façon cohérente, les méthodes Amdec produit et Amdec processus

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services études, recherche et développement, méthodes et qualité

### Pré-requis

Avoir des notions d'analyse fonctionnelle

LES FONDAMENTAUX

## Intégrer la sûreté de fonctionnement en conception

Mettre en œuvre une démarche efficace pour maîtriser les défaillances et mieux répondre aux exigences de sûreté de fonctionnement

**SYS01**  **21 h**

### Extrait du programme

- Notions de Sûreté de fonctionnement (SdF)
- Management de la SdF
- Démarche générale
- Cahier des charges et clauses de SdF
- Allocation des exigences de SdF
- Outils de l'analyse qualitative prévisionnelle
- Obtention des données de base de fiabilité
- Outils de l'analyse quantitative prévisionnelle (évaluation des paramètres FMDS du produit)
- Traitement d'exemples industriels

### Objectifs pédagogiques

- Énumérer les principaux concepts de la SdF
- Choisir les méthodes d'amélioration de la fiabilité, maintenabilité, disponibilité et sécurité des produits (et processus)
- Mettre en œuvre une démarche adaptée à leurs besoins et moyens

### Personnel concerné

Chefs de projets, responsables, ingénieurs et techniciens de bureaux d'études

### Pré-requis

Aucun

LES FONDAMENTAUX

## Processus d'élaboration d'une cotation fonctionnelle en écriture ISO

Optimiser le fonctionnement de ses mécanismes et limiter les litiges en définissant méthodiquement à partir de chaîne de cotes, les spécifications dimensionnelles et géométriques de chaque composant

**K07**  **21 h**

### Extrait du programme

- Introduction de la démarche de conception
- Démarche de conception fonctionnelle
- Condition d'aptitude à l'emploi (CAE) et exploitation
- Chaînes de cotes
- Tolérancement des cotes fonctionnelles
- Démarche de validation d'un tolérancement
- Démarche de spécification
- Prise en compte des défauts géométriques
- Cas de chaînes de cotes dites complexes

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les conditions d'aptitude à l'emploi d'un mécanisme et les transcrire en cotes fonctionnelles
- Exprimer le besoin fonctionnel par des spécifications normalisées
- Créer et gérer un dossier de cotation

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et de services méthodes

### Pré-requis

Pour un suivi efficace de cette formation, il est recommandé d'avoir une bonne connaissance du tolérancement géométrique et dimensionnel



## LES FONDAMENTAUX

## Sécurité des machines : comment rédiger la notice d'instructions d'une machine ?

Maîtriser le contenu et la forme de ce document pour répondre à ses obligations réglementaires, pour bien délimiter ses responsabilités et l'image de son entreprise à travers ses produits et leur documentation

**G26**  **14 h**

### Extrait du programme

- Contenu de la notice
- Mise en forme de la notice

### Objectifs pédagogiques

- Expliquer le contenu de la notice d'instructions d'une machine (conformité, limites de responsabilité, etc.)
- Énumérer les règles de la rédaction technique
- Structurer la notice pour rendre sa lecture et son exploitation plus conviviale et efficace
- Rédiger des documents qui participeront à l'image de leur entreprise

### Personnel concerné

Chefs de projet, rédacteurs techniques, ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes, sécurité ou qualité

### Pré-requis

Aucun

## COTATION ISO

## Tolérancement ISO : les fondamentaux

Comprendre la nouvelle cotation ISO pour répondre aux difficultés rencontrées lors de la rédaction de plan

**E201**  **7 h**

### Extrait du programme

- Des outils et des règles : spécifications dimensionnelles ISO et leurs domaines de non-interprétabilité, spécifications géométriques, règles de déclaration de conformité, adéquation du processus de mesurage en fonction de l'étendue de la tolérance à son juste coût
- Les impacts sur : les outils et techniques de production dans l'entreprise, l'équipement de mesure, les délais et les produits

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre les enjeux de la définition du plan (cotation ISO)
- Intégrer l'importance de la cotation ISO dans toutes les étapes de la vie du produit (le bureau d'études, la fabrication, la métrologie, la vente, l'achat)
- Commencer à appréhender les règles de lecture

### Personnel concerné

Chefs de projet, acheteurs, technico-commerciaux, responsable d'entreprise, et toute personne souhaitant améliorer la qualité des échanges entre bureaux d'études, méthodes et qualité-contrôle, et services connexes

### Pré-requis

Aucun

## COTATION ISO

## Lecture et interprétation d'une cotation ISO – niveau 1

Maîtriser les spécifications géométriques et dimensionnelles pour mieux communiquer dans l'entreprise et dans le cadre de la relation client-fournisseur

**K06**  **21 h**

### Extrait du programme

- De la cotation fonctionnelle aux spécifications
- Concepts de base et vocabulaire général relatifs aux spécifications géométriques et dimensionnelles des produits
- Exercices sur les éléments
- Déclaration de conformité des produits
- Exercice sur la déclaration de conformité des produits
- Spécification dimensionnelle
- Spécification géométrique
- Spécification en tolérance générale
- Base des spécifications d'état de surface

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les concepts de base liés aux spécifications
- Connaître la signification de l'écriture des spécifications dimensionnelles et géométriques en ISO
- Envisager des interprétations relativement à des spécifications dont l'écriture n'est pas normalisée ISO

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes, fabrication, contrôle et qualité

### Pré-requis

Avoir des connaissances en mécanique et en lecture de plan

COTATION ISO

## Lecture et interprétation d'une cotation ISO – niveau 2 – Expert

Intégrer les évolutions normatives dans la maîtrise des spécifications GPS (dimensionnelles, géométriques et d'état de surface) pour mieux communiquer dans l'entreprise (bureau d'études, méthodes, qualité, contrôle) et dans le cadre de la relation client

**K09**  **14 h**

### Extrait du programme

- Introduction panorama des évolutions normatives
- Les évolutions liées aux spécifications
- Les références
- Évolution normative des états de surface : passage du 2D au 3D

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les apports de l'évolution de la norme de tolérancement de base ISO 8015
- Envisager l'impact du type de tolérancement (arithmétique ou statistique) dans la décision de conformité des produits
- Connaître les changements et évolutions des normes liées aux spécifications dimensionnelles ISO 14405-X, géométriques ISO 1101 avec les nouveaux modificateurs ou d'état de surface
- Connaître les évolutions concernant les références ISO 5459 (critères d'associations, modificateurs, etc.)

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, méthodes, fabrication, contrôle et qualité

### Pré-requis

Aucun

COTATION ISO

## Modèle 3D spécifié : de la conception à la mesure

Découvrir et s'approprier le concept de définition basée sur le Modèle 3D

**K10**  **21 h**

### Extrait du programme

- Pourquoi va-t-on vers le modèle 3D spécifié ?
- Comprendre le modèle 3D spécifié
- Lecture des spécifications ISO-GPS appliquée au modèle 3D spécifié
- Connaître les usages du modèle 3D spécifié
- Conclusion : comment va-t-on du dessin technique vers le modèle 3D spécifié ?

### Objectifs pédagogiques

- Savoir interpréter la définition numérique du produit basée sur modèle 3D pour mieux intégrer les changements et les impacts au sein de l'entreprise étendue
- Intégrer les exigences et le vocabulaire liés à la définition « tout numérique » d'un produit au travers des bonnes pratiques de l'ISO 16792
- Améliorer sa connaissance des spécifications ISO-GPS et leur portabilité vers le modèle 3D
- Connaître les différents formats (et leur usage) de fichiers liés à la définition technique des produits (natif ou dérivé)
- Sensibiliser aux cas d'applications du modèle 3D spécifié en conception, fabrication et contrôle

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'étude, méthodes, fabrication, contrôle et qualité

### Pré-requis

Avoir une connaissance du dessin technique 2D

COTATION ISO

## Processus d'élaboration d'une cotation fonctionnelle en écriture ISO

Optimiser le fonctionnement de ses mécanismes et limiter les litiges en définissant méthodiquement à partir de chaîne de cotes, les spécifications dimensionnelles et géométriques de chaque composant

**K07**  **21 h**

### Extrait du programme

- Introduction de la démarche de conception
- Démarche de conception fonctionnelle
- Condition d'aptitude à l'emploi (CAE) et exploitation
- Chaînes de cotes
- Tolérancement des cotes fonctionnelles
- Démarche de validation d'un tolérancement
- Démarche de spécification
- Prise en compte des défauts géométriques
- Cas de chaînes de cotes dites complexes
- Dossiers de cotation

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les conditions d'aptitude à l'emploi d'un mécanisme et les transcrire en cotes fonctionnelles
- Exprimer le besoin fonctionnel par des spécifications normalisées
- Créer et gérer un dossier de cotation

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et de services méthodes

### Pré-requis

Pour un suivi efficace de cette formation, il est recommandé d'avoir une bonne connaissance du tolérancement géométrique et dimensionnel

## ÉCO-CONCEPTION

## Comprendre les enjeux liés à l'éco-conception

Se différencier en éco-concevant ses produits : maîtrise des enjeux et des méthodes

**EL04**  **4 h**

### Extrait du programme

- Module 1 – Introduction et définitions
- Module 2 – Contexte réglementaire et normatif
- Module 3 – Méthodes et outils de l'éco-conception

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre ce qu'est l'éco-conception et la pensée cycle de vie d'un produit
- Identifier les réglementations et normes s'appliquant à leurs produits
- Comprendre les enjeux stratégiques et de marché, les bénéfices d'une démarche d'éco-conception et comment communiquer
- Citer les outils d'éco-conception

### Personnel concerné

Chefs d'entreprise, responsables et ingénieurs des services R&D, responsables techniques, qualité, environnement ou marketing, chefs de projets conception de produit

### Pré-requis

Aucun



## ÉCO-CONCEPTION

## Mettre en place une démarche éco-conception

Appliquer à ses produits une méthode d'éco-conception normalisée (NF E01-005) pour répondre aux nouvelles attentes de ses clients et donneurs d'ordre

**G10**  **14 h**

### Extrait du programme

- Phase 1 – éco-conception et pensée cycle de vie
- Phase 2 – réglementation et normes
- Phase 3 – enjeux stratégiques et de marché
- Phase 4 – dérouler une démarche éco-conception
- Phase 5 – intégrer la démarche dans un système ISO 14001

### Objectifs pédagogiques

- Expliquer l'écoconception et la pensée cycle de vie
- Identifier les enjeux pour l'entreprise : stratégique, réglementaire, normatif, économique, sociétal
- Expliquer la norme CEN/TS 16524 (méthodologie d'éco-conception pour les produits de la mécanique)
- Dérouler une démarche d'éco-conception ;
- Réaliser une Analyse de cycle de vie (ACV) simplifiée

### Personnel concerné

Chefs d'entreprise, responsables et ingénieurs des services recherche et développement, responsables techniques, qualité, environnement ou marketing, chefs de projet conception de produit

### Pré-requis

Aucun

## ÉCO-CONCEPTION

## Évaluer et communiquer la performance environnementale produits

Choisir les bons outils pour évaluer la performance environnementale de ses produits en fonction du contexte et de ses enjeux

**G10C**  **7 h**

### Extrait du programme

- La communication environnementale produit
- Enjeux de la réalisation d'une DEP de type FDES ou PEP Ecopassport
- L'analyse de cycle de vie
- Production et utilisation d'une déclaration environnementale produit

### Objectifs pédagogiques

- Interpréter le cadre normatif et les différents types de communications environnementales
- Décrire les programmes de Déclaration environnementale produit (DEP) INIES et PEP Ecopassport
- Estimer les enjeux externes des DEP pour l'entreprise (exigences réglementaires, attentes marché, etc.)
- Interpréter les principes de l'évaluation environnementale par l'Analyse de cycle de vie (ACV) pour la réalisation d'une DEP

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens QSE, R&D, commercial et marketing

### Pré-requis

Aucun



## ÉCO-CONCEPTION

**Produire une Déclaration environnementale produit (DEP) du type FDES**

Réaliser des déclarations environnementales produits conformes aux exigences normatives et aux demandes de ses clients

**G12**  **14 h**

**Extrait du programme**

- Rappel de quelques principes de l'ACV
- Contexte normatif et réglementaire
- Présentation des outils disponibles pour réaliser ce type de déclaration
- Étude de cas sur un exemple industriel permettant d'entrevoir les spécificités d'une DEP selon l'EN 15804 incluant

**Objectifs pédagogiques**

- Appréhender les exigences réglementaires du décret français DHUP 2013-1264 et ses arrêtés d'application
- Comprendre les règles de modélisation à respecter lors de l'Analyse du cycle de vie (ACV) d'un produit en vue de la réalisation d'une DEP
- Identifier les données issues de l'ACV à utiliser
- Rédiger une déclaration environnementale produit du type FDES ou EN 15804

**Personnel concerné**

Toute personne susceptible dans l'entreprise de procéder à une communication environnementale selon un format du type FDES (Fiches de déclarations environnementales et sanitaires) ou DEP selon la norme EN 15804

**Pré-requis**

Aucun

## RÉGLEMENTATION, CODES, NORMES APPLICABLES

**Sécurité des machines : les règles applicables aux machines neuves et d'occasion**

Maîtriser ses obligations lors de la conception, la vente, l'utilisation ou la modification de machines

**G14**  **7 h**

**Extrait du programme**

- Les directives européennes et la réglementation française
- La réglementation applicable aux équipements neufs (marquage CE)
- La directive « Machines » 2006/42/CE
- La réglementation applicable aux équipements en service

**Objectifs pédagogiques**

- Expliquer la réglementation applicable aux machines (enjeux, exigences, etc.)
- Citer les obligations et les responsabilités des fabricants de machines, des fournisseurs de sous-ensembles ou de prestations de service, des utilisateurs, des distributeurs, des importateurs, des installateurs

**Personnel concerné**

Chefs d'entreprise, cadres dirigeants, commerciaux, acheteurs, ingénieurs et techniciens des bureaux d'études et des services sécurité et qualité, chefs de projet

**Pré-requis**

Aucun

## RÉGLEMENTATION, CODES, NORMES APPLICABLES

**Norme EN ISO 13849 et logiciel SIStema**

Sécurité des machines : appréhender la norme EN ISO 13849 et savoir utiliser le logiciel SIStema

**EL01**  **4 h**

**Extrait du programme**

- Contexte réglementaire
- EN ISO 13849
- Utilisation de SIStema
- Le dossier technique

**Objectifs pédagogiques**

- Évaluer le niveau de sécurité d'un circuit de commande suivant la norme EN ISO 13849 ;
- Renseigner correctement le logiciel SIStema

**Personnel concerné**

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes et des services de sécurité

**Pré-requis**

Aucun



## RÉGLEMENTATION, CODES, NORMES APPLICABLES

## Piloter Reach en entreprise

Maîtriser les principes essentiels du règlement Reach pour évaluer et anticiper les impacts sur ses approvisionnements, ses procédés et ses produits finis

**EL02**  **3 h**

### Extrait du programme

- Les principes essentiels du règlement
- Le statut de l'entreprise
- Le processus d'enregistrement
- Le processus d'autorisation/restriction

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les obligations et les impacts critiques pour mieux alerter la direction de son entreprise
- Détecter, estimer, évaluer les conséquences des substances, visées par le règlement, présentes dans les articles, les procédés, et préconiser les actions à entreprendre suite à ces détections
- Décrire le processus d'autorisation/restriction pour communiquer avec les clients/fournisseurs

### Personnel concerné

Chefs de projet, responsables d'entreprise ou de production, responsables qualité, sécurité et environnement, acheteurs, ingénieurs de bureaux d'études, des services méthodes, des services recherche et développement, commerciaux, etc.

### Pré-requis

Aucun



## RÉGLEMENTATION, CODES, NORMES APPLICABLES

## Introduction à la CEM

Maîtriser les contraintes techniques et réglementaires associées à la compatibilité électromagnétique

**K18**  **14 h**

### Extrait du programme

- Introduction à la CEM
- Sources de perturbations
- Modes de couplage
- Remèdes
- Règles de câblage
- Réglementation en vigueur
- Évaluation des performances

### Objectifs pédagogiques

- Appréhender les règles de l'art CEM
- Prévoir et comprendre le processus de certification CEM

### Personnel concerné

Techniciens et ingénieurs chargés de la conception de cartes, de systèmes électroniques, de machines ou d'installations pour les besoins propres de bureaux d'études

### Pré-requis

Avoir une sensibilité professionnelle axée autour de l'électronique ou de l'électrotechnique

## SÉCURITÉ DES MACHINES

## Exigences sécurité et santé de la directive « Machines » 2006/42/CE

Appliquer d'une façon réaliste, les exigences de la directive « Machines » 2006/42/CE lors de la conception de machines neuves ou lors de la modification de machines existantes

**G15A**  **21 h**

### Extrait du programme

- Les principes fondamentaux de la nouvelle approche
- Les principes d'intégration de la sécurité
- Les procédures de certification
- Cas particuliers des machines en service
- Mise en application

### Objectifs pédagogiques

- Lister les procédures de certification à respecter dans le cadre du marquage CE
- Décrire les exigences de sécurité à appliquer et la manière de les respecter avec discernement
- Appliquer les principes d'intégration de la sécurité en phase de conception

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes et des services de sécurité

### Pré-requis

Aucun

## Conception du circuit de commande et des fonctions de sécurité

Valider et justifier ses choix technologiques en matière d'automatismes et de circuits électriques, en regard des exigences de sécurité et de santé

**G15B**  **14 h**

### Extrait du programme

- Maîtriser les exigences de sécurité et de santé pour traiter les risques en relation avec le circuit de commande (arrêt d'urgence, mode de marche, inhibition de sécurité, etc.)
- Apprendre à concevoir les fonctions de sécurité en regard des normes en vigueur EN ISO 13849-1 (2016)
- Présentation de l'outil logiciel SIStema
- Appliquer les principes retenus à partir d'exemples de fonctions de sécurité

### Objectifs pédagogiques

- Énoncer les exigences de sécurité et de santé à appliquer lors de la conception ou de la modification du circuit de commande des machines
- Expliquer la manière de dimensionner convenablement une fonction de sécurité
- Citer les principaux référentiels normatifs en vigueur sur ce sujet

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes et des services de sécurité

### Pré-requis

Aucun

## Sécurité des machines : ergonomie au poste de travail

Prendre en compte le facteur humain dans la conception de ses machines pour gagner en productivité et en confort

**G15C**  **7 h**

### Extrait du programme

- La réglementation et les normes applicables
- Les enjeux et les bases de l'ergonomie (définitions)
- Les troubles musculo-squelettiques
- Maîtriser les exigences de sécurité et de santé pour traiter les risques ergonomiques

### Objectifs pédagogiques

- Décrire les exigences réglementaires et normatives en matière d'ergonomie ;
- Citer et mettre en application les règles de l'art associées

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes et des services de sécurité

### Pré-requis

Aucun

## Sécurité des machines : l'analyse des risques en phase de conception

Avoir une démarche structurée avec la méthode IDAR® pour analyser les risques d'une machine

**G23**  **14 h**

### Extrait du programme

- Connaître le contexte réglementaire et normatif
- Avoir une démarche structurée : présentation de la méthode IDAR®
- Suivre des étapes prédéfinies s'intégrant dans le processus de conception (selon la méthode IDAR®)
- Savoir capitaliser pour optimiser le temps nécessaire à la prise en compte de la sécurité

### Objectifs pédagogiques

- Identifier en phase de conception les risques présentés par la machine conçue ou modifiée
- Évaluer si les solutions techniques proposées sont conformes à la réglementation
- Formaliser et argumenter les solutions techniques retenues en regard des risques identifiés
- Capitaliser pour optimiser le temps nécessaire à la prise en compte des exigences de sécurité et de santé

### Personnel concerné

Chefs de projet, responsables d'affaires, techniciens et ingénieurs de bureaux d'études ou de service sécurité

### Pré-requis

Aucun

## SÉCURITÉ DES MACHINES

## Sécurité des machines : comment rédiger la notice d'instructions d'une machine ?

Maîtriser le contenu et la forme de ce document pour répondre à ses obligations réglementaires, pour bien délimiter ses responsabilités et l'image de son entreprise à travers ses produits et leur documentation

**G26**  **14 h**

### Extrait du programme

- Contenu de la notice : se poser les bonnes questions avant de débuter la rédaction, organiser le projet documentaire au sein de l'entreprise, identifier et collecter les différents types d'informations
- Mise en forme de la notice : structurer la notice, savoir rédiger son contenu, connaître les règles en matière de traduction, d'archivage et de mise à jour

### Objectifs pédagogiques

- Expliquer le contenu de la notice d'instructions d'une machine
- Énumérer les règles de la rédaction technique ;
- Structurer la notice pour rendre sa lecture et son exploitation plus conviviale et efficace ;
- Rédiger des documents qui participeront à l'image de leur entreprise

### Personnel concerné

Chefs de projet, rédacteurs techniques, ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes, sécurité ou qualité

### Pré-requis

Aucun

#### ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION : EN 13445

## Conception des appareils à pression selon EN 13445

Justifier la conception et la fabrication de ses appareils à pression en utilisant les règles de l'EN-13445 (code européen des appareils à pression)

**L16**  **21 h**

### Extrait du programme

- Généralités sur la conception selon l'EN 13445 et rappels de RDM
- Règles spécifiques de conception
- Règles générales de conception
- Exigences issues de la Directive des équipements sous pression (DESP) pour ce qui concerne la conception (directive 2014/68/CE)

### Objectifs pédagogiques

- Situer l'EN 13445 par rapport à la réglementation et au Codap®
- Sélectionner et utiliser les règles de dimensionnement d'un appareil à pression

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études

### Pré-requis

Aucun

#### ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION : EN 13445

## Conception d'un appareil sous pression selon l'EN 13445

Appréhender les différentes parties de l'EN13445 ainsi que la façon de concevoir un appareil sous pression de A à Z

**L43**  **18 h**

### Extrait du programme

- Généralités
- Étude préliminaire
- Introduction à la conception
- Matériaux
- Fabrication
- Inspection et contrôle

### Objectifs pédagogiques

- Situer l'EN 13445 et son environnement réglementaire
- Connaître la structure et l'articulation du code européen
- Savoir utiliser les différentes parties de l'EN 13445 en termes d'approvisionnement matière, d'assemblage, de contrôle et de vérification finale

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens de bureaux d'études ou des services fabrication, méthodes, inspection, qualité, contrôle, dans le domaine des équipements sous pression et matériels mécaniques conventionnels ou nucléaires (fabricants, donneurs d'ordres, exploitants ingénierie, organismes de contrôle, etc.)

### Pré-requis

La connaissance de la DESP est préconisée

ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION :  
CODAP

## Dimensionnement des appareils à pression à l'aide du Codap®

Justifier le dimensionnement de ses appareils à pression en utilisant les règles de calcul du Codap® 2010 (Code français des appareils à pression)

**L15**  **21 h**

### Extrait du programme

- Principes de dimensionnement des appareils à pression
- Longueurs d'influence
- Exemption d'analyse en fatigue
- Calcul des enveloppes cylindriques, coniques et sphériques (considérées isolément)
- Calcul des enveloppes (raccordement avec un cône)
- Calcul des fonds bombés
- Calcul des fonds plats soudés
- Calcul des brides

### Objectifs pédagogiques

- Sélectionner les règles du Codap® adaptées au dimensionnement d'un appareil à pression
- Utiliser les règles spécifiques de calcul permettant de dimensionner les composants usuels d'un appareil à pression
- Extraire les résultats significatifs
- Faire produire une note de calcul suivant le Codap®
- Faire évaluer la tenue en service et en essai de résistance d'un appareil à pression

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études ou des services fabrication, méthodes et maintenance-entretien

### Pré-requis

Aucun

ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION :  
CODAP

## Analyse des contraintes selon Codap® – Section C10

Exploiter efficacement le chapitre C10 du Codap® en comprenant les fondements de l'analyse des contraintes et en pratiquant la méthodologie sur des résultats issus de ses calculs numériques

**L17**  **14 h**

### Extrait du programme

- Principes de conception des appareils à pression
- Modes de défaillance
- Notions d'analyse limite
- Fondements des règles d'analyse des contraintes
- Classification des contraintes
- Règles d'analyse et critères d'acceptabilité des contraintes
- Examen détaillé des règles C10
- Exemples illustratifs

### Objectifs pédagogiques

- Extraire les grandeurs significatives en contraintes des résultats de calcul
- Interpréter les résultats issus d'un calcul par éléments finis
- Produire une note de calcul suivant la section C10 du Codap®
- Comprendre et appliquer la méthode d'analyse des contraintes en exploitant des calculs par éléments finis

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens du bureau de calcul

### Pré-requis

Avoir une première connaissance du Codap® (Code français des appareils à pression) et connaître le calcul par éléments finis des appareils à pression

ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION :  
CODAP

## Analyse simplifiée en fatigue selon Codap® – Section C11.2

Exploiter efficacement le chapitre C11.2 du Codap® en comprenant les fondements de l'analyse simplifiée en fatigue et en pratiquant la méthodologie sur des résultats issus de ses calculs numériques

**L26**  **7 h**

### Extrait du programme

- Présentation des règles du chapitre C11.2 du Codap®
- Présentation des règles d'exemption d'analyse à la fatigue et leurs fondements
- Présentation des notions à la base de l'analyse simplifiée en fatigue

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les règles Codap® d'exemption d'analyse à la fatigue et d'analyse simplifiée en fatigue
- Comprendre les notions de base pour l'analyse simplifiée à la fatigue
- Vérifier les règles C11.1 d'exemption d'analyse à la fatigue
- Mettre en application les règles d'analyse simplifiée en fatigue
- Produire une note de calcul suivant le chapitre C11.2 du Codap®

### Personnel concerné

Ingénieurs et technicien du bureau de calcul ayant une première connaissance du Codap® (Code français des appareils à pression)

### Pré-requis

Avoir suivi la formation Analyse des contraintes selon Codap® - Section C10 (L17) ou posséder les connaissances équivalentes



ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION :  
CODAP

## Appareils à pression : application du Codap® 2010, divisions 1 et 2

Assurer la conformité de ses appareils à pression en utilisant les règles de choix des catégories de construction, des matériaux, des règles de fabrication et de contrôle du Codap® (Code français des appareils à pression)

S32  21 h

### Extrait du programme

- Divisions 1 et 2 : appareils neufs
- Généralités
- Matériaux
- Conception et calcul
- Fabrication
- Contrôle et inspection

### Objectifs pédagogiques

- Appliquer les règles du Codap® par rapport à la réglementation
- Assurer la conformité réglementaire au travers du code
- Sélectionner les règles adaptées du Codap® pour un appareil à pression
- Utiliser les règles de choix des catégories de construction, utiliser les règles adaptées de choix et de mise en œuvre des matériaux
- Connaître l'inspection et les contrôles applicables à un appareil à pression
- Établir le dossier d'un appareil à pression

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études ou des services fabrication, méthodes et contrôle-inspection. Inspecteurs de maintenance, installation sur site, etc.

### Pré-requis

Aucun

ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION :  
ASME

## Conception et fabrication des appareils à pression selon ASME – Contexte

Connaître le contexte réglementaire aux États-Unis et au Canada et l'utilisation de la section VIII, division 1 de l'ASME B&PV Code dans le cadre de la directive européenne 97/23/CE

L24A  7 h

### Extrait du programme

- Le contexte réglementaire aux États-Unis et au Canada
- Utilisation de la section VIII Division 1 dans le cadre de la directive européenne 2014/68/CE

### Objectifs pédagogiques

- Connaître le processus réglementaire aux États-Unis et au Canada
- Comprendre l'organisation administrative et technique du B&PV Code de l'ASME
- Connaître les exigences additionnelles à respecter pour le marché européen

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens de bureaux d'études ou des services fabrication et méthodes

### Pré-requis

Connaissances dans le domaine des équipements sous pression

ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION :  
ASME

## Conception et fabrication des appareils à pression selon ASME – Conception

Concevoir ses récipients sous pression selon l'ASME B&PV Code, Section VIII, Division 1

L24B  14 h

### Extrait du programme

- Organisation de la section VIII, division 1
- Introduction – règles générales
- Matériaux
- Règles générales de conception, conception par formules, conception par essais et règles spécifiques aux différentes classes de matériaux
- Règles de conception des assemblages soudés
- Conceptions particulières
- Marking and data report

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les configurations autorisées par le Code
- Connaître les règles élémentaires relatives aux matériaux
- Connaître les règles élémentaires relatives à la conception
- Sélectionner les règles adaptées au dimensionnement d'un appareil à pression
- Utiliser les règles spécifiques de calcul permettant de dimensionner les composants usuels

### Personnel concerné

Techniciens et ingénieurs de bureaux d'études

### Pré-requis

Connaissances dans le domaine des équipements sous pression

ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION :  
ASME

## Conception et fabrication des appareils à pression selon ASME – Fabrication

Fabriquer ses récipients sous pression selon l'ASME B&PV Code, Section VIII, Division 1

L24C  21 h

### Extrait du programme

- Rappel sur le contexte réglementaire aux États-Unis et Canada
- Fabrication, contrôles et essais
- Soudage

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les exigences élémentaires relatives à la fabrication, aux contrôles et essais
- Identifier les domaines couverts par la section V
- Comprendre l'approche et la méthodologie de la section IX
- Savoir retrouver toutes les variables liées à l'opération de soudage et les domaines de validité associés

### Personnel concerné

Techniciens et ingénieurs des méthodes, fabrication, contrôle non destructif ou service qualité

### Pré-requis

Pour un profit maximum, une connaissance des modes opératoires et des principes de soudage ou de contrôle non destructif est conseillée

ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION :  
ASME

## Introduction au code ASME B31.3 « Process Piping »

Comprendre la structure et la nature des exigences techniques et administratives du code ASME B31.3 pour garantir une maîtrise sécurisée de son exploitation

L42  14 h

### Extrait du programme

- Principes de conception des appareils à pression
- Code B31 et organisation du code B31.3
- Exigences pour la conception des composants et assemblages
- Exigences pour la fabrication
- Exigences pour les contrôles, l'inspection et les essais sur tuyauterie

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre les exigences techniques et administratives du code ASME B31.3 *Process Piping*
- Évaluer l'intérêt de se positionner sur de nouveaux marchés où les codes nationaux ou les normes européennes (EN 13480, Codeti®, etc.) sont moins reconnus

### Personnel concerné

Directeurs/responsables techniques, directeurs/responsables qualité et chargés d'affaires en tuyauterie industrielle. Responsables de la conception, du contrôle ou du soudage dans le domaine de la tuyauterie industrielle. Ingénieurs, techniciens ou personnels de production/montage concernés par le sujet

### Pré-requis

Aucun

ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION :  
ASME

## Différence en ASME VIII div.1 & ASME B31.3

Connaître les principes d'utilisation et les différences des codes de ASME VIII div.1 & ASME B31.3

L28  11 h

### Extrait du programme

- ASME B&PV Code
- ASME VIII Div.1 / ASME B31.3 – fabrication, contrôles et essais

### Objectifs pédagogiques

- Préciser le processus réglementaire aux USA et au Canada
- Situer l'organisation administrative et technique du B&PV Code de l'ASME
- Comparer les exigences clés relatives à la fabrication, aux contrôles et essais d'équipements construits suivant ASME VIII Div. 1 et B31.3
- Identifier les différences critiques entre ces deux codes en termes de fabrication, contrôles et essais

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens de bureaux d'études ou des services fabrication (fabricants, donneurs d'ordres, ingénierie, etc.)

### Pré-requis

Connaissances dans le domaine des équipements sous pression

ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION :  
RÈGLEMENTATION

## Application de la directive des équipements sous pression 2014/68/UE

Mettre en pratique la réglementation européenne 2014/68/UE applicable aux équipements sous pression

L14  14 h

### Extrait du programme

- Généralités
- Application de la directive
- Les ensembles
- La déclaration UE de conformité
- Les langues des documents
- Les responsabilités et la mise sur le marché

### Objectifs pédagogiques

- Situer le domaine d'application de la réglementation
- Déterminer la catégorie de risque de son équipement
- Extraire les parties de la réglementation applicables à son équipement

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens de bureaux d'études ou des services fabrication (fabricants, donneurs d'ordres, ingénierie, etc.)

### Pré-requis

Aucun

ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION :  
RÈGLEMENTATION

## Réglementation des équipements sous pression nucléaires

Mettre en pratique la réglementation française applicable aux équipements sous pression nucléaires (neuf et en service) - (arrêté du 12 décembre 2005)

L14N  21 h

### Extrait du programme

- Rappels de physique liés au nucléaire
- Présentation de la filière nucléaire
- Comportement des matériaux sous irradiation
- Rappels sur la directive 2014/68/CE
- Présentation de l'arrêté du 30 décembre 2015
- Évaluation de la conformité
- Analyse de risques
- Guide de radioprotection

### Objectifs pédagogiques

- Pour les équipements neufs : situer le domaine d'application de la réglementation
- Connaître les exigences selon le niveau de risque de leur équipement
- Extraire les parties de la réglementation applicables à leur équipement
- Connaître les responsabilités associées à l'évolution de la conformité
- Pour les équipements en service : situer le domaine d'application de l'arrêté

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens de bureaux d'études ou des services fabrication, méthodes, inspection, entretien, contrôle, dans le domaine des équipements sous pression nucléaires (fabricants, donneurs d'ordres, exploitants ingénierie, organismes de contrôle, etc.)


### Pré-requis

Aucun

ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION :  
LOGICIELS

## Logiciel AUXeCap™

Utiliser les fonctionnalités d'AUXeCAP™, une solution adaptée à tous les besoins en matière de dimensionnement et de vérification des équipements sous pression

LOGS04  7 h

### Extrait du programme

- Généralités sur la conception d'un équipement sous pression
- Définition des chargements et des cas de charge
- Supportage horizontal, Oreille de levage, charges sur tubulures, fatigue
- Utilisation de l'interface au travers d'études de cas

### Objectifs pédagogiques

- Utilisez les fonctionnalités du logiciel Auxecap

### Personnel concerné

Formateur expert technique dans le domaine, intervenant dans des missions de conseil et d'assistances techniques en entreprise

### Pré-requis

L'atteinte des objectifs nécessite à minima la connaissance et pratique préalable d'un code de construction d'équipement sous pression

ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION :  
LOGICIELS

## Concevoir des assemblages à brides étanches selon l'EN 1591

Intégrer le paramètre étanchéité dans la conception des assemblages à brides en maîtrisant la norme européenne de calcul EN 1591 et son application au travers de cas pratiques

**L67**  **14 h**

### Extrait du programme

- Présentation de la norme de calcul EN 1591-1 et des normes associées
- Logiciel Cetim CAP1591
- Présentation des nouveaux coefficients de joints
- Réalisation de cas d'application sur le logiciel Cetim CAP1591

### Objectifs pédagogiques

- Expliquer l'obtention des caractéristiques des joints selon l'EN 13555
- Expliquer la méthode de calcul utilisée par la norme EN 1591
- Dimensionner un assemblage à bride selon l'EN 1591

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, fabricants et distributeurs de joints, services techniques des donneurs d'ordre

### Pré-requis

Notions de RDM

ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION :  
LOGICIELS


## Logiciel Cetim Castor ESP

Dimensionner et optimiser les équipements sous pression selon les normes de construction CODAP®, ASME et EN 13 445. Le logiciel permet de dimensionner des cas de conception en dehors des limites prévues par les codes, par exemple des fonds avec des ouvertures décentrées/obliques près des rayons de carre, tubulures très proches

 **NOUS CONSULTER**ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION :  
LOGICIELS

## Logiciel NextGen

Utiliser les fonctionnalités du logiciel NextGen pour le dimensionnement et la vérification des ESP et échangeurs de chaleur pour la conception, la réalisation et le contrôle des appareils

**LOGS03**  **N/A**

### Extrait du programme

- Généralités sur la conception d'un équipement sous pression
- Définition des chargements et des cas de charge
- Supportage horizontal, oreille de levage, charges sur tubulures, vent, séisme, fatigue
- Utilisation de l'interface au travers d'études de cas

### Objectifs pédagogiques

- Modéliser un équipement sous pression à l'aide du logiciel NextGen et d'analyser l'ensemble des résultats de calculs
- Appréhender correctement les principes de dimensionnement d'un équipement sous pression
- Maîtriser les dernières évolutions du logiciel

### Personnel concerné

Responsables et techniciens bureaux d'étude, maintenance, inspection

### Pré-requis

L'atteinte des objectifs nécessite à minima la connaissance et pratique préalable d'un code de construction d'équipement sous pression

ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION :  
LOGICIELS

## Logiciel AFT / Applied Flow Technology

Gérer en toute simplicité ses systèmes et réseaux de tuyauterie et gagner en productivité dans la gestion de ses projets de conception des réseaux et canalisations

 **NOUS CONSULTER**

ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION :  
LOGICIELS

## Logiciel ROHR2 : les bases pour l'utilisation en calculs statiques

ROHR2 permet la modélisation et l'analyse de structures d'installations de tuyauteries complexes

**L38**  **14 h**

### Extrait du programme

- Généralités sur la conception de tuyauteries dans ROHR2
- Saisie d'un modèle avec introduction des divers éléments, accessoires et supports
- Définition des chargements et des cas de charge
- Calculs et représentation des résultats
- Documentation et création des rapports de calcul
- Utilisation de l'interface au travers d'études de cas
- Contraintes de calculs et contraintes admissibles
- Calcul des valeurs extrêmes
- Calcul des réactions
- Études de cas
- Analyse du système et optimisation

### Objectifs pédagogiques

- Modéliser un réseau de tuyauteries à l'aide du logiciel ROHR2 (SIGMA INGENIEUR GmbH) et analyser l'ensemble des résultats des calculs statiques
- Appréhender correctement les principes de dimensionnement de réseaux de tuyauteries
- Maîtriser les dernières évolutions du logiciel

### Personnel concerné

Responsables et techniciens de bureaux d'études, maintenance, inspection, etc

### Pré-requis

Connaissance et pratique préalable de calculs de flexibilité au travers de l'utilisation d'un code de construction des tuyauteries industrielles

DIMENSIONNEMENT :  
RDM

## Calculs mécaniques : maîtriser les notions de base

Formation préalable à la RDM : comprendre et maîtriser les bases nécessaires aux calculs mécaniques en statique et cinématique

**CM01**  **14 h**

### Extrait du programme

- Outils et concepts physiques
- Concepts de base de la mécanique
- Cinématique (point matériel et solide)

### Objectifs pédagogiques

- Consolider et maîtriser les notions mécaniques de base nécessaires à la bonne compréhension des formations RDM ultérieures
- Se familiariser avec les concepts de base de la mécanique statique et cinématique

### Personnel concerné

Agents techniques, techniciens de bureaux d'études ou des services maintenance-entretien

### Pré-requis

Aucun

DIMENSIONNEMENT :  
RDM

## Résistance des matériaux et dimensionnement – niveau 1 – applications de base

Dimensionner ses éléments mécaniques grâce à la RDM

**RDM01**  **24 h**

### Extrait du programme

- Introduction des notions fondamentales en RDM (courbe de traction, contrainte, etc.)
- Caractéristiques géométriques des sections  
Cohérence des unités
- Étude de cas : caractérisation d'un profilé
- Calcul des efforts
- Principe d'équilibre
- Étude de cas : équilibre d'un système mécanique
- Calcul de la résistance des pièces soumises à la traction
- Application aux traitements des systèmes articulés (treillis, etc.)
- Calcul de la résistance de pièces au cisaillement

### Objectifs pédagogiques

- Construire un modèle de calcul de l'élément à étudier et utiliser les formules simples de RDM pour le dimensionnement ou la vérification de l'élément
- Rechercher les grandeurs de dimensionnement, évaluer à l'aide de critères la tenue en service de l'élément et produire une note de calcul

### Personnel concerné

Agents techniques, techniciens de bureaux d'études ou des services maintenance-entretien

### Pré-requis

Les participants doivent maîtriser les notions mathématiques énumérées dans le programme du stage « Concepts de base en mécanique » (CM01)

DIMENSIONNEMENT :  
RDM

## Résistance des matériaux (RDM) et dimensionnement – niveau 2 – perfectionnement

Utiliser les notions avancées en RDM pour vérifier la tenue des structures au flambement et en fatigue

**RDM02**  **21 h**

### Extrait du programme

- Rappels des bases de la RDM
- Les systèmes hyperstatiques
- Généralités sur la fatigue
- Dimensionnement des structures soumises à des sollicitations de fatigue uniaxiale
- Étude de cas en fatigue uniaxiale

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les structures à calculer et construire un modèle complet de la structure
- Employer des méthodes de calcul de RDM pour le dimensionnement ou la vérification de structures complètes
- Rechercher les grandeurs de dimensionnement (contraintes, déformations, déplacement) pour les principaux « modes de ruine » dans les éléments de la structure, produire une note de calcul de la structure complète
- Évaluer la tenue en service de la structure entière

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens de bureaux d'études ou des services maintenance-entretien

### Pré-requis

Niveau bac et première utilisation des règles RDM ou avoir suivi le stage RDM – applications de base (RDM01)

 EN

DIMENSIONNEMENT :  
RDM

## Initiation au calcul des structures par éléments finis

Utiliser la méthode des éléments finis pour le dimensionnement de ses structures

**EF01**  **21 h**

### Extrait du programme

- Notions d'élasticité en milieux continus et introduction à la méthode des éléments finis
- Principe de modélisation en deux dimensions
- Principe de modélisation en trois dimensions
- Travaux pratiques en 2D
- Travaux pratiques en 3D

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre les bases de la méthode des éléments finis
- Développer leurs connaissances en techniques de modélisation
- Construire le modèle d'une structure en deux ou trois dimensions
- Examiner les résultats obtenus par la méthode
- Sélectionner les grandeurs de dimensionnement pertinentes parmi les valeurs de contraintes, déformations, déplacements calculés

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études

### Pré-requis

Niveau bac + 2 ou expérience pratique de la RDM en bureaux d'études

 EN

DIMENSIONNEMENT :  
PIÈCES COMPOSITES

## Pratique du dimensionnement de pièces composites au service de la conception

Appréhender les spécificités des propriétés et comportements mécaniques des matériaux composites qui nécessitent une démarche de conception et de dimensionnement adapté

**M73**  **28 h**

### Extrait du programme

- Démarche de conception
- Méthodes de dimensionnement (prédimensionnement analytique, calcul EF, illustrations sur structures complexes)
- Comportements mécaniques des matériaux composites (notions fondamentales, caractérisation expérimentale)
- Modélisation des composites à l'échelle du pli et à l'échelle du stratifié

### Objectifs pédagogiques

- Connaître la démarche de conception des pièces composites
- Comprendre le comportement spécifique des composites et des constituants
- Prédimensionner des cas simples
- Évaluer le potentiel d'allègement des composites vis-à-vis des métaux
- Établir les données d'entrée pour le calcul de structures composites

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des bureaux d'études et de calculs

### Pré-requis


Connaissance des composites

EN

DIMENSIONNEMENT :  
PIÈCES COMPOSITES

## Logiciel Cetim QSD®

Utiliser les fonctionnalités de Cetim QSD pour l'optimisation technico-économique de structures composites

**LOGS20**  **7 h**

### Extrait du programme

- Rappel théorique sur la modélisation des composites
- Formulation du problème d'optimisation pour QSD
- Exemple d'application

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les spécificités de la méthode d'optimisation mise en place par QSD
- Savoir formuler un problème d'optimisation pour QSD
- Savoir analyser les résultats pour ressortir des compromis technico économique (cas pratique)

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens en bureaux d'études pratiquant la conception et le dimensionnement de structures composites par la méthode des éléments finis

### Pré-requis

Utilisation de la suite HyperWorks (HyperMesh, Optistruct composites). Connaissances en modélisation éléments finis pour les composites et en optimisation

DIMENSIONNEMENT :  
ASSEMBLAGES

## Calcul de dimensionnement des assemblages soudés

Intégrer les méthodes de calcul des assemblages soudés dans le dimensionnement de ses structures

**T47B**  **14 h**

### Extrait du programme

- Calculs des assemblages soudés : les données à prendre en compte
- Calculs sous sollicitations statiques
- Calculs en fatigue

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les données influentes en calcul de dimensionnement à partir des spécificités des assemblages soudés
- Mettre en œuvre les méthodes de calcul des assemblages soudés pour des sollicitations statiques et dynamiques, de manière analytique ou à partir de modèles éléments finis
- Utiliser à bon escient l'environnement normatif pour le dimensionnement des assemblages soudés

### Personnel concerné

Responsables, ingénieurs, techniciens de bureaux d'études et calcul

### Pré-requis

Des connaissances de base en calcul analytique (type RDM) et calcul éléments finis sont nécessaires

DIMENSIONNEMENT :  
ASSEMBLAGES

## Logiciel Cetim-Cobra : maîtrise du dimensionnement des assemblages vissés

Dimensionner des assemblages vissés selon les règles de l'art avec Cetim-Cobra

**K78**  **21 h**

### Extrait du programme

- Normalisation des éléments de fixation filetés
- Caractéristiques statiques et dynamiques des fixations
- Modélisation et calcul d'un assemblage vissé centré
- Modélisation et calcul d'un assemblage vissé excentré
- Défaillance des filetages

### Objectifs pédagogiques

- Utiliser les notions de base pour concevoir un assemblage vissé conforme aux règles de l'art
- Effectuer une analyse critique d'une conception existante
- Mettre en données un assemblage vissé dans le logiciel Cetim-Cobra
- Concevoir et valider un assemblage vissé à partir de la norme NF E 25-030 et la recommandation VDI 2230 version 1986 et 2014

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthodes concernés par le calcul d'un assemblage vissé et la mise en œuvre du serrage

### Pré-requis

Connaissances de base en mécanique

 EN

DIMENSIONNEMENT :  
MOTEUR ÉLECTRIQUE

## Technologie et utilisation des moteurs électriques rotatifs

Savoir choisir un type de moteur pour son application

**EC1**  **21 h** **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Introduction aux différents moteurs
- Phénomènes électromagnétiques de base dans les moteurs électriques
- Le moteur à courant continu (moteur CC)
- Le moteur synchrone
- Introduction au moteur à courant continu sans balais
- Le moteur asynchrone
- Les moteurs pas à pas

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les différents moteurs électriques rotatifs disponibles et leurs applications
- Savoir choisir un type de moteur pour une application voulue

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens concepteurs ou utilisateurs de systèmes faisant intervenir des actionneurs électriques et désirant en appréhender précisément les fonctionnements statiques et dynamiques

### Pré-requis

Personnes possédant des connaissances de bases en électricité (par exemple :  $U = R \cdot I$ , ou calcul des tensions en série). Pour la modélisation des moteurs électriques, la connaissance de la dynamique des systèmes est préférable

CALCUL :  
STRUCTURES

## Initiation au calcul des structures par éléments finis

Utiliser la méthode des éléments finis pour le dimensionnement de ses structures

**EF01**  **21 h**

### Extrait du programme

- Notions d'élasticité en milieux continus et introduction à la méthode des éléments finis
- Principe de modélisation en deux dimensions
- Principe de modélisation en trois dimensions
- Travaux pratiques en 2D
- Travaux pratiques en 3D

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre les bases de la méthode des éléments finis
- Développer leurs connaissances en techniques de modélisation
- Construire le modèle d'une structure en deux ou trois dimensions
- Examiner les résultats obtenus par la méthode
- Sélectionner les grandeurs de dimensionnement pertinentes parmi les valeurs de contraintes, déformations, déplacements calculés

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études

### Pré-requis

Niveau bac + 2 ou expérience pratique de la RDM en bureaux d'études

 EN



CALCUL :  
STRUCTURES

## Fatigue des pièces mécaniques et des structures métalliques

Maîtriser la durée de vie de ses produits en appliquant les règles de la conception à la fatigue

MC12  30 h

### Extrait du programme

- Généralités et vocabulaire de la fatigue
- Notions de fractographie
- Métallurgie de la fatigue et principaux mécanismes
- Prévission de l'amorçage des fissures en fatigue en endurance (domaine des grandes durées de vie)
- Cas de chargements uniaxiaux et multiaxiaux
- Lois de cumul du dommage en fatigue endurance
- Prévission de l'amorçage des fissures en fatigue oligocyclique
- Fatigue sous chargements thermomécaniques
- Prévission de la fissuration par fatigue
- Nocivité des défauts et tolérance au dommage des matériaux
- Fatigue des pièces en polymère et élastomère

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les bases actuelles de la conception des pièces résistant à la fatigue

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens supérieurs de bureaux d'études et de bureaux de calcul

### Pré-requis

Aucun

CALCUL :  
STRUCTURES

## Mécanique linéaire de la rupture : des essais au dimensionnement

Utiliser les essais de mécanique de la rupture pour optimiser le dimensionnement de ses pièces

M46  14 h

### Extrait du programme

- Généralités sur la mécanique de la rupture linéaire
- Analyse des faciès de rupture
- Facteurs d'intensité de contrainte
- Rupture brutale fragile
- Propagation de fissure
- Seuil de propagation

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre les phénomènes de propagation de fissure par fatigue
- Comprendre les phénomènes de rupture brutale et par fatigue
- Identifier les facteurs influents
- Connaître les différents essais réalisés pour déterminer les grandeurs des critères
- Connaître les méthodes simples de détermination de la propagation
- Identifier l'essai le mieux adapté en fonction des besoins et contraintes
- Maîtriser la préparation des éprouvettes
- Analyser les résultats
- Comprendre les rapports d'essais de laboratoires

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et essais

### Pré-requis

Notions de base de calcul en RdM

CALCUL :  
STRUCTURES

## Analyse en fatigue à partir de calculs aux éléments finis

Prendre en compte l'analyse en fatigue dès la modélisation de ses pièces

M48  14 h

### Extrait du programme

- Bonnes pratiques en éléments finis pour analyse en fatigue
- Analyse en fatigue sur pièce, approche S-N (en contrainte)
- Analyse en fatigue sur pièce, approche E-N (en déformation)
- Analyse en fatigue sur assemblages soudés

### Objectifs pédagogiques

- Modéliser en EF en vue d'une analyse en fatigue
- Connaître les différentes approches d'analyse en fatigue sous chargements simple ou complexe
- Évaluer la tenue à la fatigue de composants ou de structures mécaniques

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études

### Pré-requis

Des notions de base de calculs en Résistance des matériaux (RDM) et aux Éléments finis (EF) sont nécessaires ainsi que des notions de base de dimensionnement en fatigue

CALCUL :  
STRUCTURES

## Logiciel Cetim Castor Concept : prise en main

Dimensionner ou calculer la tenue d'une pièce sans avoir un bureau de calculs à sa disposition avec Cetim Castor Concept, la solution d'analyse mécanique par les éléments finis

**LOGS01**  **14 h**

### Extrait du programme

- Présentation du produit
- Analyse
- Post traitement

### Objectifs pédagogiques

- Maîtriser la technique de modélisation avec Castor Concept
- Être capable d'utiliser le logiciel (volumique, surfacique, filaire)
- Appliquer la modélisation choisie au problème à traiter
- Utiliser les fonctionnalités du logiciel pour exploiter les résultats du calcul

### Personnel concerné

Techniciens et ingénieurs de bureaux d'études

### Pré-requis

Connaissance de la théorie du calcul par éléments finis, avoir une pratique d'au moins un an ou avoir suivi la formation EF01

CALCUL :  
STRUCTURES

## Logiciel Simcenter™ 3D NX Nastran

NX Nastran est un solveur d'éléments finis pour les analyses de contrainte, de vibration, de flambage, de rupture structurale, de transfert thermique, d'acoustique, et d'aéroélasticité. Les fabricants et les fournisseurs en ingénierie dans les secteurs de l'aérospatial, de l'automobile, de l'électronique, des machines et des appareils médicaux, entre autres, utilisent le logiciel NX Nastran pour produire des conceptions sûres, fiables et optimisées dans des délais de plus en plus courts

 **NOUS CONSULTER**CALCUL :  
STRUCTURES

## Logiciel Inspire™

Utiliser les fonctionnalités du logiciel Inspire. Conception et optimisation avec solidThinking Inspire

**LOGS05**  **14 h**

### Extrait du programme

- Optimisation
- Chargements
- Modélisation

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les bases de l'optimisation
- Manipuler un modèle sur le logiciel
- Réaliser la mise en données d'un modèle sur le logiciel
- Réaliser et de post-traiter des calculs d'optimisation sur le logiciel

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens en bureau d'étude

### Pré-requis

Aucun

CALCUL :  
STRUCTURES

## Introduction unifiée à Abaqus

Introduction globale aux possibilités  
de modélisation et d'analyse d'Abaqus

LOGS10  35 h **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- SIMULIA unifié : vue d'ensemble
- Abaqus Input File : comment le construire ?
- Introduction à ABAQUS/CAE
- Assemblage dans ABAQUS/CAE, Géométrie dans ABAQUS/CAE
- Éléments
- Les techniques de maillages dans ABAQUS/CAE
- Matériaux et propriétés
- Liaisons et connecteurs

### Objectifs pédagogiques

- Réaliser une CAO et un modèle éléments finis à l'aide de ABAQUS/CAE
- Réaliser un calcul statique linéaire ou non-linéaire avec ABAQUS/Standard
- Réaliser le post-traitement de résultats avec ABAQUS/Viewer
- Réaliser des analyses EF multi-steps
- Réaliser une analyse thermique et un calcul thermomécanique avec Abaqus
- Réaliser un calcul en dynamique rapide avec Abaqus/Explicit

### Personnel concerné

Ingénieur calcul, ingénieur conception mécanique, responsable calcul ou BE

### Pré-requis

Ce cours s'adresse aux nouveaux utilisateurs Abaqus qui disposent d'Abaqus/CAE. Aucune connaissance Abaqus n'est donc requise, mais des notions sur la méthode des éléments finis et la mécanique des milieux continus sont souhaitables

CALCUL :  
STRUCTURES

## Modélisation du contact dans Abaqus

Aborder en profondeur les analyses  
de contact dans Abaqus/Standard

LOGS11  14 h **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Les méthodes de modélisation du contact
- Exercice 1 : indentation sphérique
- Exercice 2 : compression d'un cube
- Sorties et post-traitements du contact
- Schémas de fonctionnement d'Abaqus
- Exercice 3 : assemblage vissé
- Exercice 4 : montage d'un clip sur arbre de boîte de vitesses

### Objectifs pédagogiques

- Modéliser le contact avec Abaqus suivants différentes méthodes
- Modéliser et simuler les frottements, les glissements, les jeux entre pièces ou le frettage
- Réaliser le post-traitement spécifique au contact avec ABAQUS/Viewer
- Réaliser des analyses EF multi-steps
- Modéliser les assemblages vissés

### Personnel concerné

Ingénieur calcul, ingénieur conception mécanique, responsable calcul ou BE

### Pré-requis

Ce cours s'adresse aux utilisateurs Abaqus qui ont idéalement suivi la formation Introduction Unifiée à Abaqus. Des connaissances sur la méthode des éléments finis et la mécanique des milieux continus sont souhaitables

CALCUL :  
STRUCTURES

## Analyse thermique et thermomécanique dans Abaqus

Découvrir les capacités d'analyses  
thermiques et thermomécaniques dans  
Abaqus/Standard et Abaqus/Explicit

LOGS12  14 h **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Introduction aux analyses thermiques dans ABAQUS
- Propriétés matériau et éléments
- Procédures pour une analyse thermique
- Chargements et conditions aux limites en thermique
- Interfaces thermiques
- Analyses thermomécaniques
- Analyses thermomécaniques séquentiellement couplées
- Analyses pleinement couplées
- Analyses adiabatiques

### Objectifs pédagogiques

- Réaliser des simulations thermiques en régime établi et en transitoire
- Étudier des problèmes de cavités radiatives
- Analyser les effets de chaleur latente de fusion ou solidification
- Réaliser des simulations thermomécaniques
- Traiter des problèmes de contact en thermique

### Personnel concerné

Ingénieur calcul, ingénieur conception mécanique, responsable calcul ou BE

### Pré-requis

Ce cours s'adresse aux utilisateurs Abaqus qui ont idéalement suivi la formation Introduction Unifiée à Abaqus. Des connaissances sur la méthode des éléments finis et la mécanique des milieux continus sont souhaitables

CALCUL :  
STRUCTURES

## Dynamique Linéaire avec Abaqus

Découvrir les algorithmes et méthodes employées en analyse dynamique linéaire dans Abaqus/Standard

**LOGS13**  **14 h** **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Introduction à la dynamique linéaire
- Amortissement et superposition modale
- Dynamique transitoire en superposition modale
- Excitation par des mouvements de bases
- Analyse des spectres de réponse
- Réponse harmonique en régime établi
- Extraction de fréquences complexes
- Analyses pleinement couplées
- Principales cartes Abaqus étudiées

### Objectifs pédagogiques

- Réaliser l'extraction des fréquences propres d'un système avec plusieurs méthodes
- Réaliser une analyse harmonique ou transitoire par superposition modale
- Réaliser une réponse spectrale ou aléatoire par superposition modale
- Réaliser des analyses dynamiques avec amortissement
- Réaliser des extractions de modes complexes

### Personnel concerné

Ingénieur calcul, ingénieur conception mécanique, responsable calcul ou BE

### Pré-requis

Ce cours s'adresse aux utilisateurs Abaqus qui ont idéalement suivi la formation Introduction Unifiée à Abaqus. Des connaissances sur la méthode des éléments finis et des notions sur la dynamique des structures sont souhaitables

CALCUL :  
STRUCTURES

## Automatisation Python dans Abaqus CAE et Abaqus Viewer

Découvrir le développement en langage python dans Abaqus CAE et Abaqus Viewer dans le but de réaliser des applications interactives qui automatisent des processus de calcul

**LOGS14**  **14 h** **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Abaqus CAE et Viewer
- Python et Abaqus
- Les fondamentaux Python
- Exercices
- Automatisation dans Abaqus
- Exercices
- Interface graphique (GUI)
- Exercices

### Objectifs pédagogiques

- Réaliser un développement en langage python
- Connaître les possibilités d'automatisation de processus dans Abaqus CAE et Viewer
- Réaliser des interfaces graphiques interactives dans Abaqus CAE
- Réaliser l'automatisation d'un processus de calcul dans Abaqus CAE

### Personnel concerné

Ingénieur calcul, ingénieur conception mécanique, responsable calcul ou BE

### Pré-requis

Utilisateurs Abaqus qui ont idéalement suivi la formation Introduction Unifiée à Abaqus  
Des connaissances en développement logiciel sont souhaitables

CALCUL :  
STRUCTURES

## Initiation et fonctions avancées sur Abaqus/Explicit

Découvrir les capacités du solveur Abaqus/Explicit notamment pour réaliser des simulations en dynamique rapide

**LOGS15**  **21 h** **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Introduction à Abaqus/Explicit
- Eléments dans Abaqus/Explicit
- Modélisation du contact
- Analyses quasi-statiques
- Maillage adaptatif et «distorsion control»
- Contraintes cinématiques et connexions
- Analyses d'impact et de post-flambement
- Endommagement matériau et rupture
- Gestion des gros modèles
- Filtrage temps réel

### Objectifs pédagogiques

- Utiliser les méthodes explicites dans Abaqus
- Utiliser le contact général, le maillage adaptatif et le Mass Scaling
- Simuler et analyser les déformations à grande vitesse et la rupture
- Utiliser conjointement Abaqus/Explicit et Abaqus/Standard pour les problèmes complexes

### Personnel concerné

Ingénieurs calcul, ingénieurs conception mécanique, responsables calcul ou BE

### Pré-requis

Ce cours s'adresse aux utilisateurs Abaqus qui ont idéalement suivi la formation Introduction Unifiée à Abaqus. Une connaissance de la syntaxe de base Abaqus ou de l'outil interactif Abaqus/CAE est requise

CALCUL :  
STRUCTURE BÂTIMENTS (EUROCODES)

## Eurocode 0 et Eurocode 1 – actions et combinaisons

Déterminer les actions dues aux charges d'exploitation et aux actions climatiques selon l'Eurocode 1 et comprendre les notions essentielles de l'Eurocode 0

**BAS01**  **21 h**

### Extrait du programme

- EN 1990 : Bases de calcul des structures
- EN 1991-1-1 : Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation
- EN 1991-1-3 : Charges de neige
- EN 1991-1-4 : Actions du vent

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les bases de calculs des structures développées dans l'EN 1990
- Calculer les actions dues aux charges d'exploitation sur des bâtiments simples
- Calculer les actions dues aux charges de neige sur des bâtiments simples
- Calculer les actions dues aux actions du vent sur des bâtiments simples

### Personnel concerné

Projeteurs, calculateurs ou ingénieurs de bureaux d'études chargés du dimensionnement d'éléments courants de structures ou de la rédaction de notes de calculs de structures courantes

### Pré-requis

Formation initiale en mathématiques (fonctions usuelles, logarithme, exponentielle)

CALCUL :  
STRUCTURE BÂTIMENTS (EUROCODES)

## Eurocode 3 – calcul et vérification des éléments courants d'ossature

Justifier les éléments courants d'ossature selon l'Eurocode 3 : pannes, potelets de bardage, portiques simples, poutres au vent et stabilités en croix de saint André

**BAS04**  **28 h**

### Extrait du programme

- Rappels : ELS et ELU
- Analyse globale élastique des portiques
- Analyse globale élastique des poutres au vent
- Analyse globale élastique des palées de stabilité
- Vérification des sections

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les méthodes de vérification d'éléments courants d'ossature de bâtiment selon l'EN 1993-1-1
- Calculer des éléments de structure isolés sous sollicitations simples
- étendre ces notions pour traiter les éléments de stabilité d'ensemble (portique, poutre au vent, palée de stabilité)

### Personnel concerné

Projeteurs, calculateurs ou autres personnels de bureaux d'études chargés du dimensionnement d'éléments courants de structures sous la direction d'un encadrement qualifié

### Pré-requis

Bases en résistance des matériaux (sollicitations élémentaires : effort normal, effort tranchant, moment fléchissant – et détermination des contraintes associées). Savoir identifier les actions appliquées à une ossature (exploitation, actions climatiques) et les associer pour définir les combinaisons de charges de calcul

CALCUL :  
STRUCTURE BÂTIMENTS (EUROCODES)

## Eurocode 3 – calcul des assemblages

Concevoir et calculer les assemblages courants des bâtiments métalliques en appliquant les notions introduites dans l'EN 1993-1-8

**ASS05**  **21 h**

### Extrait du programme

- Présentation des règles de calcul de base selon l'EN 1993-1-8 « Assemblages »
- Assemblages de barres de contreventement par cornière boulonnée sur gousset
- Assemblages par double cornière en âme
- Courbe moment-rotation
- Classement des assemblages (rigidité)
- Encastresments poteau/poutre soudés
- Assemblages de continuité par platine d'about
- Synthèse : extension aux assemblages poteau/traverse par platine d'about

### Objectifs pédagogiques

- Établir les vérifications des connecteurs de base (boulons ordinaires ou précontraints, soudure)
- Comprendre les notions de base du calcul selon l'Eurocode 3 partie 1-8 (semi-rigidité, méthode des composants)
- Appliquer ces notions aux vérifications des grandes familles d'assemblages en CM

### Personnel concerné

Projeteurs, calculateurs ou ingénieurs de bureaux d'études chargés du dimensionnement et de la vérification des assemblages

### Pré-requis

Connaissance des concepts de l'analyse globale de l'Eurocode 3 partie 1-1 (chapitre 5). Pratiquer le calcul des structures CM (dimensionnement, vérification)

CALCUL :  
STRUCTURE BÂTIMENTS (EUROCODES)

## Eurocode 8 – Séisme – bâtiments courants faiblement dissipatifs

Faire le point sur la réglementation parasismique en vigueur et appliquer l'Eurocode 8 à la conception et au calcul des bâtiments courants en zone peu ou moyennement sismique

**BAS11**  **14 h**

### Extrait du programme

- Réglementation parasismique française
- Rappels succincts de dynamique
- Principes généraux de la conception parasismique
- Détermination du spectre de calcul
- Concept de comportement dissipatif et choix de la classe de ductilité
- Détermination de l'action sismique
- Règles de vérification

### Objectifs pédagogiques

- Connaître et exploiter les notions essentielles de la réglementation parasismique en vigueur
- Choisir la classe de ductilité
- Appliquer les méthodes de calcul réglementaires aux bâtiments courants en classe de ductilité DCL

### Personnel concerné

Ingénieurs, calculateurs expérimentés de bureaux d'études

### Pré-requis

Maîtrise de la résistance des matériaux (structures à barres). Bien que des rappels succincts concernant la théorie de la dynamique des structures soient effectués, il est préférable de posséder des notions de dynamique (oscillateur simple, période propre)

CALCUL :  
ASSEMBLAGES

## Calcul de dimensionnement des assemblages soudés

Intégrer les méthodes de calcul des assemblages soudés dans le dimensionnement de ses structures

**T47B**  **14 h**

### Extrait du programme

- Calculs des assemblages soudés : les données à prendre en compte
- Calculs sous sollicitations statiques
- Calculs en fatigue

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les données influentes en calcul de dimensionnement à partir des spécificités des assemblages soudés
- Mettre en œuvre les méthodes de calcul des assemblages soudés pour des sollicitations statiques et dynamiques, de manière analytique ou à partir de modèles éléments finis
- Utiliser à bon escient l'environnement normatif pour le dimensionnement des assemblages soudés

### Personnel concerné

Responsables, ingénieurs, techniciens de bureaux d'études et calcul

### Pré-requis

Des connaissances de base en calcul analytique (type RDM) et calcul éléments finis sont nécessaires

CALCUL :  
ASSEMBLAGES

## Logiciel Cetim-Cobra : maîtrise du dimensionnement des assemblages vissés

Dimensionner des assemblages vissés selon les règles de l'art avec Cetim-Cobra

**K78**  **21 h**

### Extrait du programme

- Normalisation des éléments de fixation filetés
- Caractéristiques statiques et dynamiques des fixations
- Modélisation et calcul d'un assemblage vissé centré
- Modélisation et calcul d'un assemblage vissé excentré
- Défaillance des filetages

### Objectifs pédagogiques

- Utiliser les notions de base pour concevoir un assemblage vissé conforme aux règles de l'art
- Effectuer une analyse critique d'une conception existante
- Mettre en données un assemblage vissé dans le logiciel Cetim-Cobra
- Concevoir et valider un assemblage vissé à partir de la norme NF E 25-030 et la recommandation VDI 2230 version 1986 et 2014
- Interpréter une note de calculs

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthodes concernés par le calcul d'un assemblage vissé et la mise en œuvre du serrage

### Pré-requis

Connaissances de base en mécanique



CALCUL :  
MÉCANIQUES

## Calculs mécaniques : maîtriser les notions de base

Formation préalable à la RDM : comprendre et maîtriser les bases nécessaires aux calculs mécaniques en statique et cinématique

CM01  14 h

### Extrait du programme

- Outils et concepts physiques
- Concepts de base de la mécanique
- Cinématique (point matériel et solide)

### Objectifs pédagogiques

- Consolider et maîtriser les notions mécaniques de base nécessaires à la bonne compréhension des formations RDM ultérieures
- Se familiariser avec les concepts de base de la mécanique statique et cinématique

### Personnel concerné

Agents techniques, techniciens de bureaux d'études ou des services maintenance-entretien

### Pré-requis

Aucun

CALCUL :  
MÉCANIQUES

## MCMD – Méthode de calculs mécaniques par les déplacements

Rendre l'estimation des forces et couples est rendue facile, rapide et fiable grâce à l'analyse des déplacements d'une cinématique obtenue à partir d'un outil d'esquisse d'une CAO

COF05  7 h

### Extrait du programme

- Rappels fondamentaux simples de calculs énergétiques, cinématiques et travaux virtuels
- Utilisation de petits déplacements pour évaluer la sensibilité (bras de levier) d'un système mécanique
- Études de cas

*Nombre maximum de participants : 8*

### Objectifs pédagogiques

- Utiliser les déplacements pour déterminer facilement les efforts dans un système mécanique simple ou complexe
- Acquérir une approche énergétique (travaux virtuels)
- Intuiter facilement les efforts dans des mécanismes
- Exercer une méthode simple, fiable et facile à mettre en œuvre
- Permettre d'éviter les erreurs courantes en statique

### Personnel concerné

Ingénieurs ou techniciens de bureaux d'études

### Pré-requis

Connaître l'utilisation d'un outil d'esquisse 2D paramétrique d'un logiciel de CAO

CALCUL :  
MÉCANIQUES

## Logiciel Simcenter™ 3D Star-CCM+

Star-CCM+ est un logiciel de CFD des fluides (flux multiphase, flux de particule, rhéologie, aero acoustique et transferts de chaleur). C'est une solution tout-en-un qui fournit des technologies multidisciplinaires précises et efficaces dans une interface utilisateur intégrée. STAR-CCM+ est l'unique solution permettant de résoudre simultanément et avec un seul et même solveur les problèmes de flux et de transferts de chaleur

 [NOUS CONSULTER](#)

CALCUL :  
ENGRENAGES

## Calcul de la capacité de charge des engrenages métalliques à axes parallèles

Vérifier, dimensionner et optimiser ses engrenages cylindriques avec précision grâce à la norme ISO 6336

**K15**  **28 h**

### Extrait du programme

- Rappels sur la géométrie et la cinématique d'engrènement des engrenages à axes parallèles
- Présentation générale du comportement en fatigue des engrenages métalliques et de l'aspect des dentures en fonctionnement
- Présentation générale de la norme ISO 6336
- Calcul des facteurs généraux
- Calcul à la pression de contact (piqûres)
- Calcul à la flexion en pied de dent (rupture)
- Choix des traitements thermiques pour les engrenages

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les paramètres pertinents influant sur la capacité de charge d'un engrenage cylindrique
- Appliquer et comparer les différentes méthodes de dimensionnement ISO
- Vérifier et optimiser la tenue des engrenages cylindriques à la pression de contact et à la rupture

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études

### Pré-requis

Bonne connaissance des calculs géométriques des engrenages. Maîtriser l'utilisation d'une calculatrice scientifique

CALCUL :  
ENGRENAGES

## Logiciel KISSsoft : les bases du calcul des engrenages et arbres de réducteurs

Concevoir et vérifier les engrenages et les arbres de ses réducteurs à axes parallèles selon les règles de l'art avec le logiciel KISSsoft, en un minimum de temps

**K11**  **21 h**

### Extrait du programme

- Rappels théoriques sur la géométrie, le fonctionnement et le calcul des engrenages cylindriques
- Présentation générale du logiciel KISSsoft
- Présentation et utilisation du module de calcul d'engrenages cylindriques
- Études de cas pratiques d'engrenages cylindriques

### Objectifs pédagogiques

- Maîtriser l'utilisation des modules de base du logiciel KISSsoft (dernière version diffusée)
- Concevoir et vérifier les composants engrenages, arbres et roulements d'un réducteur à axes parallèles, conformément aux normes ISO 6336, DIN 743 et ISO 281
- Interpréter les principaux résultats des calculs réalisés

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthodes concernés par le calcul des engrenages, arbres et paliers à roulements de réducteurs à axes parallèles

### Pré-requis

Avoir des connaissances générales en mécanique et plus particulièrement en conception des ensembles à engrenages. Avoir une connaissance des normes : ISO 6336 / DIN 743 / ISO 281

CALCUL :  
ENGRENAGES

## Logiciel KISSsys : modélisation et calcul des réducteurs

Modéliser ses réducteurs à axes parallèles et calculer leurs composants selon les règles de l'art avec le logiciel KISSsys, en un minimum de temps

**K12**  **21 h**

### Extrait du programme

- Présentation générale du logiciel KISSsys
- Présentation des modules de calcul KISSsoft d'engrenages cylindriques, arbres et roulements associés
- Étude de cas
- Présentation du module de calcul KISSsoft de trains planétaires
- Étude de cas
- Utilisation de fonctions avancées

### Objectifs pédagogiques

- Maîtriser l'utilisation des fonctions de base du logiciel KISSsys (dernière version diffusée)
- Modéliser et calculer les composants engrenages, arbres et roulements d'un réducteur à axes parallèles, conformément aux normes ISO 6336, DIN 743 et ISO 281
- Appréhender le dimensionnement d'un réducteur dans son ensemble

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthodes concernés par le calcul des engrenages, arbres et paliers à roulements de réducteurs à axes parallèles

### Pré-requis

Avoir de bonnes connaissances en conception des ensembles à engrenages. Avoir une bonne maîtrise du logiciel KISSsoft (modules engrenage, arbre et roulements)



CALCUL :  
TUYAUTERIE

## Logiciel ROHR2 : les bases pour l'utilisation en calculs statiques

ROHR2 permet la modélisation et l'analyse de structures d'installations de tuyauteries complexes

L38  14 h

### Extrait du programme

- Généralités sur la conception de tuyauteries dans ROHR2
- Saisie d'un modèle avec introduction des divers éléments, accessoires et supports
- Définition des chargements et des cas de charge
- Calculs et représentation des résultats
- Documentation et création des rapports de calcul
- Utilisation de l'interface au travers d'études de cas
- Contraintes de calculs et contraintes admissibles
- Calcul des valeurs extrêmes

### Objectifs pédagogiques

- Modéliser un réseau de tuyauteries à l'aide du logiciel ROHR2 (SIGMA INGENIEUR GmbH) et analyser l'ensemble des résultats des calculs statiques
- Appréhender correctement les principes de dimensionnement de réseaux de tuyauteries
- Maîtriser les dernières évolutions du logiciel

### Personnel concerné

Responsables et techniciens de bureaux d'études, maintenance, inspection, etc.

### Pré-requis

Connaissance et pratique préalable de calculs de flexibilité au travers de l'utilisation d'un code de construction des tuyauteries industrielles

CALCUL :  
TUYAUTERIE

## Tuyauteries industrielles : application du Codeti®

Des tuyauteries industrielles conforme en utilisant les règles de choix des catégories de construction, des matériaux, des règles de fabrication et de contrôle du Codeti®

S33  21 h

### Extrait du programme

- Généralités
- Les matériaux dans le code
- Calcul : présentation des principales règles de calcul
- Fabrication
- Inspection et contrôle des appareils à pression

### Objectifs pédagogiques

- Appliquer les règles du Codeti®
- Assurer la conformité réglementaire au travers du code
- Sélectionner les règles adaptées du Codeti® pour une tuyauterie industrielle
- Utiliser les règles de choix des catégories de construction
- Utiliser les règles adaptées de choix et de mise en œuvre des matériaux
- Connaître l'inspection et les contrôles applicables à une tuyauterie industrielle
- Établir le dossier d'une tuyauterie industrielle et assurer la conformité de la tuyauterie au Codeti®

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études ou des services méthodes, fabrication, contrôle-inspection, inspecteurs, maintenance, installation sur site, etc.

### Pré-requis

Aucun

CALCUL :  
APPAREILS DE LEVAGE

## Éléments de calcul des appareils de levage suivant les normes EN 13001

Maîtriser les bases scientifiques et les règles essentielles du dimensionnement des appareils de levage

CL01  21 h

### Extrait du programme

- Classement des appareils de levage, mécanismes, éléments (suivant NF EN 13001-1)
- Détermination des sollicitations principales dues (suivant NF EN 13001-2 et NF EN 15011)
- Combinaisons des sollicitations
- Calcul des éléments de charpente
- Calcul des éléments de charpente
- Codes utilisés : EN 13001-3-1
- Calcul d'éléments particuliers
- Présentation de la norme ISO 11031 (efforts sismiques sur appareils de levage) et des textes de base concernant les chemins de roulement

### Objectifs pédagogiques

- Classer un appareil de levage, mécanisme, élément de charpente
- Évaluer individuellement puis combiner les efforts subis par un appareil de levage
- Dimensionner un élément de charpente ou de mécanisme vis-à-vis des risques de ruine par plastification, choc fragile, fatigue

### Personnel concerné

Personnes de bureaux d'études

### Pré-requis

Avoir au moins le niveau bac + 2 et la pratique des méthodes de calcul de la RDM



CALCUL :  
APPAREILS DE LEVAGE

## Éléments de calcul des appareils de levage suivant les règles FEM 1.001 éd. 1998

Maîtriser les bases scientifiques et les règles essentielles du dimensionnement des appareils de levage suivant les règles FEM 1.001

CL02  14 h **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Classement des appareils de levage, mécanismes, éléments (suivant FEM)
- Détermination des sollicitations principales dues (suivant FEM)
- Combinaisons des sollicitations
- Calcul des éléments de charpente
- Calcul des éléments de charpente
- Codes utilisés : FEM
- Calcul des éléments de mécanismes
- Calcul d'éléments particuliers
- Calcul des motorisations verticales et horizontales

### Objectifs pédagogiques

- Classer un appareil de levage, mécanisme, élément de charpente
- Évaluer individuellement puis combiner les efforts subis par un appareil de levage
- Dimensionner un élément de charpente ou de mécanisme vis-à-vis des risques de ruine par plastification, choc fragile, fatigue

### Personnel concerné

Personnes de bureaux d'études

### Pré-requis

Avoir au moins le niveau bac + 2 et la pratique des méthodes de calcul de la RDM



CALCUL :  
DURÉE DE VIE

## Viellissement et durabilité des élastomères

Maîtriser la durée de vie des pièces en caoutchouc

1EVDE  14 h

### Extrait du programme

- Généralités sur le vieillissement
- Mécanismes du vieillissement
- Formulation des caoutchoucs pour améliorer leur tenue au vieillissement
- Visite des laboratoires
- Agents de protection
- Essais de vieillissement normalisés
- Modélisation et prédiction du vieillissement en service
- Vieillissement prématuré et révélation des défauts de pièces à base d'élastomères

### Objectifs pédagogiques

- Acquérir les connaissances scientifiques et techniques nécessaires à la compréhension du comportement à moyen et long terme d'un polymère (TP, TPE et caoutchouc) soumis à différents vieillissements chimiques ou physiques

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens des services recherche et développement matériaux des entreprises transformatrices et utilisatrices d'élastomères caoutchouc, TPE

### Pré-requis

Bonnes notions des polymères, en particulier des élastomères. Avoir suivi un stage du type « Le caoutchouc par la pratique, ou par la technique », ou « Initiation à la formulation » serait un plus

CONCEPTION DES ASSEMBLAGES

## Conception des assemblages soudés

Faire les bons choix de conception nécessaires au bon dimensionnement des structures soudées

T47A  14 h

### Extrait du programme

- Principes et règles appliquées de conception des structures soudées intégrant les exigences sur
- Comportement en service des assemblages soudés (tenue à la fatigue, tenue en statique, fragilité)
- Elaboration des spécifications techniques en interne ou pour la sous-traitance (y compris des descriptions détaillées des assemblages élémentaires, représentations symboliques et tolérances)
- Description des référentiels et outils normatifs
- Exemples de conceptions pour différents contextes industriels et types de produits
- Choix des matériaux

### Objectifs pédagogiques

- Définir des dispositions constructives adaptées à une bonne exécution et à une bonne tenue en service des assemblages soudés
- Choisir des matériaux appropriés à leurs applications
- Comprendre le comportement des assemblages en fonction des différentes sollicitations
- Émettre les spécifications techniques nécessaires à la fabrication, en interne et en sous-traitance

### Personnel concerné

Responsables, ingénieurs, techniciens de bureaux d'études et des services méthodes

### Pré-requis

Des connaissances générales en soudage sont requises

## CONCEPTION DES ASSEMBLAGES

## Fatigue des assemblages soudés

Tenir compte du risque rupture par fatigue lors de la conception et de la fabrication d'assemblages soudés pour s'assurer de la performance et de la fiabilité de ses produits

**T51**  **14 h**

### Extrait du programme

- Introduction à la rupture par fatigue
- Analyse morphologique d'une rupture : recherche des caractères spécifiques de la rupture par fatigue
- Fatigue des assemblages soudés
- Calcul d'endommagement - étude de cas
- Revue des méthodes de vérification des assemblages soudés - étude de cas
- Exemples pratiques d'optimisation
- Réflexion sur la conception et son influence - étude de cas

### Objectifs pédagogiques

- Prendre en compte l'influence des cordons soudés sur la tenue en fatigue
- Choisir les dispositions constructives les mieux appropriées
- Évaluer les solutions envisagées vis-à-vis de la tenue en fatigue
- Mettre en œuvre les techniques de fabrication améliorant la tenue en fatigue
- Définir une qualité de fabrication permettant d'améliorer la tenue en fatigue et se donner les moyens de l'atteindre

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services méthodes, fabrication, inspection et qualité

### Pré-requis

Connaissances générales en soudage et en conception calcul

## CONCEPTION DES ASSEMBLAGES

## Assemblages vissés : règles simples de conception

Apprendre à dimensionner un assemblage vissé suivant les règles de l'art, la norme NF E25-030 et la VDI 2230

**K72**  **14 h**

### Extrait du programme

- Normalisation et caractéristiques de la boulonnerie
- Caractéristiques dynamiques de la boulonnerie
- Calcul d'un assemblage
- Serrage au couple des assemblages filetés
- Conception de l'assemblage
- Règles pratiques de conception
- Exercices d'application

### Objectifs pédagogiques

- Utiliser les règles pratiques appropriées pour concevoir un assemblage vissé
- Concevoir ou améliorer un assemblage vissé en s'appuyant sur les référentiels normatifs (NF E 25-030, etc.)

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthodes

### Pré-requis

Connaissances en conception et mécanique



## CONCEPTION DES ASSEMBLAGES

## Assemblages vissés : règles simples de conception

Comprendre et appliquer les règles de l'art de la conception des assemblages vissés

**eK72**  **15 h** **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Module 1 : normalisation et caractéristiques de la boulonnerie
- Module 2 : caractéristiques dynamiques de la boulonnerie
- Module 3 : calcul d'un assemblage
- Module 4 : serrage au couple des assemblages filetés
- Module 5 : conception de l'assemblage
- Module 6 : règles pratiques de conception
- Exercices d'application

### Objectifs pédagogiques

- Utiliser les règles pratiques appropriées pour concevoir un assemblage vissé
- Concevoir ou améliorer un assemblage vissé en s'appuyant sur les référentiels normatifs (NF E 25-030, etc.)

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthodes

### Pré-requis

Connaissances en conception et mécanique



## Assemblages vissés : conception, optimisation et fiabilisation

Devenir expert en assemblages vissés de la phase conception jusqu'au contrôle (calcul, montage, fiabilisation, maîtrise des normes)

**K71**  **31 h**

### Extrait du programme

- Caractéristiques géométriques et physiques selon les normes NFE et ISO et description de tests normalisés
- Caractéristiques dynamiques des vis Étude du comportement d'un assemblage vissé, cas d'un assemblage centré (NF E25-030, VDI 2230)
- Étude du comportement d'un assemblage vissé, cas d'un assemblage excentré
- Étude de défaillance des filets
- Serrage au couple
- Autres techniques de serrage

### Objectifs pédagogiques

- Mettre en œuvre une démarche optimisée de conception des assemblages vissés via les outils analytiques et numériques
- Fiabiliser les assemblages vissés par la bonne prise en compte de leur environnement et du process de mise en œuvre
- Identifier les causes des défaillances et mettre en place les actions correctives nécessaires
- Employer à bon escient les exigences normatives

### Personnel concerné

Référents techniques, ingénieurs de bureaux d'études et des services méthodes

### Pré-requis

Connaissances en conception et mécanique

EN

## Logiciel Cetim-Cobra : maîtrise du dimensionnement des assemblages vissés

Dimensionner des assemblages vissés selon les règles de l'art avec Cetim-Cobra

**K78**  **21 h**

### Extrait du programme

- Normalisation des éléments de fixation filetés
- Caractéristiques statiques et dynamiques des fixations
- Modélisation et calcul d'un assemblage vissé centré
- Modélisation et calcul d'un assemblage vissé excentré
- Défaillance des filetages

### Objectifs pédagogiques

- Utiliser les notions de base pour concevoir un assemblage vissé conforme aux règles de l'art
- Effectuer une analyse critique d'une conception existante
- Mettre en données un assemblage vissé dans le logiciel Cetim-Cobra
- Concevoir et valider un assemblage vissé à partir de la norme NF E 25-030 et la recommandation VDI 2230 version 1986 et 2014
- Interpréter une note de calculs

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthodes concernés par le calcul d'un assemblage vissé et la mise en œuvre du serrage

### Pré-requis

Connaissances de base en mécanique

EN

## Conception des assemblages par collage

Identifier les assemblages pour lesquels la solution collage est techniquement et économiquement pertinente et sélectionner les solutions les plus adaptées

**K87**  **21 h**

### Extrait du programme

- Généralités
- Préparation de surface avant collage
- Adhésifs : principales familles utilisées en mécanique
- Conception et dimensionnement
- Contrôle qualité et analyse de défaillances

### Objectifs pédagogiques

- Définir les spécifications techniques du collage à partir du cahier des charges du produit
- Sélectionner des préparations de surface et des adhésifs en fonction de ces spécifications techniques
- Énoncer les principales règles de conception
- Appliquer la méthode de calcul de dimensionnement d'un assemblage collé du Cetim
- Proposer des méthodes et moyens de contrôle qualité adaptés à une fabrication collée
- Déployer une méthode de recherche des causes de défaillance

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services bureaux d'études, recherche et développement, contrôle qualité en fabrication

### Pré-requis

Connaissances générales en mécanique et matériaux

CHOIX DES PROCÉDÉS DE FABRICATION :  
TRANSFORMATION DES MÉTAUX

## Décider de la bonne filière de production

Découvrir un panorama des procédés de fabrication pour pérenniser ses choix de la bonne filière de production

K83  35 h

### Extrait du programme

- Les procédés d'élaboration par métallurgie des poudres
- Les procédés d'élaboration par fabrication additive
- Les procédés d'élaboration par forgeage
- Les procédés d'élaboration des métaux en feuilles
- Les procédés d'élaboration par fonderie
- Les procédés d'usinage
- Les procédés d'assemblage
- Les polymères et composites

### Objectifs pédagogiques

- Décrire les fondamentaux des technologies d'élaboration, d'usinage et d'assemblage et d'en préciser les avantages et les limites
- Distinguer des solutions de procédé de fabrication et d'assemblage par rapport à un cahier des charges produit
- Estimer les grandeurs économiques pour une décision structurée
- Dialoguer efficacement avec un sous-traitant (évaluation, critique des choix)

### Personnel concerné

Bureaux d'études : chefs de projet, concepteurs recherche et développement ; services méthodes et industrialisation : responsables et techniciens ; services achats

### Pré-requis

Aucun

CHOIX DES PROCÉDÉS DE FABRICATION :  
TRANSFORMATION DES MÉTAUX

## Découverte de l'usinage : description et évolution des technologies

Connaître les différentes technologies d'usinage et être crédible dans ses échanges avec ses fournisseurs et clients

T302  7 h

### Extrait du programme

- Présentation de l'usinage par enlèvement de copeaux
- Les technologies d'usinage : usinage à l'outil coupant, usinage par abrasion...

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les principes des différentes technologies d'usinage par enlèvement de copeaux
- Connaître le vocabulaire associé à chaque technologie
- Connaître les principaux domaines d'utilisation de chaque procédé

### Personnel concerné

Managers, acheteurs, technico-commerciaux, chefs de projets, assistantes, toute personne amenée à travailler en relation avec le domaine de l'usinage

### Pré-requis

Aucun



CHOIX DES PROCÉDÉS DE FABRICATION :  
TRANSFORMATION DES MÉTAUX

## Initiation à la mise en forme des métaux en feuilles

Mise en forme des tôles : vue élargie des différents procédés de formage et synthétique, permettant de mieux communiquer avec son interlocuteur métier

T303  7 h

### Extrait du programme

- Pour chacun des procédés évoqués seront détaillés
  - Découpage
  - Formage
- En fin de formation, le « Mémo Cetim » sur la mise en forme des métaux en feuilles sera remis aux participants*

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les différents procédés de travail des métaux en feuilles
- Connaître le vocabulaire associé à chaque technologie
- Connaître les principaux domaines d'utilisation de chaque procédé

### Personnel concerné

Managers, acheteurs, technico-commerciaux, chefs de projets, toute personne étant en contact direct ou indirect avec des acteurs du domaine des métaux en feuilles

### Pré-requis

Aucun

CHOIX DES PROCÉDÉS DE FABRICATION :  
TRANSFORMATION DES MÉTAUX

## Logiciel Inspire™

Utiliser les fonctionnalités du logiciel Inspire. Concevoir et optimiser avec solidThinking Inspire

LOGS05  14 h

### Extrait du programme

- Introduction ouverture/import
- Manipulation du modèle : rotations, translation, zoom
- Options d'affichage : show/hide, configuration des vues
- Unités
- Optimisation : lancement de l'optimisation et post-traitements
- Contrôle des variations de forme, options de calcul
- Chargements supports
- Forces
- Pressions
- Moments
- Cas de charges
- Modélisation Esquisse : primitives, contrôle des géométries coïncidentes, dimensions, contraintes
- Solides : push/pull, opérations booléennes, duplication

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les bases de l'optimisation
- Manipuler un modèle sur le logiciel
- Réaliser la mise en données d'un modèle sur le logiciel
- Réaliser et de post-traiter des calculs d'optimisation sur le logiciel

### Personnel concerné

ingénieurs et techniciens en bureau d'étude

### Pré-requis

Aucun

CHOIX DES PROCÉDÉS DE FABRICATION :  
TRANSFORMATION DES POUDRES

## Mise en forme et frittage des poudres

Examiner les possibilités qu'offre la métallurgie des poudres pour produire ses pièces directement à la forme et sans perte de matière, au travers de ses procédés conventionnels ou à forte innovation

K30  7 h

### Extrait du programme

- Introduction à la métallurgie des poudres
- Élaboration des poudres et préparation des mélanges : effet sur la métallurgie
- Présentation des procédés industriels de mise en forme (compaction-frittage, HIP, fabrication additive, MIM, etc.)
- Positionnement technico-économique et acteurs

### Objectifs pédagogiques

- Discuter avec les acteurs de la mise en forme des poudres
- Identifier les six principaux procédés de fabrication de pièces massives à partir de poudres
- Discriminer les potentialités d'application des procédés de mise en forme des poudres conventionnels ou innovants

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services recherche et développement, méthodes, achats, bureaux d'études

### Pré-requis

Aucun

CHOIX DES PROCÉDÉS DE FABRICATION :  
TRANSFORMATION DES POUDRES

## Aide à la conception de pièces compactées – frittées

Maîtriser les règles de l'art du procédé de compression frittage de la Métallurgie des Poudres pour anticiper les difficultés de fabrication dès la phase de conception et fiabiliser ses approvisionnements en pièces frittées

K31  7 h

### Extrait du programme

- Introduction à la Métallurgie des Poudres (MdP) et au procédé de compaction + frittage
- Description des étapes de fabrication du procédé et présentation des contraintes associées
- Méthode et règles de conception d'une pièce frittée
- Préparation à l'industrialisation d'une pièce compactée - frittée

### Objectifs pédagogiques

- S'approprier les méthodes de conception d'une pièce par le procédé de compression-frittage de poudres
- Apprécier les contraintes du procédé sur le design de la pièce frittée
- Évaluer la faisabilité et le niveau de complexité de la fabrication d'une pièce compactée - frittée
- Détecter, pour les prévenir, les risques de défauts liés au design

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens BE, ingénieurs études et R&D, chefs de projet

### Pré-requis

Avoir des connaissances élémentaires en conception mécanique

 EN

CHOIX DES PROCÉDÉS DE FABRICATION :  
TRANSFORMATION DES POUDRES

## Démarche de conception pour la fabrication additive métal

Identifier l'intérêt de la fabrication additive dès le besoin et intégrer une démarche de conception de produit sur les technologies de fabrication additive métal : notamment fusion laser et fusion par faisceau d'électrons. Application sur cas concrets

**FA03**  **14 h**

### Extrait du programme

- Présentation de la Fabrication Additive (FA) métal, historique et marché
- Positionnement de la conception
- Démarche de choix appliquée à la fabrication additive métal
- Règles de conception pour la fabrication additive métal
- Études de cas
- Diversité de la FA métal
- Évolutions et perspectives

### Objectifs pédagogiques

- Identifier la pertinence de la fabrication additive dès le cahier des charges du produit
- Intégrer une démarche de conception pour la fabrication additive métal
- Concevoir des pièces pour une fabrication additive métal

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthodes et recherche et développement

### Pré-requis

Avoir des connaissances en fabrication additive

CHOIX DES PROCÉDÉS DE FABRICATION :  
TRANSFORMATION DES POUDRES

## Découverte des procédés de fabrication additive

Se repérer dans les technologies de fabrication additive pour intégrer les bénéfices de ces innovations : réduction du temps d'étude, complexité des formes, validation rapide des nouveaux produits, etc.

**FA01**  **7 h**

### Extrait du programme

- Généralités, historique et marché
- Procédés d'obtention de pièces polymères
- Procédés d'obtention de pièces métalliques
- Coûts en FA métal
- Normalisation

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les différents procédés de fabrication additive pour applications polymères ou métal, parfois regroupés derrière le terme « impression 3D »
- Différencier leur intérêt technico-économique pour extraire leur champ d'application
- Cerner l'applicabilité de la fabrication additive en se posant les bonnes questions de faisabilité

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes et recherche et développement, acheteurs

### Pré-requis

Aucun



CHOIX DES PROCÉDÉS DE FABRICATION :  
TRANSFORMATION DES POUDRES

## Fabrication additive : procédés métal, céramiques et polymères

Se repérer dans les technologies de fabrication additive pour intégrer les bénéfices de ces innovations

**FA02**  **14 h**

### Extrait du programme

- Généralités, historique et marché
- Procédés d'obtention de pièces polymères
- Procédés d'obtention de pièces métalliques
- Procédés d'obtention de pièces céramiques
- Démonstration de la préparation (numérique) d'une fabrication LBM
- Démonstration du lancement et du déballage d'une fabrication LBM
- Normalisation
- Fournisseurs machines FA Métal

### Objectifs pédagogiques

- Différencier l'intérêt technico-économique des différents procédés de fabrication additive pour extraire leur champ d'application
- Choisir la technologie la plus pertinente aujourd'hui et demain
- Identifier les acteurs du marché, qu'ils soient prestataires, fournisseurs de machines, matériaux ou logiciels

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes et recherche et développement, acheteurs

### Pré-requis

Aucun



CHOIX DES PROCÉDÉS DE FABRICATION :  
TRANSFORMATION DES POUDRES

## Maîtriser le contrôle des pièces réalisées en fabrication additive métallique

Savoir définir les essais de caractérisation pour contrôler les pièces issues de fabrication additive métallique (fusion laser – LBM)

**FA05**  **14 h**

### Extrait du programme

- Panel de caractérisation (descriptif des techniques et des résultats attendus)
- Les facteurs d'influence
- Définition d'un CDC
- Aspect normatif

### Objectifs pédagogiques

- Spécifier les techniques de caractérisations adaptées aux matières premières (poudres) et aux pièces issues de fabrication additive métallique
- Choisir les caractérisations pour contrôler les spécifications dimensionnelles, la macro-géométrie et assurer une tenue en service
- Définir les essais à réaliser et les éprouvettes à utiliser

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des bureaux d'études et des méthodes, responsables de fabrication

### Pré-requis

Avoir une bonne connaissance de la fabrication additive métallique, et des connaissances de base en métallurgie

CHOIX DES PROCÉDÉS D'ASSEMBLAGE

## Choisir une technologie d'assemblage

Panorama des technologies d'assemblage permettant de faire le bon choix en fonction des conditions d'utilisation des produits et des contraintes industrielles

**K82**  **21 h**

### Extrait du programme

- Généralités
- Assemblage par vissage
- Assemblage par collage
- Assemblages thermiques
- Assemblages par déformation
- Technologies d'assemblage multimatériaux
- Démarche et critères de choix des technologiques d'assemblage
- Étude de cas
- Visite des laboratoires

### Objectifs pédagogiques

- Apprécier les avantages et les limites des procédés d'assemblage pour les employer à bon escient
- Appliquer une démarche de choix d'un procédé d'assemblage de la conception à l'industrialisation
- Prendre en compte les contraintes d'industrialisation de chaque technologie d'assemblage

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes (industrialisation) et achats

### Pré-requis

Connaissances générales en mécanique et calcul analytique de type RDM

CHOIX DES PROCÉDÉS D'ASSEMBLAGE

## Optimisation des coûts d'assemblage dès la conception

Design For Assembly (DFA) : rentabiliser ses développements produits/process par une démarche de conception et d'industrialisation partagée par ses bureaux d'études et méthodes

**DFA01**  **14 h**

### Extrait du programme

- Optimisation de la conception du produit : DFA (Design For Assembly)
- Optimisation de la conception du process : CAP'Eco (définition, choix et rentabilité des systèmes d'assemblage)

### Objectifs pédagogiques

- Mettre en œuvre une démarche complète de conception et d'industrialisation d'un produit assemblé intégrant
- La simplification de l'assemblage via l'utilisation de règles de conception spécifiques
- Le choix des familles d'équipements en fonction des contraintes liées au produit et aux moyens de production
- L'évaluation des différentes solutions d'assemblage sur le plan technico-économique

### Personnel concerné

Responsables techniques, ingénieurs, techniciens, agents de maîtrise, des services méthodes, bureaux d'études et production

### Pré-requis

Aucun



## CHOIX DES PROCÉDÉS D'ASSEMBLAGE

## Découverte du soudage

Maîtriser les connaissances essentielles en soudage des matériaux métalliques

**T461**  **7 h**

### Extrait du programme

- Vocabulaire du soudage
- Management de la qualité et référentiels normatifs
- Présentation des procédés de soudage
- Revue de synthèse des matériaux soudables
- Défauts d'exécution des soudures et contrôles
- Défaillances des soudures

### Objectifs pédagogiques

- Lister les différents procédés et technologies en soudage
- Identifier les principaux défauts et modes de défaillances possibles
- Lister les matériaux métalliques soudables et les précautions de mise en œuvre (soudabilité métallurgique)

### Personnel concerné

Manageurs, technico-commerciaux, acheteurs, chefs de projets, chargés d'affaires, personnes en contact avec des clients, fournisseurs ou experts du domaine

### Pré-requis

Aucun

## CHOIX DES PROCÉDÉS D'ASSEMBLAGE

## Technologie du soudage

Maîtriser les connaissances de base sur les assemblages soudés de matériaux métalliques pour effectuer des choix rationnels de procédés de fabrication et de contrôle

**T46**  **21 h**

### Extrait du programme

- Généralités en soudage
- Procédés de soudage
- Modes opératoires de soudage
- Défauts d'exécution des soudures
- Méthodes de contrôle des soudures
- Méthodes de soudage
- Maintien et positionnement
- Soudabilité des matériaux métalliques
- Déformations des pièces et structures soudées

### Objectifs pédagogiques

- Choisir les procédés de soudage et les méthodes de contrôle adaptés aux pièces et structures à assembler
- Identifier les principaux risques métallurgiques et défauts d'exécution impactant le comportement des assemblages soudés
- Appliquer, en fabrication, les bonnes pratiques du soudage
- Appliquer et diffuser les exigences de qualité en soudage dans l'entreprise

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes, maintenance, contrôle, qualité, contremaîtres, agents de maîtrise et chefs d'équipe

### Pré-requis

Aucune connaissance en soudage requise. Ce module constitue le tronc commun des connaissances indispensables pour accéder avec profit aux autres modules

## CHOIX DES PROCÉDÉS D'ASSEMBLAGE

## Concevoir des assemblages à brides étanches selon l'EN 1591

Intégrer le paramètre étanchéité dans la conception des assemblages à brides en maîtrisant la norme européenne de calcul EN 1591 et son application au travers de cas pratiques

**L67**  **14 h**

### Extrait du programme

- Généralités sur les CND, la certification Cofrend
- Présentation des méthodes de contrôle non destructif suivantes avec démonstrations pratiques
- Méthodologie de choix des méthodes CND
- Exercices applicatifs pour le choix des méthodes et des techniques

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les principales méthodes de contrôle non destructif
- Connaître leurs modalités de mise en œuvre et leurs principaux domaines d'application
- Être capable de dialoguer avec un expert du domaine des CND pour rédiger un cahier des charges
- Choisir les méthodes les mieux adaptées à une problématique de contrôle

### Personnel concerné

Toute personne du bureau d'études, des méthodes, de fabrication, du contrôle, de la maintenance, de l'entretien ou du service technico-commercial et tout acteur appelé à devoir définir les bases d'un cahier des charge de CND

### Pré-requis

Aucun

## CHOIX DES PROCÉDÉS DE CONTRÔLE

**Optimiser sa fonction métrologie**

Organiser la gestion et le choix de ses équipements de mesure, conformément aux référentiels qualité en vigueur (ISO 9000, ISO 10012, IATF 16949, EN 9100), en s'assurant de l'aptitude à leur utilisation

**GMM02**  **14 h**

**Extrait du programme**

- Exigences de la norme NF EN ISO 9001:2015
- Définition de la fonction métrologie au sens de la norme NF EN ISO 10012
- Rappel de vocabulaire de métrologie
- Normalisation et concept GPS
- Exigences de traçabilité
- Étalonnage et vérification
- Identification, marquage et étiquetage des instruments de mesure
- Déclaration de conformité

**Objectifs pédagogiques**

- Organiser le suivi des instruments de mesure afin de satisfaire aux exigences des principaux référentiels d'assurance qualité
- Optimiser la gestion d'un parc d'instruments de mesure (réalisation des vérifications périodiques en interne ou sous-traitance en laboratoire)
- Écrire et appliquer une procédure d'étalonnage ou de vérification d'un équipement de mesure à partir de sa norme de référence
- Appréhender les notions d'incertitude et de capacité permettant de valider le choix des moyens de mesure

**Personnel concerné**

Ingénieurs, techniciens et opérateurs des services métrologie, contrôle, qualité, méthodes

**Pré-requis**

Aucun

## CHOIX DES PROCÉDÉS DE CONTRÔLE

**Numérisation 3D : acquisition, post-traitement, exploitation**

Préparer et réaliser des numérisations en rapport avec les objectifs du client

**U11**  **21 h**

**Extrait du programme**

- Pourquoi numériser ?
- Généralités sur le modèle (typologies, formats, spécificités)
- Moyens de numérisation et techniques d'acquisition (principes, contraintes, limites d'usage)
- Préparation de la mesure
- Post-traitement du nuage de points
- Exploitation du modèle suivant les objectifs clients

**Objectifs pédagogiques**

- Définir la méthode de numérisation et de rétro-conception en fonction des objectifs du client
- Assimiler les critères clés pour le choix d'un moyen de mesure
- Connaître les règles de l'art pour numériser un objet
- Appréhender l'influence du post-traitement d'un nuage de points dans l'obtention d'un modèle
- Connaître les grandes étapes des inspections dimensionnelles sur le modèle numérisé
- Comprendre l'influence des choix de modélisation dans la rétro-conception

**Personnel concerné**

Personnels techniques (bureaux d'études, fabrication, contrôle), acheteurs techniques, décideurs

**Pré-requis**

Aucun

## CHOIX DES PROCÉDÉS DE CONTRÔLE

**Détermination des incertitudes de mesure : généralités, approche dimensionnelle**

Calculer les incertitudes de mesure relatives à l'utilisation de ses moyens de mesure de type dimensionnel, selon les préconisations du guide pour l'expression des incertitudes ou des protocoles de capabilité

**N37**  **21 h**

**Extrait du programme**

- Pourquoi évaluer les incertitudes de mesure ?
- Vocabulaire lié à la mesure, grandeurs d'influence
- Présentation de la méthodologie du calcul d'incertitude de mesure suivant le GUM
- Déroulement de la méthode de calcul à partir d'un exemple sur une mesure faite au pied à coulisse : cause d'incertitude de mesurage, détermination des incertitudes types : de type A, de type B, détermination de l'incertitude élargie
- Aptitude du moyen, domaine de conformité
- Calcul d'incertitude de mesure sur l'étalonnage d'un pied à coulisse
- Calcul d'incertitude par groupes relatifs à différents moyens possibles

**Objectifs pédagogiques**

- Calculer, grâce à une démarche méthodique, les incertitudes de mesure et d'étalonnage sur des grandeurs dimensionnelles
- Choisir un moyen de mesure en fonction de l'intervalle de tolérance

**Personnel concerné**

Personnels des fonctions contrôle, qualité, production, méthodes et études

**Pré-requis**

Aucun

## CHOIX DES PROCÉDÉS DE CONTRÔLE

## Capabilité des procédés de fabrication/mesure et analyse des systèmes de mesure (MSA)

Comprendre les indicateurs de capabilité liés à la fabrication et aux systèmes de mesure et appliquer des méthodes d'analyse des systèmes de mesure (CNOMO, MSA, R&R) pour valider son choix afin de déclarer la conformité de ses produits

**N39**  **21 h**

### Extrait du programme

- Vocabulaire
- Étude des variabilités de production et des « systèmes de mesure »
- Échantillon et population
- Capabilité fabrication
- Exercices
- Introduction à l'analyse des systèmes de mesure
- Base mathématique pour l'évaluation
- Évaluation de paramètres métrologiques

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les différents types d'indicateurs de capabilité : procédé, fabrication et mesure
- Valider un choix de système de mesure par rapport à un besoin exprimé
- Identifier par méthode expérimentale l'influence d'un certain nombre de facteurs d'influence

### Personnel concerné

Personnels des fonctions contrôle, qualité, méthodes et études

### Pré-requis

Avoir des connaissances de base en statistiques



## CHOIX DES PROCÉDÉS DE CONTRÔLE

## Estimation des incertitudes liées à ses mesures 3D sur MMT

Lever le doute sur ses mesurages en identifiant l'origine des incertitudes. Apprendre à mettre en œuvre des méthodes variées qui permettront de les estimer

**N40**  **21 h**

### Extrait du programme

- Comment prouver la conformité d'une spécification produit
- Méthode des 5M, sources d'incertitudes liées à
- État de l'art sur les méthodes de détermination des incertitudes de mesure réalisée sur une MMT
- Étude de cas (travaux pratiques)

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les sources d'incertitudes liées à l'environnement de mesure
- Appliquer des méthodes d'estimation des incertitudes suivant les normes en vigueur
- Vérifier la conformité de produits

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services de contrôle, métrologie et méthodes

### Pré-requis

Avoir des connaissances de base en métrologie 3D et en statistiques

## CHOIX DES PROCÉDÉS DE CONTRÔLE

## Vérification des spécifications dimensionnelles et géométriques – niveau 4

Maîtriser la lecture d'un dessin de définition en vue de réduire les litiges dans le cadre des relations client-fournisseur en prenant en compte les protocoles de mesure

**CTL04**  **21 h**

### Extrait du programme

- Le tolérancement : contexte général
- Spécifications dimensionnelles
- Généralités sur les spécifications géométriques
- Systèmes de référence (ISO 5459)
- Spécification géométrique avec modificateurs
- Analyse de plans Cetim et stagiaires

### Objectifs pédagogiques

- Identifier et intégrer les normes de tolérancement géométrique (ISO 1101, 8015, 5459)
- Lire une spécification normalisée et traiter le cas des spécifications interprétables
- Connaître les méthodes de contrôle relatives à chaque spécification dimensionnelle ou géométrique
- Choisir le protocole de mesure et de contrôle le plus adapté en vue de vérifier chaque type de spécification

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes, fabrication, contrôle et qualité

### Pré-requis

Aucun

CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
ENGRENAGES

## L'engrenage à votre portée : définition, fabrication, contrôle et mise en œuvre

Découvrir les principaux éléments nécessaires à la réalisation d'engrenages de qualité et être plus efficace dans ses discussions avec les experts

**K16**  **14 h**

### Extrait du programme

- Les engrenages à dentures en développante
- La fabrication des engrenages cylindriques
- Contrôle et tolérancement des engrenages cylindriques

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre les notions de base des engrenages cylindriques pour pouvoir échanger sur ce sujet
- Savoir identifier les principaux paramètres géométriques sur un plan et les définitions associées
- Connaître les principaux modes de fabrication des engrenages cylindriques
- Connaître les principaux moyens de contrôle des engrenages cylindriques

### Personnel concerné

Techniciens et agents des services méthodes, contrôle, qualité et fabrication, mais aussi tous ceux (chefs de projet, technico-commerciaux, acheteurs, secrétaires techniques et utilisateurs) qui souhaitent avoir des connaissances sur les engrenages et leur mise en œuvre

### Pré-requis

Aucun

CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
ENGRENAGES

## Conception de la géométrie des engrenages à axes parallèles

Concevoir, optimiser et vérifier la géométrie de ses engrenages à axes parallèles

**K13**  **21 h**

### Extrait du programme

- Rappels mathématiques de géométrie
- Définition de la géométrie de base des « dentures en développante »
- Géométrie des dentures extérieure et intérieure, droite et hélicoïdale
- Géométrie de l'engrènement : rapport de conduite, interférences et glissements spécifiques
- Optimisation de la géométrie des dentures : déport, corrections de profil et d'hélice, bombé
- Jeu entre dents
- Contrôle et tolérancement des dentures : épaisseur de dent, cotes sur k dents et sur piges
- Mise en pratique des connaissances acquises

### Objectifs pédagogiques

- Définir et vérifier les caractéristiques géométriques d'un engrenage cylindrique
- Interpréter et apprécier la définition géométrique d'un engrenage cylindrique
- Concevoir la géométrie en optimisant les paramètres de fonctionnement de l'engrenage
- Mettre en pratique ces connaissances théoriques dans le but de produire des engrenages de qualité

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthodes, fabrication et contrôle

### Pré-requis

Maîtriser les notions de base de géométrie (fonctions trigonométriques) ainsi que l'utilisation d'une calculatrice scientifique

CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
ROBINETTERIE

## La robinetterie industrielle : « l'essentiel »

Rôles, technologies et choix des robinets industriels

**EU570**  **21 h**

### Extrait du programme

- Bases pratiques de mécanique des fluides
- Définitions et terminologie
- Anatomie d'un robinet
- Les soupapes de sûreté
- Étude technique des robinets industriels (\*)
- Complément en mécanique des fluides
- Normes et réglementation (bases)
- Sélection d'un robinet (méthodologie et cahier des charges)
- Maintenance de la robinetterie (usure et dégradation, règles de maintenance préventives, rédaction d'un plan de maintenance)

### Objectifs pédagogiques

- Définir une procédure de sélection et mener à bien un choix performant
- Comprendre la problématique de la directive PED (DESP) et l'appliquer aux robinets et aux soupapes
- Identifier les causes de défaillances d'un robinet
- Mettre en place un plan de maintenance

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens, AM, technico-commerciaux, acheteurs. Tous services : bureaux d'études, travaux neufs, maintenance, fiabilisation, vente, achats, etc.

### Pré-requis

Connaissance de base des installations industrielles et niveau scolaire brevet des collèges

CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
ROBINETTERIE

## Robinetterie industrielle : choix et technologies

Concevoir ses installations et choisir ses appareils de robinetterie en s'appuyant sur des critères, des règles et des méthodes appropriés

L13  21 h

### Extrait du programme

- Définition, fonctions hydrauliques des robinets
- Révisions de base en mécanique des fluides
- Efforts de manœuvre
- Choix des matériaux et corrosion en robinetterie
- Travaux pratiques sur bancs d'essais et mise en évidence
- Normalisation et réglementation
- Calcul et simulation numérique d'écoulement
- Étanchéité des robinets, presse-étoupe
- Émissions fugitives, joints sans amiante
- Travaux pratiques étanchéité

*Remarque : des exemples d'applications par métier seront présentés.*

*Se munir de chaussures de sécurité*

### Objectifs pédagogiques

- Utiliser les connaissances de base concernant la robinetterie
- Identifier les différents domaines intervenant dans le choix et la conception d'un robinet (caractéristiques hydrauliques, étanchéité, calculs, matériaux, revêtements, etc.)
- Évaluer les risques de cavitation et les expliquer

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et travaux neufs

### Pré-requis

Des connaissances de base niveau bac technique sont nécessaires pour profiter pleinement de ce stage

CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
ROBINETTERIE

## Robinetterie industrielle : évaluer la fiabilité des équipements

Évaluer, dès la conception, les paramètres de fiabilité et maintenabilité des équipements, en réponse à des exigences client, SIL et/ou CCV

FIA02  10 h

### Extrait du programme

- Les concepts de fiabilité-maintenance des produits et les coûts associés
- La démarche de conception et d'évaluation de la fiabilité
- Évaluation prévisionnelle de la fiabilité/maintenabilité
- Traitement d'exemples industriels en robinetterie

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les bases et les paramètres de fiabilité-maintenance des équipements
- Mettre en œuvre une démarche d'évaluation de ces paramètres basée sur le retour d'expérience
- Mieux répondre aux exigences de leurs clients
- Évaluer le coût de cycle de vie d'un équipement

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens de bureaux d'études, responsables de projets de conception

### Pré-requis

Aucun

CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
ROBINETTERIE

## Étanchéité des robinets industriels et émissions fugitives

Technologie, réglementations, phénomène de fuite, techniques de mesure, normes et spécifications clients émissions fugitives

L18  14 h

### Extrait du programme

- Presse-étoupe
- Autres systèmes d'étanchéité
- Notions d'étanchéité
- Techniques de mesure de fuite
- Les émissions fugitives
- Travaux pratiques

### Objectifs pédagogiques

- Décrire la technologie du presse-étoupe et les règles de conception et de montage
- Identifier les différentes procédures (normes et spécifications clients)
- Mettre en œuvre les techniques de mesure de fuite sur robinets

### Personnel concerné

Responsables, ingénieurs et techniciens de bureau d'études, service qualité, environnement

### Pré-requis

Aucun



CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
ROBINETTERIE

## Mecaflu pratique : bases et spécialisation

Connaître et comprendre les principales lois de la mécanique des fluides

EU240  14 h

### Extrait du programme

- Bases pratiques de mécanique des fluides
- Les écoulements
- Les pertes de charge
- La pression dynamique
- La cavitation
- Exemples apportés par les participants

### Objectifs pédagogiques

- Objectifs de savoir : connaître et comprendre les principales lois de la mécanique des fluides
- Connaître les paramètres définissant les liquides
- Objectifs de savoir-faire : faire un calcul pratique de perte de charge dans un circuit de liquide
- Comprendre le phénomène de cavitation dans une vanne, une pompe ou dans un capteur (ex débitmètre turbine), etc
- Définir le type d'écoulement (laminaire, turbulent) dans un process et en déduire les lois à appliquer
- Comprendre les fonctionnalités des logiciels de calcul

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens, technico-commerciaux, etc. BE, TN, SAV, maintenance, etc.

### Pré-requis

Connaissances générales, niveau bac

CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
POMPES

## Pompes et installations de pompage : l'essentiel

Choisir le type de pompe en fonction de l'application et optimiser leur fonctionnement en respectant les règles appropriées

EU270  28 h

### Extrait du programme

- Bases pratiques de mécanique des fluides
- Présentation générale des pompes centrifuges, volumétriques, à hélice et à canal latéral
- Étude technique approfondie des pompes centrifuges
- Étude technique approfondie des pompes volumétriques
- La cavitation et notion de NPSH : comprendre, remédier, expliquer
- La pompe dans son réseau
- Diagnostic et symptômes

### Objectifs pédagogiques

- Lire et comprendre les catalogues et en particulier les courbiers
- Établir un cahier des charges et choisir la pompe la mieux adaptée à une application
- Réaliser un calcul de pertes de charge et vérifier le NPSH
- Vérifier le bon dimensionnement d'une installation de pompage
- Donner les consignes pour bien installer et bien utiliser une pompe

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens, AM, technico-commerciaux, acheteurs des services : bureaux d'études, travaux neufs, SAV, maintenance, fiabilisation, etc.

### Pré-requis

Des connaissances de base du niveau brevet des collèges sont préférables pour profiter pleinement de ce stage

CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
POMPES

## Pompes et installations de pompage en milieu agro, pharma et cosméto

Comprendre le fonctionnement des pompes utilisées dans les process alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques

EU290  28 h

### Extrait du programme

- Rappels de mécanique des fluides
- Rhéologie
- Généralités sur les pompes
- Pompes centrifuges en agro et cosméto
- Pompes volumétriques en agro et cosméto
- NPSH/NPIP et cavitation
- Les garnitures mécaniques
- Évaluation des risques « hygiène »

### Objectifs pédagogiques

- Définir et appliquer une procédure argumentée de sélection
- Respecter les règles, normes et textes en vigueur
- Définir les points à risque pour l'hygiène dans une installation (à la conception et à l'utilisation)
- Évaluer une pompe face aux risques hygiéniques
- Choisir une pompe pour transférer un produit fragile

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens, AM, commerciaux, acheteurs, de tous services (BE, travaux neufs, maintenance, recherche, ingénierie des procédés, etc.) des secteurs agroalimentaire, cosmétique, pharmacie, chimie fine, etc.

### Pré-requis

Une expérience dans les process concernés (alimentaire, cosmétique, pharmacie) est préférable et des connaissances générales du niveau bac sont nécessaires pour profiter pleinement de ce stage

CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
POMPES

## Pompes centrifuges et installations de pompage : spécialisation

Découvrir les problèmes de mécanique des fluides de toutes les industries en s'appuyant sur de nombreux exemples réels. Les spécificités complémentaires des pompes et réseaux agroalimentaires sont traitées

**EU271**  **21 h**

### Extrait du programme

- Révisions de mécanique des fluides
- Étude de l'utilisation des pompes centrifuges
- La cavitation et les NPSH
- La pompe dans son réseau : optimiser le choix
- Les pompes centrifuges à vitesse variable
- Les associations de pompes centrifuges et régulation débit et pression
- Les réseaux ramifiés

### Objectifs pédagogiques

- Exploiter les catalogues et en particulier les courbiers
- Optimiser le choix d'une pompe centrifuge
- Réaliser un calcul de pertes de charge y compris réseau ramifié
- Vérifier le NPSH
- Traiter un problème d'association de pompes et de pompes à vitesse variable
- Faire une approche de Life Cycle Cost (LCC ou TCO) pour une pompe

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens, technico-commerciaux expérimentés des services bureaux d'études, travaux neufs, SAV, devis, maintenance, etc.

### Pré-requis

Avoir participé au stage EU270 ou avoir des connaissances équivalentes ; connaissances générales niveau bac

CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
POMPES

## Mécanique des fluides et pompes centrifuges – initiation

Acquérir les bases pratiques de mécanique des fluides et comprendre le fonctionnement des pompes centrifuges

**EU230**  **14 h**

### Extrait du programme

- Quelques courts rappels de physique liés aux fluides
- Bases pratiques de mécanique des fluides
- Étude des pompes centrifuges
- La pompe dans son réseau

### Objectifs pédagogiques

- Utiliser le bon vocabulaire pour communiquer avec clients et fournisseurs internes et externes
- Vérifier les performances d'une pompe centrifuge
- Comprendre des relevés de pression sur un réseau

### Personnel concerné

Techniciens, AM, technico-commerciaux, projeteurs, mécaniciens, électromécaniciens, instrumentistes, acheteurs, etc.

### Pré-requis

Des connaissances de base du niveau brevet des collèges sont préférables pour profiter pleinement de ce stage

CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
POMPES

## Le vide industriel et les pompes à vide – initiation

Acquérir les fondamentaux du vide industriel

**EU430**  **14 h**

### Extrait du programme

- Introduction au vide
- Les technologies
- L'environnement de la pompe à vide
- Les applications

### Objectifs pédagogiques

- Lire et comprendre la documentation fournisseur
- Réaliser un dimensionnement simple
- Comprendre une offre
- Comprendre une installation existante
- Mesurer l'importance de l'évaporation et des fuites

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de BE, de maintenance, de SAV, technico-commerciaux, acheteurs, débutant dans le domaine du vide ou souhaitant « se recaler » sur les fondamentaux

### Pré-requis

Connaissances de base du niveau brevet des collèges

CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
POMPES

## Le vide industriel et les pompes à vide – spécialisation

Savoir établir un cahier des charges et définir une installation de vide

EU470  21 h

### Extrait du programme

- Introduction au vide
- Les technologies
- L'environnement de la pompe à vide
- Les applications
- Les centrales de vide

### Objectifs pédagogiques

- Établir un cahier des charges
- Définir une installation de vide
- Sélectionner une pompe à vide
- Déterminer une centrale de vide
- Améliorer un process vide existant
- Vérifier les performances d'une installation existante

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de BE, de maintenance, de SAV, technico-commerciaux, acheteurs, etc.

### Pré-requis

Des connaissances de base du niveau bac scientifique sont préférables pour profiter pleinement de ce stage

CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
THERMIQUE

## L'échangeur thermique en chimie fine, agro, cosméto

Comprendre les différents types d'échangeurs, leurs caractéristiques et performances pour savoir les choisir et les maintenir

EU800  14 h

### Extrait du programme

- Les fluides et leurs propriétés
- Les différents échangeurs
- Un peu de thermodynamique
- Le dimensionnement d'un échangeur
- Les contraintes spécifiques de chaque métier
- Conduite, dysfonctionnements et maintenance

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre le dimensionnement d'un échangeur
- Comprendre les différents types d'échangeurs, leurs caractéristiques et performances
- Comprendre et discuter une offre de matériel
- Choisir le type d'échangeur le mieux adapté à un process
- Proposer des améliorations des installations des modes opératoires de conduite et de maintenance des échangeurs
- Réaliser un plan de maintenance préventive et curative des échangeurs

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens, AM de BE, TN, maintenance, technico-commerciaux, etc.

### Pré-requis

Avoir une connaissance de base de la physique (niveau brevet)

CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
HYDRAULIQUE

## Comportements statiques et dynamiques des composants hydrauliques

Concevoir, utiliser et mettre en œuvre des systèmes hydrauliques, dans les domaines automobile, industriel, aéronautique et spatial

HC1  21 h **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Brefs rappels d'automatique
- Caractéristiques des fluides
- Les organes de contrôle
- Les vérins linéaires et rotatifs
- Les moteurs et pompes
- Les accumulateurs
- Les servovalves et servodistributeurs
- Les lignes et flexibles
- Aperçu des systèmes électromagnétiques

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre les fonctionnements statique et dynamique des composants hydrauliques
- Acquérir une bonne perception de l'influence du comportement de chaque type de composant sur le fonctionnement global de systèmes hydrauliques

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens concepteurs ou utilisateurs de systèmes faisant intervenir les composants hydrauliques et désirant en appréhender précisément les fonctionnements statiques et dynamiques

### Pré-requis

Avoir des connaissances solides de l'analyse linéaire et de la dynamique des systèmes



CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
HYDRAULIQUE

## Asservissements de systèmes hydrauliques

Concevoir, utiliser et mettre en œuvre des systèmes hydrauliques asservis (directions assistées, systèmes d'injection de carburant, suspensions, servo-gouvernes, bancs d'essais, etc.)

HC2  21 h **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Principes de fonctionnements des principaux composants entrant dans la chaîne d'asservissement des systèmes électrohydrauliques
- Règles de dimensionnement des systèmes hydrauliques asservis
- Rappels sur les méthodes de contrôle/commande les plus couramment utilisées dans le cadre de systèmes hydrauliques asservis

### Objectifs pédagogiques

- Former les personnes à la conception, l'utilisation et la mise en œuvre de systèmes hydrauliques asservis

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens concepteurs ou utilisateurs de systèmes électrohydrauliques asservis (direction assistées, système d'injection de carburant, suspensions, servo-gouvernes, bancs d'essais, etc.)

### Pré-requis

Il est souhaitable que les personnes aient des notions d'analyse des systèmes dynamiques. Les personnes n'ayant pas de notion de la dynamique des composants hydrauliques doivent également suivre HC1 (comportements statique et dynamique des composants hydrauliques)

CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
ÉTANCHÉITÉ

## Étanchéité des systèmes de transmission hydrauliques et pneumatiques linéaires

Apprendre à connaître les joints hydrauliques et pneumatiques, leur conception, leur fonctionnement et les critères guidant leur sélection

L74  14 h

### Extrait du programme

- Introduction aux systèmes d'étanchéité dynamique
- Influence de l'environnement et des applications sur le choix d'une solution d'étanchéité de systèmes hydrauliques et pneumatiques
- Phénoménologie des systèmes d'étanchéité hydrauliques et pneumatiques
- Description des solutions d'étanchéité de systèmes hydrauliques et pneumatiques
- Intégration des joints hydrauliques et pneumatiques

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les différents principes de base des technologies de l'étanchéité dynamique
- Comprendre l'influence des principaux paramètres de fonctionnement des joints hydrauliques et pneumatiques
- Rédiger un cahier des charges
- Mettre en œuvre les méthodologies de sélection et d'analyse des systèmes d'étanchéité

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, constructeurs et utilisateurs d'actionneurs linéaires hydrauliques et pneumatiques

### Pré-requis

Aucun

CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
ÉTANCHÉITÉ

## Sélection des joints et systèmes d'étanchéité

Panorama des joints et technologies, paramètres de conception pour joint élastomère, joint métallique, joint plat, tresse, joint hydraulique, joint à lèvres

L71  24 h

### Extrait du programme

- Module 1 : Étanchéités statiques (1,5 jours)
- Module 2 : Étanchéités semi-dynamiques et dynamiques (2 jours)

### Objectifs pédagogiques

- Citer les joints et systèmes d'étanchéité les plus courants ainsi que leur fonctionnement
- Identifier les principaux paramètres à prendre en compte pour la sélection des étanchéités et leur intégration dans la conception de systèmes mécaniques

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, qualité

### Pré-requis

Aucun

CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
ÉTANCHÉITÉ

## Garnitures mécaniques d'étanchéité

Technologie, fonctionnement, critères guidant leur sélection

L68  21 h

### Extrait du programme

- Les garnitures mécaniques (description détaillée, les garnitures dans leur environnement)
- Phénoménologie des garnitures mécaniques
- Sélection des garnitures mécaniques
- Étude de cas et typologie de défaillances

### Objectifs pédagogiques

- Décrire les différents principes de base des technologies de l'étanchéité dynamique
- Expliquer l'influence des principaux paramètres de fonctionnement des garnitures mécaniques, notamment à partir des outils de modélisation décrivant la phénoménologie
- Rédiger un cahier des charges
- Mettre en œuvre les méthodes de sélection des garnitures mécaniques à partir d'études de cas

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, constructeurs et utilisateurs de machines tournantes

### Pré-requis

Aucun

EN

CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
ÉTANCHÉITÉ

## Étanchéité des assemblages à brides

Paramètre en conception, phénomènes de fuite, confinement, procédures de serrage, d'essais, calculs (Taylor Forge, EN 1591), caractéristiques de joints

L70  12 h

### Extrait du programme

- Théorie de l'étanchéité
- Assemblages à brides
- Maîtrise et contrôle du serrage
- Joints
- Montage et remplacement de joint
- Techniques de mesure de fuite
- Caractérisation de joints plats
- Calcul d'assemblages à brides
- Démonstration en laboratoire sur assemblage à brides (serrage et mesure de l'étanchéité)

### Objectifs pédagogiques

- Décrire le comportement d'un assemblage à brides avec joint d'étanchéité
- Citer les solutions d'étanchéité (joints plats pour assemblages à brides) en fonction des conditions d'utilisation
- Définir les règles de l'art pour la prise en compte de l'étanchéité dans la conception d'assemblages à brides

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, fabricants et fournisseurs de produits d'étanchéité, services qualité, concepteurs d'appareils à pression, donneurs d'ordre

### Pré-requis

Aucun

EN

CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
ÉTANCHÉITÉ

## Lubrification des étanchéités dynamiques : phénomènes et principes de modélisation

Éviter la dégradation excessive des surfaces des joints dynamiques menant à une perte prématurée d'étanchéité

L73  14 h

### Extrait du programme

- Introduction (théorie de la lubrification hydrodynamique)
- Description du lien lubrification-étanchéité
- Définition des paramètres influant sur la lubrification des systèmes d'étanchéité dynamique
- Présentation des modèles de lubrification des étanchéités dynamiques
- Étude de cas

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les différents types de lubrification en étanchéité (limite, hydrodynamique, mixte et hydrostatique)
- Expliquer l'influence des différents paramètres (état de surfaces, matériaux pour joints, fluide à étancher, etc.)
- Utiliser des calculs simples pour comprendre les phénomènes de lubrification des systèmes d'étanchéité dynamique

### Personnel concerné

Ingénieurs de bureaux d'études

### Pré-requis

Aucun

CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
COMMANDE/MOTORISATION

## Technologie et utilisation des moteurs électriques rotatifs

Savoir choisir un type de moteur pour votre application

EC1  21 h NOUVEAU

### Extrait du programme

- Introduction aux différents moteurs
- Phénomènes électromagnétiques de base dans les moteurs électriques
- Le moteur à courant continu (moteur CC)
- Le moteur synchrone
- Introduction au moteur à courant continu sans balais
- Le moteur asynchrone
- Les moteurs pas à pas

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les différents moteurs électriques rotatifs disponibles et leurs applications
- Savoir choisir un type de moteur pour une application voulue

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens concepteurs ou utilisateurs de systèmes faisant intervenir des actionneurs électriques et désirant en appréhender précisément les fonctionnements statiques et dynamiques

### Pré-requis

Personnes possédant des connaissances de bases en électricité (par exemple :  $U = R \cdot I$ , ou calcul des tensions en série). Pour la modélisation des moteurs électriques, la connaissance de la dynamique des systèmes est préférable

CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
COMMANDE/MOTORISATION

## Analyse et contrôle des systèmes linéaires

Acquérir des outils et méthodes permettant d'analyser et contrôler les systèmes dynamiques linéaires

ACLT11  14 h NOUVEAU

### Extrait du programme

- Problématique de la régulation
- Représentation et analyse des systèmes linéaire invariants
- Analyse des systèmes asservis
- Application aux régulateurs PID
- Réglage des régulateurs PID
- Notions de base de commande prédictive fonctionnelle

### Objectifs pédagogiques

- Acquérir des outils et méthodes permettant d'analyser et contrôler les systèmes dynamiques linéaires

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens ayant peu ou pas pratiqué récemment ces techniques : bureaux d'études, responsables de projets, service recherche et développement, services essais

### Pré-requis

Aucun

CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
MACHINE SILENCIEUSE

## Réduction du bruit des systèmes et composants mécaniques

Comprendre les mécanismes de génération et propagation du bruit dans le cadre d'une démarche de conception ou reconception

K40  21 h

### Extrait du programme

- Rappel des notions générales sur l'acoustique et la génération du bruit des machines
- Notions générales pour l'étude vibratoire des systèmes mécaniques
- Approche générale des techniques de réduction du bruit
- Mécanismes d'excitation vibratoire des machines : (origine mécanique, électrique, hydraulique)
- Techniques pratiques d'isolation et d'amortissement acoustique et vibratoire
- Principe de génération du bruit des composants : (ventilateur, transformateur, moteur électrique, engrenages, échappement, etc.)
- Principaux outils d'aide à la conception vibro-acoustique

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les problèmes posés par le bruit et le comportement vibratoire des machines
- Interpréter les mécanismes de génération et de propagation sonore
- Mettre en œuvre les règles pratiques de conception vibro-acoustique

### Personnel concerné

Ingénieurs de bureaux d'études ou de services recherche et développement concernés par la réduction du bruit et la conception de machines silencieuses

### Pré-requis

Aucun

CHOIX DES TECHNOLOGIES :  
MACHINE SILENCIEUSE

## Isolation vibratoire et suspension mécanique des machines

Optimiser l'utilisation des techniques d'isolation mécanique et des systèmes de réduction des vibrations des machines

**F33**  **21 h**

### Extrait du programme

- Notions de base de l'isolation vibratoire
- Cinématique des vibrations
- Introduction à la dynamique des machines
- Introduction à la mesure des vibrations et de bruit
- Comportement dynamique des systèmes mécaniques
- Choix et dimensionnement de suspension
- Isolateurs de vibration
- Étude de l'isolation des systèmes déformables
- Compléments sur les dispositifs d'isolation
- Vibrations appliquées à l'homme
- Discussion libre sur les aspects techniques abordés

### Objectifs pédagogiques

- Analyser un problème d'isolation vibratoire
- Dimensionner une suspension mécanique
- Choisir les composants les mieux adaptés à l'application

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services maintenance et bureaux d'études

### Pré-requis

Aucun

FIABILITÉ

## Démarche fiabiliste pour la conception en fatigue

Appréhender les méthodes en fatigue suivant une approche fiabiliste pour concevoir le bon produit au juste coût

**K20**  **7 h**

### Extrait du programme

- Présentation de la démarche fiabiliste en conception
- Analyse de risques
- Mise en place de la capitalisation des données
- Définition d'un niveau de défaillance
- Apport de la démarche fiabiliste

### Objectifs pédagogiques

- Connaître la démarche de conception fiabiliste
- Identifier les paramètres influents
- Connaître les outils nécessaires

### Personnel concerné

Chefs de projet, ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthodes, ingénieurs et techniciens en R&D, responsable qualité, responsable SAV (retour clientèle)

### Pré-requis

Aucun

FIABILITÉ

## Évaluer la fiabilité des produits à partir du retour d'expérience

Évaluer et optimiser la fiabilité de ses conceptions en organisant le retour d'expérience (REX) et en traitant efficacement les données de terrain

**FIA01**  **21 h**

### Extrait du programme

- Introduction à la fiabilité et REX
- Organisation pour le traitement du REX
- Notions de base pour l'analyse du REX
- Cas de dispositifs comportant peu de modes de défaillance
- Cas de dispositifs comportant beaucoup de modes de défaillance
- Durée de vie minimale dans un n-échantillon
- Exemples industriels et exercices d'application
- Traitement de cas particuliers de REX

### Objectifs pédagogiques

- Faire évoluer l'organisation du Retour d'expérience (REX) pour le recueil de données pertinentes de fiabilité
- Mettre en œuvre les méthodes et outils adaptés pour traiter les données du REX en vue d'évaluer et de démontrer la fiabilité des produits
- Développer leur propre démarche en s'appuyant sur les applications industrielles traitées en formation

### Personnel concerné

Chefs de projet, responsables, ingénieurs et techniciens des services études, recherche et développement, méthodes et qualité

### Pré-requis

Connaissances de base en statistiques et en lois de probabilités

## FIABILITÉ

## La pratique des plans d'expériences

L'utilisation des plans d'expériences conduit à connaître avec précision et avec un nombre d'essais plus réduit, les paramètres sur lesquels agir pour optimiser de manière efficace le produit ou le processus

**R05**  **35 h**

### Extrait du programme

- Bases de la méthode : introduction, modèles discrets de loi de comportement, matrices d'expériences, méthode d'exploitation des résultats, recherche des solutions à partir des modèles...
- Retour d'expérience des travaux d'intersession

### Objectifs pédagogiques

- Construire un plan d'expériences adapté à une problématique donnée
- Citer les bonnes pratiques clés pour la mise en œuvre et le suivi du plan d'expériences
- Analyser et interpréter les résultats et en tirer des conclusions opérationnelles

### Personnel concerné

Ingénieurs recherche et développement, chefs de projets techniques, ingénieurs et techniciens d'essais, méthodes, qualité et fiabilité, etc.

### Pré-requis

Aucun

## FIABILITÉ

## Introduction à la fatigue de contact

Identifier le phénomène de fatigue de contact et maîtriser les facteurs influents

**M47**  **7 h**

### Extrait du programme

- Rappels de fatigue
- Rappels sur la théorie du contact linéaire élastique (théorie de Hertz)
- Pitting, micropitting, écaillage
- Facteurs d'influence
- Matériaux et traitements thermiques
- Visite de la plate-forme d'essais du Cetim

### Objectifs pédagogiques

- Identifier la ruine par fatigue de contact
- Comprendre les phénomènes de micropitting
- Comprendre les phénomènes d'écaillage
- Identifier les facteurs influents

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et essais

### Pré-requis

Avoir des notions de base sur la résistance des matériaux

## FIABILITÉ

## Fatigue des assemblages soudés

Tenir compte du risque de rupture par fatigue lors de la conception et de la fabrication d'assemblages soudés pour s'assurer de la performance et de la fiabilité de ses produits

**T51**  **14 h**

### Extrait du programme

- Introduction à la rupture par fatigue
- Analyse morphologique d'une rupture
- Fatigue des assemblages soudés
- Calcul d'endommagement
- Revue des méthodes de vérification des assemblages soudés
- Exemples pratiques d'optimisation
- Réflexion sur la conception et son influence
- Fabrication pour la tenue en fatigue
- Parachèvement des soudures pour améliorer la tenue en fatigue
- Démarche qualité spécifique aux assemblages soudés soumis à la fatigue
- Étude de cas sur des ruptures

### Objectifs pédagogiques

- Prendre en compte l'influence des cordons soudés sur la tenue en fatigue
- Choisir les dispositions constructives les mieux appropriées
- Évaluer les solutions envisagées vis-à-vis de la tenue en fatigue
- Mettre en œuvre les techniques de fabrication améliorant la tenue en fatigue

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services méthodes, fabrication, inspection et qualité

### Pré-requis

Connaissances générales en soudage et en conception calcul

## FIABILITÉ

**Contraintes résiduelles : influence sur la durée de vie et la sécurité de ses pièces**

Optimiser les processus de fabrication afin de maîtriser les contraintes résiduelles, paramètre majeur pour la durée de vie et la fiabilité des pièces de sécurité

**M43**  **24 h**

**Extrait du programme**

- Généralités
- Méthode d'évaluation
- Relation entre procédés et contraintes résiduelles
- Prise en compte des contraintes résiduelles lors de la conception
- Approche intégrée des contraintes résiduelles dans la fabrication

**Objectifs pédagogiques**

- Examiner en détail les différentes phases d'un process de fabrication
- Identifier les types de contraintes résiduelles associées à ces différentes phases
- Choisir la méthode d'évaluation la mieux adaptée pour les quantifier
- Évaluer l'impact de ces contraintes sur la tenue en service
- Intégrer ces contraintes résiduelles dans la conception

**Personnel concerné**

Ingénieurs et techniciens des services bureaux d'études, recherche et développement, fabrication

**Pré-requis**

Aucun

MÉCATRONIQUE :  
TECHNOLOGIES ÉLECTRONIQUES**Architecture électronique embarquée (AEE)**

Se préparer au pilotage d'un projet en architecture électronique embarquée

**FM8638**  **28 h**

**Extrait du programme**

- Définitions des critères de décision lors du choix d'une architecture
- Définitions des spécifications globales
- Simulation et analyse d'une architecture électronique embarquée
- Définitions des différentes étapes lors du développement

**Objectifs pédagogiques**

- Suivre et coordonner un projet en architecture électronique embarquée
- Rédiger et comprendre des spécifications automobiles
- Réaliser et justifier le choix d'une architecture électronique embarquée
- Valider leurs choix à l'aide d'outils de simulation
- Réaliser les différentes phases de test

**Personnel concerné**

Ce module s'adresse aux personnes appelées à travailler sur des projets d'architecture électronique embarquée

**Pré-requis**

Connaissances de Windows

MÉCATRONIQUE :  
ACTIONNEURS**Matériaux et actionneurs piézoactifs**

S'initier ou se perfectionner au développement et à l'utilisation des dispositifs à base de matériaux actifs

**K39**  **21 h**

**Extrait du programme**

- Effet piézo et équations
- Fonctions de transfert et circuit équivalent électromécanique
- Matériaux piézo
- Actionneur piézo
- Actionneur APA®CTEC
- Initiation à l'utilisation de COMPACT et exercice
- Théorie des mécanismes
- Présentation des moteurs piézo et de leur fonctionnement
- Présentation d'applications d'actionnement à nombre de degrés de liberté croissants pour différentes applications
- Processus de conception et simulation d'un mécanisme piézo
- Tests fonctionnels d'un mécanisme piézo
- Tests environnementaux
- Conception de transducteurs ultrasonores
- Applications des transducteurs ultrasonores

**Objectifs pédagogiques**

- Découvrir les matériaux piézoactifs
- S'initier au développement d'actionneurs piézoélectriques
- Se perfectionner à l'utilisation d'actionneurs piézoélectriques

**Personnel concerné**

Ingénieurs de bureaux d'études, électrotechniciens et mécaniciens

**Pré-requis**

Aucun

MÉCATRONIQUE :  
ACTIONNEURS

## Les actionneurs piézo - initiation

S'initier à l'utilisation des actionneurs, mécanismes et moteurs piézoélectriques ainsi qu'à leurs électroniques de commande

**K38**  **7 h**

### Extrait du programme

- Notions de bases
- Présentation des actionneurs piézoélectriques
- Présentation des moteurs piézoélectriques
- Applications  
*Supports en anglais, cours dispensé en français*

### Objectifs pédagogiques

- S'initier à l'utilisation d'actionneurs piézoélectriques
- Comprendre les principes de bases
- Connaître la mise en œuvre des actionneurs piézoélectriques et de leurs électroniques

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens utilisateurs (effectifs ou potentiels) d'actionneurs piézoélectriques

### Pré-requis

Aucun

MÉCATRONIQUE :  
ACTIONNEURS

## Actionneurs magnétiques linéaires

Découvrir, améliorer ou remettre à niveau ses connaissances en actionneurs magnétiques linéaires en vue de les utiliser ou de les concevoir

**K34**  **14 h**

### Extrait du programme

- Rappel des équations et des matériaux magnétiques
- État de l'art
- Conversion d'énergie magnétique
- Relations mécaniques
- Relations thermiques
- Bobinage
- Guidage
- Utilisation de ressort
- Pertes par courants de Foucault et pertes fer
- Spécification d'actionneurs
- Actionneur à bobine mobile
- Actionneur à aimant mobile

### Objectifs pédagogiques

- Découvrir les différents concepts d'actionneurs magnétiques linéaires
- Connaître les technologies et leur mise en œuvre
- Connaître les problèmes spécifiques à leur conception et utilisation

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens utilisateurs, intégrateur et concepteur d'actionneurs magnétiques linéaires

### Pré-requis

Niveau technicien bac + 2 ou ingénieur avec bonne expérience des lois du magnétisme ou ayant effectué le stage K35 - le magnétisme pour la mécatronique



MÉCATRONIQUE :  
MAGNÉTISME

## Matériaux magnétiques pour actionneurs et capteurs

Appréhender les propriétés magnétiques des matériaux de l'ingénierie électrique (matériaux durs, doux et nouveaux)

**K37**  **7 h**

### Extrait du programme

- Notions de base
- Présentation des matériaux magnétiques doux
- Matériaux magnétiques durs
- Caractérisation des matériaux doux
- Présentation des principes physiques de matériaux magnétiques spécifiques

### Objectifs pédagogiques

- Améliorer leur connaissance des matériaux de l'ingénierie électrique
- Connaître les nouveaux matériaux
- Sélectionner le bon matériau pour chaque besoin

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens devant spécifier ou utiliser des matériaux magnétiques

### Pré-requis

Aucun

MÉCATRONIQUE :  
MAGNÉTISME

## Le magnétisme – initiation

Rassembler les connaissances en électromagnétisme, magnétostatique et magnétisation qui sont requises pour travailler avec des dispositifs électriques

**K36**  **7 h**

### Extrait du programme

- Lois physiques et magnétiques
- Formules pour l'ingénierie électrique
- Matériaux magnétiques
- Applications  
*Supports en anglais, cours en français*

### Objectifs pédagogiques

- Rassembler les connaissances générales en électromagnétisme
- Découvrir les lois physiques
- Découvrir les formules techniques
- Découvrir les matériaux de l'ingénierie électrique

### Personnel concerné

Ingénieurs ou techniciens souhaitant rassembler l'ensemble des connaissances utiles pour travailler en relation avec l'ingénierie électrique

### Pré-requis

Aucun



MÉCATRONIQUE :  
MAGNÉTISME

## Le magnétisme pour la mécatronique

Découvrir, améliorer ou remettre à niveau ses connaissances en magnétisme dans les applications mécatroniques. Développer la compréhension des phénomènes et le sens physique appliqués à des produits industriels

**K35**  **21 h**

### Extrait du programme

- Notions de base
- Régimes variables
- Les matériaux
- Travaux pratiques
- Les mesures en magnétisme

### Objectifs pédagogiques

- Développer, améliorer ou remettre à niveau leurs connaissances en magnétisme
- Apprendre la théorie
- Acquérir le « sens physique »
- Comprendre les applications pratiques

### Personnel concerné

Ingénieurs ou techniciens souhaitant découvrir, améliorer ou remettre à niveau leurs connaissances en magnétisme

### Pré-requis

Aucun

MÉCATRONIQUE :  
SYSTÈME DE COMMUNICATION

## Systèmes de communication industriels

Comprendre les principales règles de fonctionnement et les caractéristiques des systèmes de communication industriels

**FM8883**  **7 h**

### Extrait du programme

- Systèmes industriels
- Utilisation des réseaux de communication
- Nécessité de standardisation
- Présentation des principaux standards industriels

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre la place des systèmes électroniques et du besoin de leur interconnexion dans le développement des systèmes industriels (contrôle de processus, machines outils, véhicules industriels, cellules de production robotisée, etc.)
- Connaître les principaux standards industriels
- Connaître les principales règles de fonctionnement et les caractéristiques des systèmes de communication industriels

### Personnel concerné

Personnes confrontées à des choix techniques liés à l'intégration d'applications sur un système de communication industriel

### Pré-requis

Connaissances de Windows



MÉCATRONIQUE :  
SYSTÈME DE COMMUNICATION

## Protocole J1939

Maîtriser la couche applicative J1939

**FM108**  **7 h**

### Extrait du programme

- Le protocole J1939
- La couche physique
- La couche liaison
- La couche réseau & transport
- La structure des messages
- La couche applicative
- Utilisation des analyseurs de bus CAN, J1939

### Objectifs pédagogiques

- Utiliser la messagerie J1939
- Développer autour d'un réseau J1939 à l'aide de l'analyseur de bus J1939

### Personnel concerné

Ingénieurs ou techniciens désirant maîtriser la couche applicative J1939 (Truck and Bus & Agri)

### Pré-requis

Connaissance du protocole CAN et du système d'exploitation Windows

MÉCATRONIQUE :  
SYSTÈME DE COMMUNICATION

## CAN utilisation industrielle

Découvrir et prendre en main le bus de terrain CAN Industrie

**FM109**  **17 h**

### Extrait du programme

- Généralités réseaux
- Norme CAN
- Performances
- Tour d'horizon des composants CAN
- Présentation d'outils pour le bus CAN
- Tour d'horizon des couches applicatives sur CAN
- Notions de coûts
- Travaux pratiques

### Objectifs pédagogiques

- Découvrir le bus de terrain CAN Industrie
- Prendre en main le bus CAN au travers de travaux pratiques simples
- Avoir une vue générale de l'offre actuelle en composants
- Avoir une première approche des couches applicatives disponibles à ce jour sur le bus CAN

### Personnel concerné

Techniciens et ingénieurs

### Pré-requis

Aucun

MÉCATRONIQUE :  
CONTRÔLE - COMMANDE

## Contrôle actif de vibrations, amortissement, isolation de structures

Appréhender les différents moyens de contrôle actif de vibration grâce à l'utilisation de nouveaux actionneurs intelligents

**F38**  **7 h**

### Extrait du programme

- Introduction au contrôle actif de vibrations
- Actionneurs piézoélectrique pour le contrôle de vibrations
- Quelques concepts pour les stratégies de contrôle
- Étude d'un contrôle d'amortissement actif
- Étude d'un contrôle d'isolation active

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les différents moyens de contrôle actif des vibrations
- Découvrir l'utilisation d'actionneurs piézoélectriques
- Découvrir les boucles de contrôle et commande

### Personnel concerné

Ingénieurs/techniciens en électronique, automatique, mécanique

### Pré-requis

Aucun

 EN

MÉCATRONIQUE :  
CONTRÔLE - COMMANDE

## Analyse et contrôle des systèmes linéaires

Acquérir des outils et méthodes permettant d'analyser et contrôler les systèmes dynamiques linéaires

ACLT11  14 h **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Problématique de la régulation
- Représentation et analyse des systèmes linéaire invariants
- Analyse des systèmes asservis
- Application aux régulateurs PID
- Réglage des régulateurs PID
- Notions de base de commande prédictive fonctionnelle

### Objectifs pédagogiques

- Acquérir des outils et méthodes permettant d'analyser et contrôler les systèmes dynamiques linéaires

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens ayant peu ou pas pratiqué récemment ces techniques : bureaux d'études, responsables de projets, service recherche et développement, services essais

### Pré-requis

Aucun

MÉCATRONIQUE :  
LOGICIEL

## Logiciel Simcenter™ 1D Amesim

Simcenter 1D Amesim permet de modéliser, simuler et analyser les systèmes et composants complexes. Il prédit avec précision le comportement physique et les performances de ses systèmes dans le temps permettant de faire les bons choix au plus tôt dans le processus de conception et ainsi d'économiser des mois d'essai et de prototypage

 **NOUS CONSULTER**

# Le Cetim, c'est aussi des logiciels pour la mécanique !

**Des experts et des solutions Métiers pour répondre à vos besoins en conception, simulation et optimisation.**

- Optimisation topologique
- Modélisation et analyse de systèmes multiphysiques
- Chiffrage rapide de pièces mécaniques
- Amélioration des performances d'usinage
- Éléments finis et calcul en fatigue
- Dimensionnement et optimisation des engrenages
- Dimensionnement et optimisation des assemblages
- Schématique, conception et simulation de tuyauteries
- Codes et standard de chaudronnerie
- Gestion des moyens de mesures, étalonnage




## Production

---

L'excellence opérationnelle ne peut se concevoir sans la connaissance fine des procédés de fabrication, d'assemblage et de contrôle. Les formations Cetim Academy s'appuient sur l'expérience industrielle de ses formateurs pour proposer un accompagnement complet. Il inclut notamment des outils d'amélioration continue, le chiffrage de pièces, des formations opérationnelles sur un grand nombre de procédés de fabrication d'assemblage et de contrôle et également les dernières innovations en termes de fabrication additive ou de robotisation.

---

 Réalisable en Anglais

 Formation digitale

 Éligible au CPF



Filière



# Production



<b>Organisation/performance</b> .....	126
Fondamentaux .....	126
Méthodes .....	126
Devis .....	129
Supply chain .....	131
<b>Procédés de production</b> .....	131
Usinage .....	131
Formage des tôles .....	136
Forge .....	139
Fabrication Additive .....	139
<b>Programmation CN</b> .....	141
<b>Robotisation</b> .....	144
<b>Procédés d'assemblage</b> .....	145
Vissage .....	145
Soudage .....	146
Collage .....	149
<b>Procédés de contrôle</b> .....	150
Fonction métrologie .....	150
Lecture de plans .....	152
Étanchéité .....	154
Qualité .....	154
<b>Essais</b> .....	155
Vibratoires .....	155
Fatigue .....	156
<b>Exploitation des machines</b> .....	156



ORGANISATION PERFORMANCE :  
FONDAMENTAUX

## Calcul, géométrie, trigonométrie

Acquérir les connaissances fondamentales pour faire des calculs ou déterminer les coordonnées d'un point

143  14 h

### Extrait du programme

- Rappels de calcul
- Résolutions d'équations élémentaires
- Éléments géométriques (définition, propriétés, théorème)
- Trigonométrie
- Pente et conicité

### Objectifs pédagogiques

- Résoudre un problème d'arithmétique
- Calculer les points nécessaires à la détermination d'une trajectoire d'outil

### Personnel concerné

Toute personne ayant la nécessité de faire des calculs ou de déterminer les coordonnées d'un point

### Pré-requis

Avoir des notions de base en mathématique et la maîtrise des 4 opérations à l'aide de la calculatrice. L'accueil dans ce stage est conditionné par les résultats obtenus à l'issue d'une évaluation préformative

ORGANISATION PERFORMANCE :  
MÉTHODES

## La pratique des plans d'expériences

L'utilisation des plans d'expériences conduit à connaître avec précision et avec un nombre d'essais plus réduit, les paramètres sur lesquels agir pour optimiser de manière efficace le produit ou le processus

R05  35 h

### Extrait du programme

- Bases de la méthode : introduction, modèles discrets de loi de comportement, matrices d'expériences, méthode d'exploitation des résultats, recherche des solutions à partir des modèles...
- Retour d'expérience des travaux d'intersession

### Objectifs pédagogiques

- Construire un plan d'expériences adapté à une problématique donnée
- Citer les bonnes pratiques clés pour la mise en œuvre et le suivi du plan d'expériences
- Analyser et interpréter les résultats et en tirer des conclusions opérationnelles

### Personnel concerné

Ingénieurs recherche et développement, chefs de projets techniques, ingénieurs et techniciens d'essais, méthodes, qualité et fiabilité, etc.

### Pré-requis

Aucun

ORGANISATION PERFORMANCE :  
MÉTHODES

## Méthodes et gammes

Connaître des outils utilisés pour définir des temps de fabrication

282  7 h

### Extrait du programme

- Le service méthodes
- Nomenclatures et gammes
- Méthodologie d'étude des temps de fabrication
- La méthode des déperditions

### Objectifs pédagogiques

- Connaître des outils utilisés pour définir des temps de fabrication
- Comprendre et calculer les enjeux liés à l'amélioration des performances des postes de travail
- Proposer des actions de réductions de coûts et de suppression des opérations sans valeur ajoutée

### Personnel concerné

Toute personne concernée par l'étude des temps de fabrication (méthodes, bureaux d'études, production, industrialisation, contrôle de gestion, etc.)

### Pré-requis

Aucun

ORGANISATION PERFORMANCE :  
MÉTHODES

## Établissement des gammes de fabrication

Acquérir les bases pour établir des gammes de fabrication de pièces usinées

291  21 h

### Extrait du programme

- Généralités et notions de bases : les différentes surfaces, cotes de fabrication, transfert de cotes, plans de définition
- Gamme de fabrication : opérations élémentaires et regroupement, contraintes d'antériorité, niveaux de fabrication, gamme et analyse d'usinage, contrat de phase
- Plans de phase : contraintes, éléments de constitution

### Objectifs pédagogiques

- Acquérir les bases pour établir des gammes de fabrication de pièces usinées

### Personnel concerné

Techniciens méthodes, régleurs

### Pré-requis

Avoir des notions d'usinage, de machine-outils, d'isostatisme, de contrôle et de processus de fabrication

ORGANISATION PERFORMANCE :  
MÉTHODES

## Sécurité des machines : ergonomie au poste de travail

Prendre en compte le facteur humain dans la conception de ses machines pour gagner en productivité et en confort

G15C  7 h

### Extrait du programme

- Réglementation et normes applicables
- Enjeux et bases de l'ergonomie (définitions)
- Troubles musculo-squelettiques
- Maîtrise des exigences de sécurité et de santé pour traiter les risques ergonomiques

### Objectifs pédagogiques

- Décrire les exigences réglementaires et normatives en matière d'ergonomie
- Citer et mettre en application les règles de l'art associées
- Proposer des actions de réductions de coûts et de suppression des opérations sans valeur ajoutée

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes et des services de sécurité

### Pré-requis

Aucun

ORGANISATION PERFORMANCE :  
MÉTHODES

## 8D : résolution de problèmes

Découvrir une méthode fondée sur l'amélioration continue, compatible avec les systèmes qualité

51  10 h

### Extrait du programme

- Introduction : modélisation et typologie des actions d'amélioration
- Méthode
- Conditions d'animation d'un groupe de résolution de problèmes  
*Remarque : les outils utilisables pour chaque étape (recueil de données, graphiques, Pareto, brainstorming, QQOQCP, 5W, vote pondéré) sont présentés au cours du programme*

### Objectifs pédagogiques

- Mettre en place et animer un groupe de travail de résolution de problèmes
- Mettre en œuvre la méthode
- Utiliser les outils de la méthode

### Personnel concerné

Toute personne ayant dans sa fonction la responsabilité d'animer ou de participer à des groupes de résolution de problèmes

### Pré-requis

Connaissance des bases de la qualité (dossier de fabrication, enregistrements, etc.)

ORGANISATION PERFORMANCE :  
MÉTHODES

## APQP et PPAP

Mettre en place une démarche APQP (Advanced Product Quality Planning) pour assurer à ses clients le respect de leurs exigences qualité

220  7 h

### Extrait du programme

- Exigences IATF 16949 en relation avec l'APQP
- Présentation de la démarche APQP
- Analyse de chaque phase de l'APQP
- Introduction aux outils et notions qualité associés
- Exigences IATF 16949 en relation avec le PPAP
- Présentation des exigences du PPAP

### Objectifs pédagogiques

- Mettre en œuvre une démarche APQP (Advanced Product Quality Planning – planification avancée de la qualité) ;
- Réaliser un dossier PPAP (Production Part Approval Process - Processus d'Homologation des Pièces de Production)

### Personnel concerné

Responsables, ingénieurs et techniciens des services qualité, BE, méthodes, industrialisation, chefs de projet

### Pré-requis

Connaissances de base en qualité, connaissance des attentes des clients du secteur automobile

ORGANISATION PERFORMANCE :  
MÉTHODES

## Initiation au traitement statistique des données industrielles

Exploiter les multiples données existant dans son entreprise en les utilisant comme levier de l'amélioration continue

R06  28 h

### Extrait du programme

- Approche théorique (3 journées)
- Retour d'expérience des travaux d'intersession (1 journée)

### Objectifs pédagogiques

- Expliquer les techniques de base de la statistique élémentaire
- Interpréter les méthodes statistiques utiles à la maîtrise des activités industrielles (recherche et développement, analyse des retours d'expérience, fiabilité)
- Mettre en œuvre un traitement statistique de données pour exploiter des données résoudre et caractériser des problèmes
- Citer les bonnes pratiques clés lors d'un traitement statistique de données
- Analyser et interpréter les résultats en vue d'obtenir des conclusions opérationnelles

### Personnel concerné

Ingénieurs recherche et développement, chefs de projets techniques, ingénieurs et techniciens d'essais, méthodes, qualité et fiabilité, commercial, marketing, SAV, etc.

### Pré-requis

Aucun

ORGANISATION PERFORMANCE :  
MÉTHODES

## SPC-MSP : maîtrise statistique des procédés

Utiliser des outils statistiques adaptés pour améliorer la productivité de son entreprise, la maîtrise de ses procédés de fabrication et pour évaluer ses capacités de production en termes de tolérances générales acceptables

A41  21 h

### Extrait du programme

- Introduction : historique de la qualité, qualité et compétitivité, avantage de la prévention par rapport à la détection
- Présentation générale de l'outil MSP : contexte général, démarche
- Approche statistique
- Pratique statistique
- Loi normale, définitions et exercices, hasard causes aléatoires, causes assignables

### Objectifs pédagogiques

- Fournir des explications sur l'utilisation des statistiques
- Identifier et analyser les étapes de mise en œuvre de la démarche MSP
- Identifier les questions à poser à leurs clients et à leurs fournisseurs
- Calculer les limites de contrôle
- Analyser les cartes de contrôle

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services qualité, contrôle et fabrication

### Pré-requis

Avoir des connaissances de base en statistiques (moyenne, écart type, etc.)



ORGANISATION PERFORMANCE :  
MÉTHODES

## Pilotage auto-adaptatif Usitronic®

Intégrer l'intelligence dans ses processus de fabrication et viser une production zéro défaut

261  21 h

### Extrait du programme

- Introduction besoins initiaux et concept Usitronic®
- Logiciel séquenceur Usitronic®
- Création d'un projet complet de pilotage Usitronic®

### Objectifs pédagogiques

- Fournir des explications sur l'utilisation des statistiques
- Identifier et analyser les étapes de mise en œuvre de la démarche MSP
- Identifier les questions à poser à leurs clients et à leurs fournisseurs
- Calculer les limites de contrôle
- Analyser les cartes de contrôle
- Connaître le pilotage auto-adaptatif et savoir utiliser le logiciel Usitronic® niveaux 1 & 2, notions de niveau 3

### Personnel concerné

Régleurs, techniciens atelier & méthodes, ingénieurs, techniciens qualité & amélioration continue

### Pré-requis

Aucun

ORGANISATION PERFORMANCE :  
MÉTHODES

## Amdec processus de fabrication

Concevoir des processus de fabrication fiables en maîtrisant les risques qualité grâce à la méthode Amdec processus

22  14 h

### Extrait du programme

- Introduction à la méthode Amdec
- Modélisation
- Démarche générale de réalisation d'une Amdec
- Présentation détaillée de l'Amdec processus
- Animation des réunions Amdec
- Présentation du fascicule FMEA – 4<sup>e</sup> Ed.

### Objectifs pédagogiques

- Animer un groupe de travail
- Réaliser une étude Amdec

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens et agents de maîtrise, animateurs ou participants d'une Amdec

### Pré-requis

Connaissances de base en qualité, connaissances des attentes des clients du secteur automobile

ORGANISATION PERFORMANCE :  
DEVIS

## Le devis en mécanique : les clés pour gagner

Bonnes pratiques et outils pour chiffrer plus vite et plus vendeur en mécanique

R20  14 h

### Extrait du programme

- Les fondamentaux de la fonction devis
- Méthodes et outils de chiffrage

### Objectifs pédagogiques

- Diagnostiquer les voies d'amélioration des pratiques actuelles de réponse aux appels d'offres
- Choisir les méthodes de chiffrage adaptées aux produits et activités de fabrication spécifiques
- Rédiger une proposition complète et vendeuse

### Personnel concerné

Chiffreurs, deviseurs, commerciaux, acheteurs, patrons et/ou responsables, toute personne qui contribue ou qui va contribuer à l'analyse des coûts et à l'élaboration des devis dans des activités mécaniciennes ou apparentées

### Pré-requis

Connaître les bases d'Excel

ORGANISATION PERFORMANCE :  
DEVIS

## Chiffrage des pièces usinées avec Cetim TechniQuote

Formation à l'utilisation des fonctionnalités du logiciel Cetim TechniQuote

**R38**  **28 h**

### Extrait du programme

- Présentation générale du logiciel sur un exemple
- Traitement complet d'un appel d'offres
- Concepts de base
- Passage des coûts aux prix
- Simulation des prix ; éditions
- Validation de la commande
- Statistiques du devis et du client dans la partie affaire
- Réexploitation des chiffrages existants
- Chiffrage des pièces fraisées
- Exemple de chiffrage d'une plaque
- Utilisation de la bibliothèque des formes fraisées
- Définition des centres de coût
- Création d'une machine

### Objectifs pédagogiques

- Utiliser le module de reconnaissance de formes d'usinage (passerelle CAO)
- Utiliser les fonctionnalités de Cetim TechniQuote sur les pièces tournées et fraisées
- Conduire le processus de chiffrage du cahier des charges à l'offre commerciale à l'aide de Cetim TechniQuote

### Personnel concerné

Chefs de projet et personnel de bureau des méthodes, bureau d'études, service achats ou du service commercial concerné par la fonction chiffrage de pièces usinées

### Pré-requis

Maîtrise de l'environnement Windows

ORGANISATION PERFORMANCE :  
DEVIS

## Bases de calcul du prix de revient/vente en décolletage

Calculer un prix de revient et un prix de vente d'une pièce en décolletage

**97**  **7 h**

### Extrait du programme

- Les données de base nécessaires aux études de prix de revient/vente
- Détermination de la nomenclature
- Détermination de la gamme de fabrication (succession des opérations de fabrication de la pièce)

### Objectifs pédagogiques

- Calculer un prix de revient et un prix de vente d'une pièce en décolletage

### Personnel concerné

Techniciens méthodes, commerciaux

### Pré-requis

Connaissance des techniques d'usinage

ORGANISATION PERFORMANCE :  
DEVIS

## Modélisation des coûts – calcul de taux horaires

Calculer ses taux horaires et le coût complet réel de ses produits en lien avec la réalité terrain, afin de déterminer ses marges réelles et d'identifier des axes d'amélioration

**CTH01**  **14 h**

### Extrait du programme

- Introduction à la comptabilité analytique
- Méthodologie ABC (Activity Based Costing)
- Jeu de mise en situation « Kiroul »
- Les différents types de coût
- Un modèle de coût type pour un environnement industriel
- Cas pratique
- Conseils de mise en œuvre
- Transposition dans les environnements des participants

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre et formaliser une structure de coût
- Mettre en œuvre les méthodes et outils adaptés pour modéliser les coûts internes de l'entreprise
- Calculer sur un cas d'étude des taux horaires et des coûts complets de produits en suivant la méthode ABC (Activity Based Costing)
- Comprendre les mécanismes de répartition des coûts et les indicateurs associés pour identifier et suivre des démarches d'amélioration des coûts

### Personnel concerné

Contrôleurs de gestion, directeurs financiers, ingénieurs bureau d'études, ingénieurs offres, responsables BU, responsables de production

### Pré-requis

Aucun

ORGANISATION PERFORMANCE :  
SUPPLY CHAIN

## Supply chain : les fondamentaux

Comprendre les principes et méthodes de pilotage de la chaîne logistique

**A15**  **NOUS CONSULTER**

### Extrait du programme

- Le rôle de la logistique dans l'entreprise, la relation avec le client
- La stratégie de la chaîne logistique (différents types, objectifs à fixer)
- Le rôle et le poids du système d'information dans la maîtrise de la chaîne logistique
- La performance de la chaîne logistique (gestion des stocks, rupture, approvisionnement, les indicateurs de performance, taux de service)
- Les principes de fonctionnement du système d'information (ERP)
- Le principe de la démarche MRP, calcul des besoins
- Le pilotage de la supply chain

### Objectifs pédagogiques

- Les principes généraux de la supply chain
- Le rôle de la logistique dans l'entreprise
- Les principes des relations client-fournisseurs
- Les différents modèles de production
- Le pilotage de la supply chain
- Les principaux outils de la supply chain : PIC, PDP, gestion de stock

### Personnel concerné

Responsables de production, responsables achats, approvisionnement, chargés d'affaires, directions

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
USINAGE

## Comprendre l'usinage, le décolletage et ses techniques

Identifier les matériels et techniques caractéristiques de l'usinage et du décolletage

**145**  **14 h**

### Extrait du programme

- Étude des principes de base de l'usinage
- Le décolletage
- Les opérations d'usinage par enlèvement de matière
- Les opérations d'usinage par abrasion
- Les opérations d'usinage par déformation
- Étude et domaine d'application
- Les techniques complémentaires

### Objectifs pédagogiques

- Être capable d'identifier et de décrire les matériels et techniques caractéristiques de l'usinage et du décolletage

### Personnel concerné

Toute personne concernée par la technologie et l'usinage

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
USINAGE

## Les technologies d'usinage, de micro-usinage et d'optimisation

Découvrir les technologies d'usinage

**264**  **7 h**

### Extrait du programme

- Panorama des différentes techniques utilisées en usinage et micro-usinage
- Techniques d'optimisation de la production
- Notions de structure de prix de revient en usinage
- En atelier : visualisation des différentes technologies

### Objectifs pédagogiques

- Découvrir les technologies d'usinage

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens voulant découvrir les technologies utilisées en usinage

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
USINAGE

## Opérateur TORNOS DECO 2000

Maîtriser le montage et le réglage d'un tour  
DECO 2000

73  28 h

### Extrait du programme

- Caractéristiques techniques générales
- Cinématique
- Directeur de commande
- Manipulation sur un programme existant avec TB-Déco
- Montage - réglage
- Groupe de 4 personnes maximum

### Objectifs pédagogiques

- Manipuler, monter/régler la machine
- Faire une mise en train et suivre la production
- Manipuler TB-Déco et modifier des données d'usinages simples

### Personnel concerné

Opérateurs sur des pièces déjà mises au point préalablement

### Pré-requis

Manipulation courante d'un PC sous Windows, connaître les fondamentaux de la programmation CN, utiliser TB-Déco au 1<sup>er</sup> niveau (ouverture, chercher un programme, etc.)

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
USINAGE

## Comprendre la cinématique des multibroches CN INDEX MS

Comprendre la cinématique  
des multibroches CN INDEX MS

272  7 h

### Extrait du programme

- Cinématique, caractéristiques techniques et dénomination des différents éléments
- Les axes et leurs répartitions par éléments machines
- Les origines, les jauges outils, les correcteurs
- A partir d'un dossier de fabrication et de pièces préalablement usinées
- Groupe de 6 personnes maximum

### Objectifs pédagogiques

- Définir la cinématique de la machine
- Définir les différents points de référence
- Définir le principe de mesure des géométries d'outils

### Personnel concerné

Toute personne devant assurer la production de pièces sur ce type de machine

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
USINAGE

## Opérateur sur multibroche CN INDEX MS

Maîtriser le montage d'une pièce simple  
sur un tour multibroche MS32

273  28 h

### Extrait du programme

- Présentation physique de la machine
- Les pupitres machine et de programmation
- Etude des documents liés à l'Ordre de fabrication (OF)
- Manipulations sur la machine

### Objectifs pédagogiques

- Manipuler la machine
- Suivre et assurer la production
- Changer et régler un système de serrage et des outils

### Personnel concerné

Opérateurs de production

### Pré-requis

Connaissances en lecture de plan, contrôle, programmation ISO, cinématique et outillages sur multi CN INDEX MS

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
USINAGE

## Opérateur/régleur sur MULTI CN INDEX MS

Améliorer ses techniques de montage  
et de réglage sur tour multibroche INDEX

274  35 h

### Extrait du programme

- Les pupitres machine et de programmation
- Étude des documents liés à l'ordre de fabrication (OF)
- Manipulations sur la machine

### Objectifs pédagogiques

- Manipuler, monter/régler la machine
- Faire une mise en train et suivre la production
- Manipuler le pupitre de programmation et modifier des données d'usinages simples

### Personnel concerné

Opérateurs confirmés désirant être autonomes dans le montage et le réglage de pièces connues

### Pré-requis

Connaissances en mécanique, lecture de plan et contrôle, bases de programmation ISO, connaissances de la cinématique Multi CN Index MS

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
USINAGE

## Régleur sur tour multibroche – niveau 1

Assurer le montage et le réglage de manière autonome d'un tour multibroche

183  105 h

### Extrait du programme

- Pratique
- Théorie

### Objectifs pédagogiques

- Assurer le montage et le réglage de manière autonome
- Analyser et décider face à une situation

### Personnel concerné

Opérateurs confirmés ou régleurs débutants

### Pré-requis

Avoir une expérience de base sur multibroche et des connaissances en lecture de plan, contrôle et outils de coupe

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
USINAGE

## Régleur sur tour multibroche – niveau 2

Améliorer ses techniques de montage  
et de réglage sur les tours multibroche  
à commande par cames

33  36 h

### Extrait du programme

- Pratique
- Théorie

### Objectifs pédagogiques

- Assurer le montage de manière autonome
- Assurer le réglage de manière autonome
- Analyser et décider face à une situation

### Personnel concerné

Toute personne ayant déjà des connaissances sur le fonctionnement et le réglage des tours multibroches

### Pré-requis

Avoir réalisé un ou plusieurs montages sur multibroche

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
USINAGE

## Montage réglage sur centre d'usinage

Maîtriser le montage et réglage d'un centre d'usinage en vue d'assurer le suivi de production de manière autonome

137  36 h

### Extrait du programme

- Présentation technique de la machine utilisée
- Le système d'axes
- Les origines
- Les jauges d'outils (correcteurs)
- Les instructions de programme concernant les vitesses (de coupe ou de rotation) et les avances
- La liste des fonctions nécessaires à la bonne analyse des programmes et des cycles fixes
- Connaissance et réglage de la machine
- Connaissance du directeur de commande
- Chargement et déchargement des programmes
- Mise au point des pièces (intervention possible dans les programmes)
- Contrôle des pièces suivant des gammes de contrôle

### Objectifs pédagogiques

- Manipuler, monter / régler la machine
- Faire une mise en train et suivre la production
- Manipuler le pupitre de programmation et modifier des données d'usinages simples

### Personnel concerné

Opérateurs régleurs sur centre d'usinage

### Pré-requis

Evaluation préformative : Connaissances du plan et des techniques d'usinage et maîtrise des codes ISO de programmation

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
USINAGE

## Fraisage et opérations axiales sur centre d'usinage

Optimiser les différentes opérations sur centre d'usinage, du choix des outils à leur mise en œuvre

S05  17 h

### Extrait du programme

- Généralités
- Fraisage
- Opérations axiales
- Nouveautés en usinage

### Objectifs pédagogiques

- Utiliser des méthodes adaptées aux opérations sur centre d'usinage (fraisage et opérations axiales)
- Choisir des outils et des conditions de coupe pour maîtriser et optimiser les opérations sur centre d'usinage
- Rechercher des solutions adaptées aux incidents d'usinage

### Personnel concerné

Ingénieurs, agents de maîtrise et techniciens des services méthodes et fabrication

### Pré-requis

Des notions de base en technologie d'usinage sont nécessaires

EN

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
USINAGE

## L'usinage sur centre d'usinage 5 axes et machines multifonctions

Par rapport aux évolutions des machines multi-axes, apprendre à dimensionner ses nouveaux investissements ou à les utiliser sur toutes leurs capacités

S18  14 h

### Extrait du programme

- Principes généraux
- Machines
- Équipements périphériques
- Caractériser une machine
- Programmation, stratégies d'usinage et CFAO

### Objectifs pédagogiques

- Identifier le domaine d'application, les avantages, limites et contraintes des technologies d'usinage sur centre 5 axes et multifonctions
- Discuter les préconisations et stratégies d'usinage pour une évolution des gammes de fabrication vers ces nouveaux moyens
- Avoir les éléments de décision et les préconisations pour entreprendre un investissement sur ces technologies

### Personnel concerné

Agents de maîtrise, techniciens d'atelier, programmeurs, responsables méthodes, responsables travaux neufs

### Pré-requis

Connaissance des bases de l'usinage sur commande numérique

EN

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
USINAGE

## Usinage des matériaux composites à matrice organique

Du choix des outils à leur mise en œuvre, ce stage vous apportera les moyens pratiques et efficaces pour maîtriser l'usinage des matériaux composites

S17  14 h

### Extrait du programme

- Rappel sur les matériaux composites et leurs modes d'élaboration
- Problématique d'usinage des composites
- Matériaux de coupe
- Fraisage des composites
- Perçage des composites
- Détermination des conditions de coupe
- Lubrification et assistance (vibratoire, cryogénique)
- Autres procédés de découpe
- Machines et spécificités

### Objectifs pédagogiques

- Connaître la problématique générale de l'usinage des matériaux composites
- Connaître l'état de l'art actuel de l'usinage des matériaux composites
- Être au fait des développements en cours dans le domaine
- Connaître les perspectives d'évolution à venir sur les techniques d'usinage, les outils, les machines, etc.

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens et opérateurs des services méthodes et fabrication

### Pré-requis

Connaissance de l'usinage

EN

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
USINAGE

## Fluides de coupe : sensibilisation

Utilisation, surveillance et maintenance des fluides de coupes (huiles entières et fluides aqueux)

FC01  7 h

### Extrait du programme

- Généralités sur les fluides de coupe
- Nature et classification des fluides de coupe
- Principales propriétés des fluides de coupe
- Règles d'hygiène et sécurité
- Principes de surveillance et de maintenance des fluides de coupe

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les familles de lubrifiants et les fonctions d'un fluide de coupe
- Identifier les problématiques liées à l'utilisation des fluides de coupe (machines, outils, phénomènes, etc.)
- Utiliser de manière rationnelle les fluides de coupe
- Pratiquer la surveillance et la maintenance des fluides de coupe
- Appliquer les règles d'hygiène, de sécurité et d'environnement relatives aux fluides de coupe

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens et opérateurs des services fabrication, maintenance, hygiène et sécurité et achats

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
USINAGE

## Importance du fluide de coupe dans l'usinage

Optimiser l'utilisation des fluides de coupe en lien avec leur application afin de limiter les impacts sur l'usinage

FC02  7 h

### Extrait du programme

- Généralités sur les fluides de coupe
- Nature, classification, propriétés des fluides de coupe
- Les machines d'usinage et leurs périphériques
- Critères de choix des produits en fonction des applications
- Problématiques liées à l'utilisation des fluides de coupe en lien avec l'application (machine, usure outils, phénomènes, état de surface, etc.) : causes, effets et solutions pour y remédier
- Bonnes pratiques de suivi des fluides de coupe et usinage
- Bonnes pratiques de gestion des machines d'usinage

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les familles de lubrifiants et les fonctions d'un fluide de coupe
- Choisir le fluide de coupe adapté
- Identifier les problématiques liées à l'utilisation des fluides de coupe (machines, outils, phénomènes, etc.)
- mettre en œuvre des actions correctives sur les paramètres de l'usinage

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens et opérateurs des services fabrication, maintenance, hygiène et sécurité et achats

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
USINAGE

## Usinage du futur : méthodes d'optimisation de l'usinage et du décolletage

Découvrir les méthodes d'optimisation des opérations d'usinage et décolletage

263  7 h

### Extrait du programme

- Les principaux axes de développement  
« Usinage du futur »
- Les chaînes numériques en usinage
- L'optimisation de la coupe par la méthode globale et la méthode couple outil-matière, les matériaux de coupe, le cas des matières difficiles, les techniques de préparation d'arête : pourquoi et comment
- L'optimisation du réglage et l'évolution vers les procédés auto-adaptatifs

### Objectifs pédagogiques

- Découvrir les méthodes d'optimisation des opérations d'usinage et décolletage

### Personnel concerné

Régleurs, techniciens atelier & méthodes, ingénieurs, techniciens qualité & amélioration continue

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
USINAGE

## Logiciel Cetim Cut Optimizer®

Cetim Cut Optimizer® est un dispositif composé d'un logiciel associé à une interface matérielle, pour une mesure au plus proche de votre moyen de production en usinage. Il permet de déterminer le domaine de fonctionnement optimal des outils coupants en fonction de l'outil utilisé, de la matière et de la machine

**NOUS CONSULTER**  N/A

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
FORMAGE DES TÔLES

## Découpage-emboutissage : connaissances pour donneurs d'ordres

Acquérir les connaissances complètes, pour réussir le développement de projets de pièces découpées et mises en forme sous presses. Être capable de dialoguer avec un partenaire spécialisé. Avoir une compréhension suffisante du métier dans tous ses aspects, avec les points clés performances/limites en vue

542  21 h

### Extrait du programme

- Connaissances des matières (tôles)
- Connaissances des opérations de mise en forme et des gammes de formage
- Règles de conception des pièces pliées, découpées et embouties

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre les règles de conception des pièces, réalisées par mise en forme sous presse, en particulier : l'influence de la matière
- L'influence de la forme de la pièce et des tolérances du plan
- Les règles relatives à la géométrie des pièces découpées, pliées, embouties, ainsi qu'au taraudage par refoulement
- Le rôle de l'outil de presse

### Personnel concerné

Responsables de projets, bureau d'étude pièces, personnel des méthodes, qualité et achats. Tout personnel en relation avec la sous-traitance en découpage et formage des tôles

### Pré-requis

Aucun



PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
FORMAGE DES TÔLES

## Conception et réalisation des outillages de presse – niveau 1

Compléter ses connaissances pour améliorer concrètement la conception et la réalisation de ses outillages de presse

S31  21 h

### Extrait du programme

- Rappel des propriétés mécaniques des métaux en feuilles (dureté et traction)
- Description des types d'outils, informations sur les systèmes de taraudage et d'assemblage sur presse
- Découpage
- Pliage
- Emboutissage

### Objectifs pédagogiques

- Les types d'outils et leurs applications, le taraudage et l'assemblage sous presse
- Les règles de métier pour la conception des outillages de découpage, pliage et emboutissage (les principes, les mécanismes, les paramètres géométriques des outillages, les formules de calcul des efforts, dimensionnement, etc.)
- Les types de dégradation des outillages, les matériaux, les traitements thermiques et les revêtements les mieux adaptés à un outillage de presse, pour mieux les choisir et optimiser leur utilisation

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, bureaux des méthodes et responsables de fabrication de la profession du découpage-emboutissage

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
FORMAGE DES TÔLES

## Conception et réalisation des outillages de presse – niveau 2

Développer des études de cas issues des besoins de son entreprise et enrichir ses connaissances à partir d'une analyse partagée des problèmes présentés et des connaissances nouvelles fournies lors du stage

S41  21 h

### Extrait du programme

- Compléments de connaissances pour la conception des outils : règles de développement des gammes
- Présentation des cas d'entreprises à traiter par le groupe et de la méthode de travail suivie
- Étude de cas par chacun des groupes et réalisation d'un dossier de présentation des résultats obtenus
- Présentation des résultats des études de cas par les premiers groupes

### Objectifs pédagogiques

- Appliquer et roder les connaissances acquises lors du stage
- Acquérir des connaissances complémentaires notamment sur les règles de développement des gammes
- Développer les cas réels d'étude issus de leur entreprise

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes et fabrication de la profession du découpage-emboutissage

### Pré-requis

Avoir suivi la formation S31 (niveau 1) ou avoir une expérience suffisante dans le domaine de la mise en forme des tôles

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
FORMAGE DES TÔLES

## Découpage-emboutissage : diagnostic de défauts des pièces – niveau 1

Découpage, emboutissage, défaut pièce, analyse, méthode, retour d'expérience, maîtrise, qualité

S35  21 h

### Extrait du programme

- Exemples de défauts sur pièces fabriquées sur presses
- Présentation des différentes causes pouvant être à l'origine de ces défauts
- Rappels sur l'influence des paramètres tôle et outil
- Mise en application par les stagiaires des connaissances acquises en découpage, pliage, emboutissage
- Exemple de situation des arrêts presse dans une journée
- Présentation de la méthode de diagnostic de défauts
- Description des documents validant chaque étape de la méthode
- Étude de cas

### Objectifs pédagogiques

- Suivre la méthode présentée pour le diagnostic de défauts
- Connaître l'influence des paramètres matière, process et outil sur les défauts
- Comprendre l'importance de la rédaction et de l'exploitation des documents à chaque étape de la méthode

### Personnel concerné

Techniciens et ingénieurs en fabrication, en maintenance d'outils, en bureaux d'études et des méthodes et personnel de la qualité

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
FORMAGE DES TÔLES

## Découpage-emboutissage : diagnostic de défauts des pièces – niveau 2

Découpage-emboutissage, défauts, pièces, méthode, analyse, retour d'expériences, fiche défaut, cas concrets d'entreprises

**S39**  21 h

### Extrait du programme

- Compléments de connaissances pour l'analyse des défauts : généralités sur les gammes de formage et modes de déformation des tôles
- Présentation des cas d'entreprises à traiter par le groupe
- Étude de cas par chacun des groupes et réalisation des fiches de défauts
- Présentation des résultats de l'analyse des défauts réalisée par les premiers groupes
- Discussions et améliorations de l'analyse par les échanges entre groupes
- Finalisation des fiches de défauts
- Présentation des résultats de l'analyse des défauts réalisée par les derniers groupes

### Objectifs pédagogiques

- Exploiter et roder les connaissances acquises au stage
- Acquérir des connaissances complémentaires notamment sur les mécanismes dans la mise en forme des tôles
- Résoudre des problèmes rencontrés par l'entreprise

### Personnel concerné

Personnel en fabrication, en maintenance d'outils, en bureaux d'études et aux méthodes

### Pré-requis

Avoir suivi la formation S35 (niveau 1) ou avoir assez d'expériences dans la mise en forme des tôles

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
FORMAGE DES TÔLES

## Découpage-emboutissage : monteur-régleur sur presses

Améliorer sa connaissance et la pratique du métier de monteur-régleur sur presses

**S38**  21 h

### Extrait du programme

- Connaissances des presses et des outils
- Connaissance du métier
- Pratique sur presse  
*Les chaussures de sécurité, gants, blouse sont nécessaires pour participer au stage*

### Objectifs pédagogiques

- Acquérir des connaissances de base du métier
- Mettre en pratique sur presse des connaissances acquises
- Comprendre les contraintes de sécurité hommes et presses

### Personnel concerné

Opérateurs de presses, monteurs-régleurs et chefs d'équipe

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
FORMAGE DES TÔLES

## Vérification périodique des presses

Vérifier soi-même, tous les trimestres, ses presses pour le travail à froid des métaux afin de respecter la réglementation

**G50**  21 h

### Extrait du programme

- Identifier les risques liés à l'utilisation des presses et connaître leurs technologies
- Acquérir la compétence en matière de réglementation applicable aux presses
- Décrire les objectifs et le contenu de la vérification périodique
- Disséquer le contenu de la vérification périodique et de sa consignation
- Pratiquer des vérifications périodiques sur des presses en atelier (travaux pratiques sur machines effectués par les stagiaires)
- Rédaction des observations sur le registre de sécurité

### Objectifs pédagogiques

- Pratiquer la vérification périodique des presses de l'entreprise en mettant en œuvre les compétences requises par l'article R.4323-24 du code du travail
- Appliquer à l'entreprise la réglementation et les techniques de prévention

### Personnel concerné

Opérateurs chargés de la maintenance et de l'entretien des presses

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
FORGE

## Les procédés de forgeage et leurs applications

Utiliser les atouts du forgeage pour concevoir au plus juste ses pièces et accroître les performances et la compétitivité de ses produits

K80  21 h

### Extrait du programme

- Les procédés et machines de forgeage
- La conception des pièces forgées
- La construction de la gamme de forge
- La simulation comme outil d'aide à la conception
- Les outillages de forge
- Le comportement général des matériaux
- Les matériaux forgeables (aciers, alliages titane, aluminium, cuivre, magnésium, etc.)
- Les défauts métallurgiques
- Les contrôles non destructifs (CND)

### Objectifs pédagogiques

- Identifier le procédé de forgeage à mettre en œuvre pour la réalisation de vos pièces mécaniques
- Concevoir au plus juste vos produits forgés
- Apprécier l'intérêt technique et économique du forgeage et son influence sur la structure métallurgique des pièces
- Prescrire une sous-traitance de forgeage

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études ou des services méthodes et qualité d'entreprises mécaniciennes. Technico-commerciaux et acheteurs de ces entreprises en relation avec les industries de la forge

### Pré-requis

Connaissances de base en mécanique

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
FABRICATION ADDITIVE

## Fabrication additive : comment l'intégrer dans votre production ?

Intégrer un procédé de fabrication additive dans son processus de production : appréhender et valider son choix, évaluer l'impact économique et organisationnel, choisir entre sous-traiter ou s'équiper

FA11  7 h

### Extrait du programme

- Rappel sur la fabrication additive
- Intégrer la fabrication additive
- Évaluer les données économiques

### Objectifs pédagogiques

- Établir le business plan de leur projet et en valider la pertinence économique
- Choisir entre sous-traitance et production en interne
- Lister les éléments clés à prendre en compte
- Évaluer l'impact sur l'organisation en place
- Définir les étapes du projet d'intégration

### Personnel concerné

Directeur général, directeur industriel, responsable opérationnel. Personnes concernées par l'intégration de la fabrication additive dans le processus de production de leur entreprise

### Pré-requis

Aucun

 EN

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
FABRICATION ADDITIVE

## Découverte des procédés de fabrication additive

Se repérer dans les technologies de fabrication additive pour intégrer les bénéfices de ces innovations : réduction du temps d'étude, complexité des formes, validation rapide des nouveaux produits

FA01  7 h

### Extrait du programme

- Généralités, historique et marché
- Procédés d'obtention de pièces polymères
- Procédés d'obtention de pièces métalliques
- Coûts en FA métal
- Normalisation

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les différents procédés de fabrication additive pour applications polymères ou métal, parfois regroupés derrière le terme « impression 3D »
- Différencier leur intérêt technico-économique pour extraire leur champ d'application
- Cerner l'applicabilité de la fabrication additive en se posant les bonnes questions de faisabilité

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes et recherche et développement, acheteurs

### Pré-requis

Aucun

 EN

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
FABRICATION ADDITIVE

## Fabrication additive : procédés métal, céramiques et polymères

Se repérer dans les technologies de fabrication additive pour intégrer les bénéfices de ces innovations

**FA02**  14 h

### Extrait du programme

- Généralités, historique et marché
- Procédés d'obtention de pièces polymères
- Procédés d'obtention de pièces métalliques
- Procédés d'obtention de pièces céramiques
- Démonstration de la préparation (numérique) d'une fabrication LBM
- Démonstration du lancement et du déballage d'une fabrication LBM
- Normalisation
- Fournisseurs machines FA Métal

### Objectifs pédagogiques

- Différencier l'intérêt technico-économique des différents procédés de fabrication additive pour extraire leur champ d'application
- Choisir la technologie la plus pertinente aujourd'hui et demain
- Identifier les acteurs du marché, qu'ils soient prestataires, fournisseurs de machines, matériaux ou logiciels

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes et recherche et développement, acheteurs

### Pré-requis

Aucun



PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
FABRICATION ADDITIVE

## Démarche de conception pour la fabrication additive métal

Identifier l'intérêt de la fabrication additive dès le besoin et intégrer une démarche de conception de produit sur les technos de fabrication additive métal : notamment fusion laser et fusion par faisceau d'électrons. Application sur cas concrets

**FA03**  14 h

### Extrait du programme

- Présentation de la Fabrication Additive (FA) métal, historique et marché
- Positionnement de la conception
- Démarche de choix appliquée à la fabrication additive métal
- Règles de conception pour la fabrication additive métal
- Études de cas
- Diversité de la FA métal
- Évolutions et perspectives

### Objectifs pédagogiques

- Identifier la pertinence de la fabrication additive dès le cahier des charges du produit
- Intégrer une démarche de conception pour la fabrication additive métal
- Concevoir des pièces pour une fabrication additive métal

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et des services méthodes et recherche et développement

### Pré-requis

Avoir des connaissances en fabrication additive

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
FABRICATION ADDITIVE

## Fabrication additive métal : focus sur la métallurgie en fusion laser LBM

Approfondir sa connaissance de la fabrication additive métal, pour garantir de bonnes conditions de mise en œuvre et une qualité finale de composants et pour mettre en place les moyens de contrôle adaptés

**FA04**  14 h

### Extrait du programme

- Rappel : principe des procédés de fabrication additive métal
- Poudres dédiées fabrication additive
- Procédé LBM
- Visite d'un atelier de fabrication additive métal

### Objectifs pédagogiques

- Reconnaître les caractéristiques spécifiques d'une poudre dédiée à une mise en œuvre par fabrication additive
- Expliquer les paramètres influents des procédés de fabrication additive
- Catégoriser les défauts métallurgiques d'une poudre et d'un matériau issu de fabrication additive
- Connaître les traitements thermiques à appliquer post-fabrication additive suivant le matériau considéré, en fonction des performances recherchées

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes et recherche et développement, section matériaux

### Pré-requis

Avoir suivi la formation FA01 ou FA02 ou justifier de travaux dans le domaine

PROCÉDÉS DE PRODUCTION :  
FABRICATION ADDITIVE

## Fabrication additive : quels post-traitements mettre en œuvre ?

Savoir identifier et définir les opérations de dépoudrage, nettoyage et parachèvement pour les produits issus de la fabrication additive (fusion laser – LBM)

FA06  14 h

### Extrait du programme

- Propreté
- Dépoudrage
- Nettoyage
- Parachèvement

### Objectifs pédagogiques

- Reconnaître les opérations obligatoires de post-fabrication : dépoudrage, nettoyage et parachèvement
- Désigner les moyens associés selon le design de la pièce
- Identifier les différentes opérations successives de post-fabrication

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des bureaux d'études et des méthodes

### Pré-requis

Aucun

EN

PROGRAMMATION COMMANDE NUMÉRIQUE

## Programmation ISO sur MOCN – les fondamentaux

Maîtriser la codification ISO en vue d'une lecture efficace des programmes des machines à commande numérique

239  32 h

### Extrait du programme

- La commande numérique - généralités
- Symbolisation des différents mouvements
- Connaissance de base du langage machine-outil
- Constitution d'un programme
- Elaboration d'un programme complet en groupe et usinage de la pièce sur tour CN 2 axes PF
- Correspondance entre les principaux codes de programmation entre les CN FANUC/ SIEMENS et NUM

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre et connaître les principaux repères et références pour réaliser un programme
- Connaître et programmer les principales fonctions
- Analyser la structure d'un programme

### Personnel concerné

Toute personne amenée à intervenir sur un programme MOCN pour : préparer le travail, modifier des usinages, optimiser la fabrication

### Pré-requis

Evaluation préformatrice : Bases en trigonométrie

PROGRAMMATION COMMANDE NUMÉRIQUE

## Programmation ISO sur MOCN. Tournage PF – CN FANUC

Maîtriser les stratégies d'usinage et la programmation associées aux tours CNC à poupée fixe

130  36 h

### Extrait du programme

- Pour la machine étudiée : caractéristiques techniques, cinématique, système d'axes, origines, correcteurs, ...
- Connaissance du directeur de commande numérique
- Langage de programmation
- Méthode d'introduction d'un programme – Manipulations
- Travaux dirigés de programmation

### Objectifs pédagogiques

- Définir la méthodologie d'usinage d'une nouvelle pièce
- Créer le programme d'une nouvelle pièce
- Manipuler les fonctionnalités du pupitre de programmation

### Personnel concerné

Toute personne devant établir des programmes complets sur MOCN multi-axes FANUC

### Pré-requis

Connaissance des codes ISO de programmation

PROGRAMMATION COMMANDE NUMÉRIQUE

## Programmation conversationnelle FANUC. Manuel Guide Tournage Fraisage

Apprendre l'utilisation du conversationnel FANUC manuel Guide

260  32 h

### Extrait du programme

- Le pupitre de commande
- Le contenu du menu principal
- Notions géométriques et technologiques
- Gestion des outils
- Définition de l'origine pièce
- Définition des outils
- Gestion des programmes
- Elaboration de contours quelconques avec le calculeur
- Création de phrases à forme fixe
- Les cycles en tournage
- Fraisage axe C
- Fraisage axe Y
- Fonctions de tour multicanal
- Simulation
- Conversion de programme CN
- Équipement spécifique : Tour bi-broches et bi-tourelles Nakamura WT 100 armoire Fanuc 31iA

### Objectifs pédagogiques

- Manipuler les fonctionnalités du pupitre de programmation
- Créer le programme d'une nouvelle pièce

### Personnel concerné

Toute personne ayant des bases de commande numérique et devant établir des programmes complets sur MOCN

### Pré-requis

Connaissances sur l'environnement de la CNC (pupitre, écran)

PROGRAMMATION COMMANDE NUMÉRIQUE

## Programmation ISO sur MOCN. Tournage PM – CN FANUC ou MITSUBISHI

Maîtriser les stratégies d'usinage et la programmation associées aux tours CNC à poupée mobile

131  36 h

### Extrait du programme

- Pour la machine étudiée : caractéristiques techniques cinématique système d'axes origines correcteurs - manipulations
- Connaissance du directeur de commande numérique
- Langage de programmation
- Méthode d'introduction d'un programme - manipulations
- Travaux dirigés de programmation

### Objectifs pédagogiques

- Définir la méthodologie d'usinage d'une nouvelle pièce
- Créer le programme d'une nouvelle pièce
- Manipuler les fonctionnalités du pupitre de programmation

### Personnel concerné

Toute personne devant établir des programmes complets sur MOCN multi-axes FANUC ou MITSUBISHI

### Pré-requis

Connaissance des codes ISO de programmation

PROGRAMMATION COMMANDE NUMÉRIQUE

## Programmation montage TORNOS DECO 2000

Maîtriser les stratégies d'usinage, la programmation et le montage des tours TORNOS DECO 2000

81  64 h

### Extrait du programme

- Caractéristiques techniques
- Cinématique
- Directeur de commande
- Pupitre machine
- Programmation
- Manipulation de TB-Déco : récupération des différents modèles de programmes - Modification, traitements divers et simulations graphiques

### Objectifs pédagogiques

- Créer le programme d'une nouvelle pièce sous TB-Déco
- Manipuler, monter/régler la machine
- Faire la mise au point de la pièce

### Personnel concerné

Toute personne devant assurer la mise en fabrication de pièces sur ces machines

### Pré-requis

Maîtrise de la programmation ISO, manipulation courante d'un PC sous Windows

## Programmation Tornos Déco 2000

Maîtriser les stratégies d'usinage et la programmation des tours TORNOS DECO 2000

82  32 h

### Extrait du programme

- Caractéristiques techniques : La poupée - Les peignes - L'appareil en bout - La contre-poupée
- Cinématique : Les axes, leurs affectations, leurs nominations et leurs orientations - Les origines, correcteurs - Réglages des outils, création d'un catalogue outil
- Programmation : Principe général de programmation, lignes d'opérations, icônes - Format de programmation - Fonctions préparatoires - Fonctions auxiliaires - Fonctions outils et vitesses de broches - Analyse des modèles de programmes - Synchronisations - Variables utilisées - Indexage de broche - Outils tournants (sur le peigne / sur l'appareil en bout / en contre-opération) - La contre-poupée - Usinage en contre-opérations - Cycles d'usinage - Usinage en course poursuite. Manipulation de TB Déco : Récupération des différents modèles de programmes - Modification, traitements divers et simulations graphiques

### Objectifs pédagogiques

- Créer le programme d'une nouvelle pièce sous TB-Déco
- Définir les données de réglage des outils

### Personnel concerné

Toute personne devant réaliser des programmes de pièces sur ce type de machine

### Pré-requis

Maîtrise de la programmation ISO, manipulation courante d'un PC sous Windows

## Programmation montage TSUGAMI poupée mobile

Maîtriser les stratégies d'usinage, la programmation et le montage des tours poupée mobile Tsugami série BO

290  64 h

### Extrait du programme

- Caractéristiques techniques : la poupée, les peignes, l'appareil en bout, la contre-poupée
- Cinématique : les axes, leurs affectations, leurs nominations et leurs orientations, les origines, correcteurs, réglage des outils, création d'un catalogue outils
- Directeur de commande : analyse des principales touches
- Pupitre machine : analyse des principales touches
- Programmation

### Objectifs pédagogiques

- Créer le programme d'une nouvelle pièce
- Manipuler, monter et régler la machine
- Faire la mise au point de la pièce

### Personnel concerné

Toute personne devant assurer la mise en fabrication de pièces sur ces machines

### Pré-requis

Maîtrise de la programmation ISO

## Programmation avancée sur DECO 2000

Maîtriser la stratégie d'usinage et la programmation appliquées aux pièces complexes

74  24 h

### Extrait du programme

- Manipulations sur logiciel TB-Déco : récupération d'un catalogue outils d'une autre pièce, partage du catalogue d'outils - Récupération d'icônes ou de lignes d'opérations d'une autre pièce - Création d'une ligne d'opérations spécifiques
- Rappel sur des points sensibles de la programmation : programmation des avances et des vitesses de broches - Programmation G915/G916 (avec G53) - Course poursuite sur opérations réparties sur plusieurs lignes. Programmation : correction de rayon d'outils (G41, G42 et G40) - Peignage intérieur ou extérieur avec X3 et Z1 - Double ravitaillement - Polygonage - Axe C (usinage en périphérie / fonction transmit) - Paramétrage - Tourbillonnage intérieur et extérieur

### Objectifs pédagogiques

- Réaliser toutes les manipulations de TB-Déco
- Réaliser les usinages avec l'axe C
- Réaliser des usinages spécifiques décolletage

### Personnel concerné

Responsables d'ateliers, réglers programmeurs, services Méthodes

### Pré-requis

Maîtrise de la programmation ISO, manipulation courante d'un PC sous Windows

## PROGRAMMATION COMMANDE NUMÉRIQUE

**Programmation conversationnelle HEIDENHAIN**

Manier la commande numérique et programmer des pièces simples d'après des plans, en langage conversationnel

276  28 h

**Extrait du programme**

- Maniement
- Programmation

**Objectifs pédagogiques**

- Manier la commande numérique
- Programmer des pièces simples d'après des plans, en langage conversationnel

**Personnel concerné**

Opérateurs sur MOCN

**Pré-requis**

Avoir des connaissances en fraisage et perçage conventionnels d'après plan. La connaissance de la programmation n'est pas indispensable

## ROBOTISATION

**Robotiser sans se tromper : les clés d'une démarche structurée**

Comprendre les types et les enjeux d'une robotisation et l'intégrer efficacement dans votre environnement

ROB01  7 h

**Extrait du programme**

- Introduction sur le panorama robotique actuel (économique, réglementaire, applications, etc.)
- Présentation des solutions robotiques industrielles
- Clés pour décider de robotiser
- Démarche structurée d'intégration
- Outils de faisabilité robotiques

**Objectifs pédagogiques**

- Avoir une vision pertinente de la robotique actuelle (combattre les clichés et idées reçues)
- Connaître les différents types de solutions robotiques existantes et leurs environnements
- Disposer des éléments clés nécessaires pour décrire la solution robotique la mieux adaptée à leur besoin
- Identifier les étapes à mener pour réussir l'intégration de la robotique dans l'entreprise
- Être sensibilisé à une approche innovante du retour sur investissement

**Personnel concerné**

Chefs d'entreprise (en particulier PME-PMI), directeurs de production, chefs de projet robotique, responsables méthodes et/ou industrialisation et toute personne ayant à définir ou à piloter un projet d'intégration de la robotique

**Pré-requis**

Aucun

## ROBOTISATION

**Opérateur sur robot Stäubli TX2/CS9**

Permettre à un technicien en usinage chargé d'utiliser le robot dans une ligne de production, de le démarrer, de l'arrêter, de redémarrer l'exécution d'un programme, de maîtriser manuellement le bras et de reprendre des points si nécessaire

262  14 h

**Extrait du programme**

- Introduction à la robotique 6 axes
- Consignes de sécurité
- Utilisation du boîtier manuel
- Navigation dans les menus
- Modes de marche
- Changement des outils
- Instructions de mouvements
- Reprise de points
- Entrées/sorties digitales

**Objectifs pédagogiques**

- Permettre à un technicien en usinage chargé d'utiliser le robot dans une ligne de production, de le démarrer, de l'arrêter, de redémarrer l'exécution d'un programme, de maîtriser manuellement le bras et de reprendre des points si nécessaire
- Ce stage ne couvre pas la formation sur des applications spécifiques mais traite de programmes robots en général

**Personnel concerné**

Techniciens en usinage, réglers, opérateurs, conducteurs de ligne

**Pré-requis**

Aucun



## ROBOTISATION

## Définir un projet de robotique collaborative en usinage

Découvrir les technologies d'usinage

266  N/A

### Extrait du programme

- Définition de la robotique collaborative, niveaux de collaboration homme/robot
- Chaîne de responsabilité, sécurité collaborative, principes d'une analyse de risque
- Fonctions de sécurité du robot, distances de sécurité, composants « Safe », zones « Safe »
- Cahier des charges d'une installation robotisée
- Démonstration sur cellule collaborative
- Travail en commun sur exemples stagiaires

### Objectifs pédagogiques

- Acquérir les notions permettant de définir un projet de robotique collaborative

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens

### Pré-requis

Aucun

## ROBOTISATION

## Programmation simplifiée – Robotfly Staubli TX2/CS9

Découvrir les technologies d'usinage

267  N/A

### Extrait du programme

- Introduction à la robotique 6 axes
- Consignes de sécurité
- Utilisation du boîtier manuel
- Programmation Robotfly sur IHM spécifique

### Objectifs pédagogiques

- Utiliser le logiciel de programmation simplifiée Robotfly pour chargement et déchargement de machines-outils
- Créer un programme de chargement/déchargement et le tester

### Personnel concerné

Techniciens en usinage, réglers

### Pré-requis

Aucun

## PROCÉDÉS D'ASSEMBLAGE :

## VISSAGE

## Le serrage « clé en main »

Formation pour maîtriser les assemblages vissés par l'utilisation de méthodes de serrage et de contrôle appropriées et en s'appuyant sur les règles de l'art

T01  21 h

### Extrait du programme

- Éléments de fixation standards et spécifiques
- Théorie et notion de base de mécanique ramenées aux assemblages vissés
- Importance d'un serrage de qualité
- Travaux pratiques : méthode de serrage
- Méthodes et moyens de serrage (au couple, à l'angle, en tension, autres)
- Méthodes et moyens de contrôle associés
- Validation des assemblages vissés (VAV)
- Travaux pratiques : méthode de contrôle
- Non-conformité des assemblages vissés
- Solutions de sécurisation

### Objectifs pédagogiques

- Appliquer des méthodes de serrage et de contrôle afin de garantir la fiabilité des assemblages vissés, en s'appuyant sur les règles d'or
- Assurer la maîtrise produit/process des assemblages vissés
- Intégrer les caractéristiques des éléments de fixation
- Être force de proposition en cas de détection de non-conformité

### Personnel concerné

Personnels des méthodes, fabrication, maintenance, qualité et achats

### Pré-requis

Des notions de mécanique

EN

PROCÉDÉS D'ASSEMBLAGE :  
SOUDAGE

## Développement des compétences d'un coordonnateur en soudage

Appréhender la fonction de coordonnateur en soudage selon la norme NF EN 15014731 et répondre aux exigences clients et aux normes métier (EN 150 3834 EN 1090, EN 15085, etc.)

**CDS01**  **105 h**

### Extrait du programme

- Module 1 : notions de base en soudage - coordination en soudage
- Module 2 : introduction à la qualité en soudage
- Module 3 : caractérisation et normalisation d'un métal
- Module 4 : les procédés usuels de soudage à l'arc électrique
- Module 5 : déformations en soudage
- Module 6 : préparation des bords en soudage et symbolisation des soudures

### Objectifs pédagogiques

- Développer leurs compétences en soudage en vue d'une habilitation en tant que coordonnateur
- Maîtriser les tâches et responsabilités d'un coordonnateur en soudage selon EN ISO 14731
- Maîtriser les principales normes en soudage (EN ISO 3834, EN 1090, EN 15085, EN ISO 9606-1 et 2, EN ISO 15614-1 et 2, etc.)

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes, industrialisation, production et qualité devant assurer la coordination en soudage dans leur entreprise

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS D'ASSEMBLAGE :  
SOUDAGE

## Rédaction d'un cahier de soudage

Rédaction de cahiers de soudage pour ses fabrications en intégrant les exigences des cahiers des charges de ses clients

**T54**  **21 h**

### Extrait du programme

- Qualité en soudage
- Les exigences contractuelles
- Le cahier de soudage

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les différentes normes et codes applicables aux constructions soudées
- Interpréter les exigences en soudage des donneurs d'ordres
- Rédiger des cahiers de soudage conformes à ces exigences et valorisant un savoir-faire en soudage

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services méthodes, préparation, fabrication, inspection et qualité, contremaîtres, agents de maîtrise et chefs d'équipe

### Pré-requis

Des connaissances générales en soudage sont nécessaires (T46)

PROCÉDÉS D'ASSEMBLAGE :  
SOUDAGE

## Ingénierie du soudage

Maîtriser la solidité et le comportement en service de ses pièces et structures mécano-soudées. Préparer ses collaborateurs à la fonction de coordonnateur ou référent soudage selon la norme NF EN ISO 14731

**T80**  **28 h**

### Extrait du programme

- Généralités
- Métallurgie du soudage et travaux pratiques
- Comportement des soudures sous sollicitations
- Applications par des exercices
- Fabrications soudées
- Qualité

### Objectifs pédagogiques

- Intervenir avec compétence lors des étapes d'une fabrication soudée
- Évaluer et valider la solidité des assemblages soudés
- Formuler la rédaction de spécifications techniques d'approvisionnement
- Comprendre les problématiques des exécutants soudeurs

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens concernés complètement ou partiellement par les assemblages soudés

### Pré-requis

Niveau bac. pro. ROC (Réalisation des ouvrages chaudronnés) ou équivalent par expériences acquises

PROCÉDÉS D'ASSEMBLAGE :  
SOUDAGE

## Les aciers inoxydables, soudage et tenue à la corrosion

Appliquer les règles de fabrication appropriées dans ses conceptions, méthodes et opérations de fabrication spécifiques aux aciers inoxydables afin de garantir la tenue à la corrosion

**T38**  **21 h**

### Extrait du programme

- Introduction aux aciers inoxydables
- Corrosion des assemblages soudés
- Soudabilité des aciers inoxydables
- Exercice : détermination du taux de ferrite dans une soudure et mesure avec ferritoscope
- Soudage hétérogène
- Présentation des principaux procédés de soudage applicables aux aciers inoxydables
- Brasage des aciers inoxydables
- Étude de cas : choix de produits d'apport et de conditions de soudage

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les particularités du soudage des différentes familles d'aciers inoxydables
- Définir des conceptions adaptées aux conditions de service
- Adopter des règles de fabrication appropriées
- Garantir la tenue à la corrosion des assemblages soudés

### Personnel concerné

Chargés d'affaires, ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes, préparation, fabrication, maintenance, inspection et qualité

### Pré-requis

Des connaissances générales en soudage sont requises

PROCÉDÉS D'ASSEMBLAGE :  
SOUDAGE

## Technologies MIG-MAG : maîtrise des paramètres

Formation à la mise en œuvre du soudage MIG-MAG : choix des technologies, matériels et conditions opératoires adaptés aux différentes applications

**T49**  **14 h**

### Extrait du programme

- Principes et domaines d'application du procédé MIG-MAG et des différentes variantes
- Différents types de générateurs utilisés en MIG-MAG et matériels annexes
- Choix du matériel en fonction des contraintes de fabrication
- Règles de base de maintenance des matériels en soudage MIG-MAG
- Produits d'apport et gaz de soudage
- Démonstrations en soudage

### Objectifs pédagogiques

- Choisir des matériels et des technologies de soudage correspondant au contexte de leur fabrication
- Déterminer les bons consommables et les conditions opératoires appropriées
- Rédiger des modes opératoires de soudage en MIG-MAG
- Remédier aux différents défauts de soudage rencontrés

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services méthodes, préparation, fabrication, inspection et qualité, contremaîtres, agents de maîtrise et chefs d'équipe

### Pré-requis

Des connaissances générales en soudage sont nécessaires (T46)

PROCÉDÉS D'ASSEMBLAGE :  
SOUDAGE

## Soudage des thermoplastiques par chalumeau à air chaud

S'initier, se perfectionner ou se spécialiser au soudage des thermoplastiques avec qualification selon NF EN 13067

**CDS04**  **NOUS CONSULTER** **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Définition des thermoplastiques et thermodurcissables
- Composition chimique des principaux thermoplastiques
- Tableau des résistances chimiques des principaux thermoplastiques
- Les divers procédés de soudage des thermoplastiques
- Choix des paramètres de soudage
- Préparation des bords

### Objectifs pédagogiques

- Mettre en œuvre le procédé de soudage au chalumeau à air chaud
- Réaliser des soudures de plaques
- Assembler par soudage des tuyauteries bout à bout et piquages
- Effectuer des travaux sur différentes nuances de matières plastiques (PP, PE, PVC, etc.)
- Les objectifs pourront être précisés en fonction de vos impératifs de production

### Personnel concerné

Soudeurs, tuyauteurs, chaudronniers, personnels d'entretien qui souhaitent s'initier, se perfectionner ou se spécialiser en soudage des thermoplastiques au chalumeau à air chaud

### Pré-requis

Avoir des notions en soudage. Une bonne acuité visuelle et une bonne dextérité gestuelle des deux mains sont vivement recommandées

PROCÉDÉS D'ASSEMBLAGE :  
SOUDAGE

## Soudage des thermoplastiques par polyfusion et miroir

S'initier, se perfectionner ou se spécialiser au soudage des thermoplastiques avec qualification selon NF EN 13067

CDS05  **NOUS CONSULTER** **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Définition des thermoplastiques et thermodurcissables
- Composition chimique des principaux thermoplastiques
- Tableau des résistances chimiques des principaux thermoplastiques
- Les procédés de soudage au miroir et polyfusion sur thermoplastiques

### Objectifs pédagogiques

- Les objectifs pourront être précisés en fonction de vos impératifs de production
- Mettre en œuvre des procédés de soudage au miroir et polyfusion (bout à bout et emboîtement)
- Réaliser des soudures de tubes manuellement ou sur machine
- Effectuer des travaux sur différentes nuances de matières plastiques (PP, PE, PVC, etc.)

### Personnel concerné

Soudeurs, tuyauteurs, chaudronniers, personnel d'entretien souhaitant s'initier, se perfectionner en soudage des thermoplastiques sur des techniques de soudage au miroir et polyfusion

### Pré-requis

Avoir des notions en soudage. Une bonne acuité visuelle et une bonne dextérité gestuelle des deux mains sont vivement recommandées

PROCÉDÉS D'ASSEMBLAGE :  
SOUDAGE

## Soudage laser

Mesurer les forces et faiblesses de cette technologie et faire les bons choix pour la conception des assemblages et de l'industrialisation des procédés

T56  **21 h**

### Extrait du programme

- Technologie du soudage laser
- Conception des assemblages
- Introduction au dimensionnement en statique et en fatigue
- Mise en œuvre du soudage
- Applications industrielles
- Soudabilité métallurgique
- Défauts d'exécution des soudures
- Contrôle des soudures

### Objectifs pédagogiques

- Identifier l'apport et les contraintes de la technologie laser par rapport aux autres procédés de soudage
- Concevoir les assemblages et anticiper les effets métallurgiques en tenant compte des exigences liées à la mise en œuvre du procédé et au comportement en service des soudures
- Choisir une technologie, et les moyens associés, en intégrant les principales données à prendre en compte lors de l'industrialisation du procédé
- Mettre au point les paramètres opératoires de soudage
- Identifier les défauts de soudage et les remèdes à apporter

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes, industrialisation, qualité

### Pré-requis

Connaissances générales en soudage

PROCÉDÉS D'ASSEMBLAGE :  
SOUDAGE

## Maîtrise des déformations en soudage

Phénomène incontournable en soudage, apprendre à maîtriser les déformations induites pour améliorer sa productivité

T60  **7 h**

### Extrait du programme

- La thermique appliquée au soudage (spécificités : la soudothermie)
- Les contraintes engendrées par le soudage (nature, lieu, intensité)
- Les effets des contraintes : déformations
- Les propriétés intéressées des matériaux
- Les paramètres d'influence
- Les « paradoxes »

### Objectifs pédagogiques

- Assimiler les notions fondamentales pour faciliter la compréhension des phénomènes
- Anticiper les effets du soudage (prédiction des déformations)
- Définir des remèdes et solutions adaptées

### Personnel concerné

Chargés d'affaires, techniciens de bureau d'études, des services méthodes, préparation, outillage, qualité, contrôle

### Pré-requis

Connaissances en soudage, technologie générale et généralités sur le comportement des matériaux

PROCÉDÉS D'ASSEMBLAGE :  
SOUDAGE

## Chaudes de retrait

Réaliser économiquement et en toute sécurité le redressage de ses pièces et structures métalliques par chaudes de retrait. Cette formation est unique en France

T39  21 h

### Extrait du programme

- Phénomènes physiques
- Les dilatations
- Les retraits de soudage
- Les déformations
- Les détensionnements
- Le principe des chaudes de retrait et de l'équilibre des contraintes
- Méthodes de redressage à la flamme
- Notions de métallurgie pour opérateurs et influence des chaudes de retrait sur les propriétés d'emploi des matériaux métalliques

### Objectifs pédagogiques

- Concevoir et appliquer une stratégie de redressage
- Choisir et localiser les chaudes de retrait selon la diversité des formes des pièces
- Choisir et vérifier les températures de chaudes de retrait en fonction des aciers et alliages d'aluminium à redresser
- Formuler par écrit une procédure de redressage par chaudes de retrait

### Personnel concerné

Chargés d'affaires, agents de maîtrise, techniciens, opérateurs de fabrication

### Pré-requis

Connaissances en technologie générale et généralités sur le comportement des matériaux métalliques

PROCÉDÉS D'ASSEMBLAGE :  
SOUDAGE

## Technologie du soudage

Maîtriser les connaissances de base sur les assemblages soudés de matériaux métalliques pour effectuer des choix rationnels de procédés de fabrication et de contrôle

T46  21 h

### Extrait du programme

- Généralités en soudage
- Procédés de soudage
- Modes opératoires de soudage
- Défauts d'exécution des soudures
- Méthodes de contrôle des soudures
- Méthodes de soudage
- Maintien et positionnement
- Soudabilité des matériaux métalliques

### Objectifs pédagogiques

- Choisir les procédés de soudage et les méthodes de contrôle adaptés aux pièces et structures à assembler
- Identifier les principaux risques métallurgiques et défauts d'exécution impactant le comportement des assemblages soudés
- Appliquer, en fabrication, les bonnes pratiques du soudage
- Appliquer et diffuser les exigences de qualité en soudage dans l'entreprise

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes, maintenance, contrôle, qualité, contremaîtres, agents de maîtrise et chefs d'équipe

### Pré-requis

Aucune connaissance en soudage requise. Ce module constitue le tronc commun des connaissances indispensables pour accéder avec profit aux autres modules

PROCÉDÉS D'ASSEMBLAGE :  
COLLAGE

## Assemblage par collage : formation pratique des opérateurs

Formation permettant de fiabiliser les assemblages par collage par la maîtrise des règles de l'art

T25  14 h

### Extrait du programme

- Introduction : présentation générale du collage
- Les préparations de surface avant collage
- Les différentes familles d'adhésifs
- Les précautions à prendre pour la mise en œuvre d'un collage
- Les causes de rupture des assemblages collés
- Contrôle qualité
- Hygiène et sécurité

### Objectifs pédagogiques

- Maîtriser la terminologie propre au collage
- Maîtriser les paramètres influents à chaque étape du processus de préparation de surface et de mise en œuvre des colles
- Décoder l'étiquetage des produits chimiques
- Exploiter les consignes des fiches techniques pour réaliser une bonne mise en œuvre des collages
- Identifier les causes possibles d'anomalies liées à la mise en œuvre des collages

### Personnel concerné

Techniciens et opérateurs des services méthodes et fabrication

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
FONCTION MÉTROLOGIE

## Optimiser sa fonction métrologie

Organiser la gestion et le choix de ses équipements de mesure, conformément aux référentiels qualité en vigueur (ISO 9000, ISO 10012, IATF 16949, EN 9100), en vous assurant de l'aptitude à leur utilisation

**GMM02**  **14 h**

### Extrait du programme

- Exigences de la norme NF EN ISO 9001:2015
- Définition de la fonction métrologie au sens de la norme NF EN ISO 10012
- Rappel de vocabulaire de métrologie
- Normalisation et concept GPS
- Exigences de traçabilité
- Étalonnage et vérification

### Objectifs pédagogiques

- Organiser le suivi des instruments de mesure afin de satisfaire aux exigences des principaux référentiels d'assurance qualité
- Optimiser la gestion d'un parc d'instruments de mesure (réalisation des vérifications périodiques en interne ou sous-traitance en laboratoire)
- Écrire et appliquer une procédure d'étalonnage ou de vérification d'un équipement de mesure à partir de sa norme de référence
- Appréhender les notions d'incertitude et de capabilité permettant de valider le choix des moyens de mesure

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens et opérateurs des services métrologie, contrôle, qualité, méthodes

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
FONCTION MÉTROLOGIE

## Gestion des moyens de mesure avec le logiciel Cetim-Gessica

Formation à l'utilisation des fonctionnalités du logiciel Cetim-Gessica

**U23**  **14 h**

### Extrait du programme

- Environnement et accès au logiciel
- Niveaux d'accès (mots de passe, groupe d'utilisateurs)
- Fonctionnalités du logiciel
- Organisation de la fonction métrologie
- Codification détaillée pour la gestion des fichiers de base
- Rédaction avec commentaires détaillés et exemples sur les fiches
- Étude de cas sur des moyens utilisés dans les entreprises des participants
- Sauvegarde et restitution

### Objectifs pédagogiques

- Utiliser le logiciel afin d'assurer la gestion des moyens de mesure de l'entreprise connaître les bases de la fonction métrologie
- Connaître les instructions d'étalonnages des instruments à cotes variables
- Connaître les instructions d'étalonnages des calibres lisses et filetés. être capable d'utiliser les fonctionnalités du logiciel
- Être capable de créer une fiche signalétique, de compléter une fiche de vie

### Personnel concerné

Techniciens du service contrôle qualité devant utiliser le logiciel Cetim-Gessica

### Pré-requis

Être habitué à l'utilisation de logiciels sous l'environnement Windows

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
FONCTION MÉTROLOGIE

## Étalonnage, réception et vérification périodique des instruments de mesure

Contrôler ses instruments de mesure dimensionnelle en conformité avec les spécifications normatives tout au long de la durée de vie de l'instrument (réception, vérification, étalonnage, surveillance, maintenance)

**U20**  **14 h**

### Extrait du programme

- Gestion des moyens de mesure dimensionnelle
- Moyens abordés : cales étalons, pieds à coulisse de différents types, jauges de profondeur de différents types, etc.

### Objectifs pédagogiques

- Appliquer les procédures de contrôle-réception et vérification périodique des instruments de mesure
- Vérifier des instruments de mesure en fonction des normes

### Personnel concerné

Techniciens et professionnels des services contrôle qualité désirant effectuer eux-mêmes la vérification de leurs instruments de mesure

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
FONCTION MÉTROLOGIE

## Calibres à limites : étalonnage-réception- vérification

Contrôler ses calibres à limites lisses et filetés en conformité avec les spécifications normatives de la réception à la réforme (réception, vérification, étalonnage, surveillance)

U22  14 h

### Extrait du programme

- Calibres lisses
- Calibres filetés
- Utilisation de la base de données T-KIT pour calcul des tolérances « calibres »

### Objectifs pédagogiques

- Appliquer les procédures de contrôle-réception et vérification périodique des calibres à limites
- Vérifier la conformité des calibres à limites en fonction des normes

### Personnel concerné

Techniciens et professionnels des services contrôle qualité désirant effectuer eux-mêmes l'étalonnage de leurs calibres à limites

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
FONCTION MÉTROLOGIE

## Filetages cylindriques : normalisation et contrôle

Interpréter et contrôler ses produits filetés cylindriques en conformité avec les spécifications normatives

198  14 h

### Extrait du programme

- Filetage ISO (M)
- Filetage UNIFIE (UN)
- Filetage aéronautique MJ & UNJ
- Filetage cylindrique GAZ

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les principaux filetages cylindriques
- Connaître les caractéristiques de ces filetages
- Calculer leurs tolérances
- Connaître les méthodes de contrôle de ces filetages

### Personnel concerné

Responsables et techniciens des services contrôle, métrologie, méthodes et toute personne chargée de mesurer ou de choisir des méthodes de contrôle des filetages

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
FONCTION MÉTROLOGIE

## Filetages coniques : normalisation et contrôle

Interpréter et contrôler ses produits filetés coniques en conformité avec les spécifications normatives

199  7 h

### Extrait du programme

- Filetage conique GAZ
- Filetage conique NPT
- Filetage conique NPTF
- Les participants peuvent apporter les plans et les pièces de leur entreprise pour analyse
- Équipement spécifique
- Emploi de normes

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les principaux filetages coniques
- Connaître les caractéristiques de ces filetages
- Calculer leurs tolérances
- Connaître les méthodes de contrôle de ces filetages

### Personnel concerné

Responsables et techniciens des services contrôle, métrologie, méthodes et toute personne chargée de mesurer ou de choisir des méthodes de contrôle des filetages coniques

### Pré-requis

Avoir des connaissances sur les filetages cylindriques

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
FONCTION MÉTROLOGIE

## Mise en œuvre du contrôle dimensionnel – niveau 3

Pratiquer des techniques de mesurage pour le contrôle de fabrication en les choisissant avec une méthode appropriée

**CTL03**  28 h

### Extrait du programme

- Grandeurs d'influence en mesure dimensionnelle
- Notions d'incertitudes de mesure
- Règle de décision de conformité : NF EN ISO 14253-1
- Choix de l'instrument à utiliser en adéquation avec les intervalles de tolérance spécifiés
- Lecture d'une spécification dimensionnelle
- Mesure de diamètres externes et internes
- Cas des contrôles par attributs (calibres à limites)
- Lecture d'une spécification géométrique
- Définition du défaut de rectitude

### Objectifs pédagogiques

- Appréhender les grandeurs d'influence pouvant dégrader la qualité de la mesure
- Choisir l'instrument de mesure traditionnel adapté à leur besoin
- Comprendre les exigences dimensionnelles et géométriques mentionnées sur le plan de définition d'une pièce
- Mettre en pratique un processus complet de mesure dimensionnelle

### Personnel concerné

Techniciens, opérateurs des services fabrication, méthodes et contrôle

### Pré-requis

Avoir acquis les notions du stage CTL02 - Niveau 2

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
FONCTION MÉTROLOGIE

## Méthodes de décision de conformité

Répondre à un des enjeux majeurs dans les processus industriels qu'est la prise de décision pour définir la conformité en déterminant des méthodes répondant aux exigences tout en maîtrisant les niveaux de risques associés

**U04**  7 h

### Extrait du programme

- Vocabulaire et exigences qualité (ISO 9000, ISO/TS 16949)
- Processus conduisant à définir une exigence et son niveau de tolérance
- Déclaration de conformité pièce par pièce et acceptation
- Acceptation d'un lot de pièce
- Déclaration de conformité d'un lot de pièces dont les tolérances sont définies en mode statistique

### Objectifs pédagogiques

- Connaître différentes méthodes pour établir une conformité ou une acceptation
- Connaître l'impact du tolérancement sur le mode de décision de conformité
- Connaître l'impact du processus de mesure sur la décision de conformité
- Initier un calcul d'indicateurs de capacité procédé
- Utiliser un plan d'échantillonnage par mesure ou contrôle
- Décider de la conformité selon le mode de tolérancement (arithmétique ou statistique)

### Personnel concerné

Personnels des services méthodes, contrôle, qualité et de bureaux d'études

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
LECTURE DE PLANS

## Lecture de plan

Être capable d'extraire les informations de base (premier niveau) d'un plan industriel : la forme de la pièce et ses dimensions

**K17**  7 h

### Extrait du programme

- Décomposition des grandes parties d'un plan
- Les principales conventions de représentation en mécanique
- Le cartouche et les notes connexes
- Les différents types de tolérancement sur un plan

### Objectifs pédagogiques

- Se représenter la forme et les contours de la pièce
- Décrypter les cotes de longueur et diamètre
- Reconnaître les types de tolérancement

### Personnel concerné

Néophyte des services méthodes, fabrication, qualité, commercial, etc.

### Pré-requis

Aucun



PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
LECTURE DE PLANS

## Vérification des spécifications dimensionnelles et géométriques – niveau 4

Maîtriser la lecture d'un dessin de définition en vue de réduire les litiges dans le cadre des relations client-fournisseur en prenant en compte les protocoles de mesure

CTL04  21 h

### Extrait du programme

- Le tolérancement : contexte général
- Spécifications dimensionnelles
- Généralités sur les spécifications géométriques
- Systèmes de référence (ISO 5459)
- Spécification géométrique avec modificateurs
- Analyse de plans Cetim et stagiaires

### Objectifs pédagogiques

- Identifier et intégrer les normes de tolérancement géométrique (ISO 1101, 8015, 5459)
- Lire une spécification normalisée et traiter le cas des spécifications interprétables
- Connaître les méthodes de contrôle relatives à chaque spécification dimensionnelle ou géométrique
- Choisir le protocole de mesure et de contrôle le plus adapté en vue de vérifier chaque type de spécification

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes, fabrication, contrôle et qualité

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
LECTURE DE PLANS

## Dessin technique – écriture sur un plan d'une pièce de révolution

Représenter les pièces de révolution selon les règles du dessin technique

286  7 h

### Extrait du programme

En partant de l'étude de différents cas :

- Représentation de pièces en utilisant les traits normalisés
- Représentation d'une pièce en respectant la méthode de projection européenne
- Représentation de plusieurs pièces (coupe, demi-coupe et section)
- Établissement et installation de la cotation sur un plan (dimension, tolérances, géométries)
- Détermination de pièce d'un ensemble simple

### Objectifs pédagogiques

- Représenter une pièce selon les règles du dessin technique
- Coter les plans de façon pertinente

### Personnel concerné

Toute personne concernée par le dessin technique

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
LECTURE DE PLANS

## Lecture de plans pour les pièces issues de décolletage

Comprendre la représentation et les exigences portées sur une pièce de révolution

141  14 h

### Extrait du programme

- Vocabulaire technique
- Lecture d'un plan normalisé
- Principe de construction
- Symbolisation et disposition de la cotation
- Méthode de projection européenne

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les éléments de représentation de la pièce
- Identifier les critères de cotation
- Identifier les critères technologiques

### Personnel concerné

Néophyte des services méthodes, fabrication, qualité commercial, etc. concerné par la lecture d'un plan d'une pièce de révolution

### Pré-requis

Maîtriser les 4 opérations de base

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
ÉTANCHÉITÉ

## Contrôle d'étanchéité et corrélation de fuite

Maîtriser les bases du contrôle d'étanchéité afin d'en tenir compte dans toutes les phases de vie d'un produit, de sa conception au retour d'expérience

**L69**  **14 h**

### Extrait du programme

- Notion de flux de fuite
- Phénomènes physiques de fuite
- Critère d'étanchéité
- Corrélation
- Paramètres d'influence
- Techniques de mesures de fuite pour laboratoire et installation en service (hors ligne de production)
- Normes
- Exemples d'applications industrielles
- Travaux pratiques

### Objectifs pédagogiques

- Expliquer le phénomène de fuite
- Nommer les principes et les techniques de mesure de fuite pour laboratoire et installation en service (hors ligne de production)
- Lister les principaux paramètres et leurs influences sur l'étanchéité
- Calculer un critère de fuite ou faire des conversions

### Personnel concerné

Responsables, ingénieurs et techniciens qualité, maintenance, bureaux d'études, environnement

### Pré-requis

Aucun



PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
ÉTANCHÉITÉ

## Contrôle d'étanchéité d'ouvrages chaudronnés

Appliquer les méthodes pour mesurer/détecter des fuites sur des ouvrages chaudronnés par gaz traceur et par variation de pression

**L72**  **7 h**

### Extrait du programme

- Introduction à l'étanchéité
- Les contrôles d'étanchéité appliqués aux ouvrages chaudronnés
- Mise en pratique sur maquette

### Objectifs pédagogiques

- Expliquer la notion de critère d'étanchéité
- Décrire les principales techniques de contrôle d'étanchéité (gaz traceur, variation de pression) hors ligne de production
- Identifier les paramètres d'influence sur les contrôles ;
- Utiliser la méthodologie du contrôle d'étanchéité d'ouvrages chaudronnés (échangeurs tubulaires, outillages de moulage, etc.)

### Personnel concerné

Utilisateurs et fabricants d'ouvrages chaudronnés : personnel technique qualité, méthodes, contrôle, maintenance

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
QUALITÉ

## Réception des aciers : décoder ses certificats matières

Vos matières correspondent-elles bien à vos attentes ?

**MMS05**  **7 h**

### Extrait du programme

- CCPU
- Présentation des principaux essais et de leurs spécificités
- Désignation normalisée des aciers
- Études de cas : effectuer l'analyse critique des certificats matière fournis par le formateur

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre et interpréter les différentes normes applicables
- Décoder un certificat matière (CCPU)
- Faire l'analyse critique d'un certificat matière pour notamment argumenter un refus matière
- Identifier les désignations des aciers
- Identifier les caractéristiques mécaniques (traction, dureté, résilience)

### Personnel concerné

Techniciens et ingénieurs des fonctions contrôle, qualité et achats

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
QUALITÉ

## Maîtriser le contrôle des pièces réalisées en fabrication additive métallique

Savoir définir les essais de caractérisation pour contrôler les pièces issues de fabrication additive métallique (fusion laser – LBM)

**FA05**  **14 h**

### Extrait du programme

- Panel de caractérisation (descriptif des techniques et des résultats attendus)
- Les facteurs d'influence
- Définition d'un CDC
- Aspect normatif

### Objectifs pédagogiques

- Spécifier les techniques de caractérisations adaptées aux matières premières (poudres) et aux pièces issues de fabrication additive métallique
- Choisir les caractérisations pour contrôler les spécifications dimensionnelles, la macro-géométrie et assurer une tenue en service
- Définir les essais à réaliser et les éprouvettes à utiliser

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des bureaux d'études et des méthodes, responsables de fabrication

### Pré-requis

Avoir une bonne connaissance de la fabrication additive métallique, et des connaissances de base en métallurgie

ESSAIS :  
VIBRATOIRES

## Maîtriser la sous-traitance d'essais sur vibrateur

Concevoir des essais de qualification vibrotaire

**K44**  **14 h**

### Extrait du programme

- Généralités sur les essais de vibrations
- Compréhension des phénomènes vibratoires
- Différents types d'excitation
- Présentation de l'environnement normatif
- Visite d'un laboratoire d'essais vibratoires
- Exercices

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre et analyser un cahier des charges d'essais vibratoires
- Appréhender les phénomènes vibratoires en jeu
- Connaître les différents modes d'élaboration d'une spécification d'essai
- Maîtriser le contexte normatif existant
- Interpréter un rapport d'essais

### Personnel concerné

Chefs de projet, ingénieurs de bureaux d'études, ingénieurs recherche et développement, acheteurs techniques, demandeurs d'essais vibratoires

### Pré-requis

Aucun

ESSAIS :  
VIBRATOIRES

## Savoir réaliser des essais de qualification vibrotaire

Choisir les conditions adaptées à la mise en œuvre de ses essais et évaluer la faisabilité des essais sur ses moyens

**K45**  **21 h**

### Extrait du programme

- Généralités sur les essais de vibrations
- Compréhension des phénomènes vibratoires
- Constitution d'un système d'essais vibratoires
- Exercices applicatifs
- Montage/instrumentation
- TP/démo : les principaux types d'essais

### Objectifs pédagogiques

- Appliquer les fondamentaux
- Sélectionner les moyens à mettre en œuvre pour la réalisation des essais
- Valider un montage d'essai et déterminer la stratégie de pilotage
- Conduire les essais d'endurance vibrotaire
- Résoudre les problèmes courants
- Interpréter un résultat d'essais

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens réalisant ou souhaitant réaliser des essais vibratoires

### Pré-requis

Avoir des notions de base en dynamique vibrotaire

ESSAIS :  
FATIGUE

## Introduction aux essais de fatigue

Apprendre à conduire un essai de fatigue de sa mise en œuvre jusqu'à la validation d'un résultat d'essai

**MC11**  **24 h**

### Extrait du programme

- Fatigue dans le domaine de l'endurance
- Fatigue oligocyclique
- Cinétique de fissuration
- Analyse de faciès de rupture

### Objectifs pédagogiques

- Décrire les principes, les normes et les fondements des essais de fatigue
- Expérimenter, pour les techniciens débutants, la pratique des essais

### Personnel concerné

Techniciens appelés à mettre en œuvre des essais de fatigue

### Pré-requis

Aucun

EXPLOITATION DES MACHINES

## Sécurité des machines : les règles applicables aux machines neuves et d'occasion

Maîtriser ses obligations lors de la conception, la vente, l'utilisation ou la modification de machines

**G14**  **7 h**

### Extrait du programme

- Les directives européennes et la réglementation française
- La réglementation applicable aux équipements neufs (marquage CE)
- La directive « Machines » 2006/42/CE
- La réglementation applicable aux équipements en service

### Objectifs pédagogiques

- Expliquer la réglementation applicable aux machines (enjeux, exigences, etc.)
- Citer les obligations et les responsabilités des fabricants de machines, des fournisseurs de sous-ensembles ou de prestations de service, des utilisateurs, des distributeurs, des importateurs, des installateurs

### Personnel concerné

Chefs d'entreprise, cadres dirigeants, commerciaux, acheteurs, ingénieurs et techniciens des bureaux d'études et des services sécurité et qualité, chefs de projet

### Pré-requis

Aucun

EXPLOITATION DES MACHINES

## Sécurité des machines : réception d'une machine neuve

Comme l'impose la réglementation, être vigilant sur l'aspect conformité lors de l'achat d'une machine neuve

**G24**  **7 h**

### Extrait du programme

- Contexte réglementaire
- Comment évaluer la conformité d'une machine
- Comment appréhender la partie technique d'une machine
- Comment confirmer les non-conformités d'une machine

### Objectifs pédagogiques

- Mettre en œuvre une méthode pratique permettant de vérifier que les aspects administratifs ont bien été respectés
- Déceler des non-conformités techniques évidentes sur la machine
- Démontrer que la machine est adaptée au milieu de travail de l'entreprise vis-à-vis de la sécurité

### Personnel concerné

Ingénieurs sécurité, responsables des services maintenance ou production

### Pré-requis

Aucun

## EXPLOITATION DES MACHINES

## Vérification périodique des presses

Vérifier soi-même, tous les trimestres, ses presses pour le travail à froid des métaux afin de respecter la réglementation

G50  21 h

### Extrait du programme

- Identifier les risques liés à l'utilisation des presses et connaître leurs technologies
- Acquérir la compétence en matière de réglementation applicable aux presses
- Décrire les objectifs et le contenu de la vérification périodique
- Disséquer le contenu de la vérification périodique et de sa consignation
- Pratiquer des vérifications périodiques sur des presses en atelier (travaux pratiques sur machines effectués par les stagiaires)
- Rédaction des observations sur le registre de sécurité

### Objectifs pédagogiques

- Pratiquer la vérification périodique des presses de l'entreprise en mettant en œuvre les compétences requises par l'article R.4323-24 du code du travail
- Appliquer à l'entreprise la réglementation et les techniques de prévention

### Personnel concerné

Opérateurs chargés de la maintenance et de l'entretien des presses




### Pré-requis

Aucun



## Contrôle - Mesure - Essais

Face aux pièces et structures de plus en plus complexes (multi-matériaux, formes, nouveaux procédés de fabrication), les techniques de contrôle et de mesure évoluent rapidement pour assurer le respect des dimensions, des états de surface ou de l'intégrité de la structure. Les formations Cetim Academy permettent notamment d'approfondir vos connaissances en mesure tridimensionnelle et numérisation 3D et également de découvrir les techniques de contrôles innovants comme la tomographie, les ultrasons multi-éléments, etc. En matière de Contrôles non destructifs (CND), la préparation à la certification Cofrend fait également partie des formations dispensées par le Cetim (ressuage, magnétoscopie, émission acoustique, ultrasons, radiographie X, TOFD, etc.)

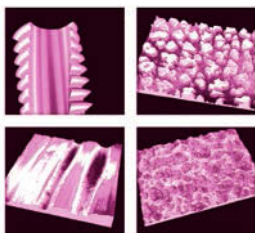
-  Réalisable en Anglais
-  Formation digitale
-  Éligible au CPF



Filière



# Contrôle Mesure Essais



<b>Cotation ISO</b> .....	160
<b>Procédés de contrôle</b> .....	161
Fonction métrologie.....	161
Étanchéité.....	164
Qualité.....	165
<b>Lecture de plans</b> .....	165
<b>Mesures dimensionnelles</b> .....	167
<b>Mesures des états de surface</b> .....	169
<b>Mesures tridimensionnelles</b> .....	171
<b>Mesures physiques</b> .....	173
<b>Contrôle en production</b> .....	176
<b>Contrôles non destructifs</b> .....	177
Remise à niveau avant certification.....	177
Préparation certification Cofrend CIFM.....	177
Formations non certifiantes.....	184
CND Innovants.....	186
Traitements statistiques.....	189

COTATION ISO

## Tolérancement ISO – les fondamentaux

Comprendre la nouvelle cotation ISO et les réponses apportées aux difficultés rencontrées lors de la rédaction de plan par le biais d'une représentation graphique défi

**E201**  7 h

### Extrait du programme

- Des outils et des règles : spécifications dimensionnelles ISO et leurs domaines de non-interprétabilité, spécifications géométriques, règles de déclaration de conformité, adéquation du processus de mesurage en fonction de l'étendue de la tolérance à son juste coût
- Les impacts sur : les outils et techniques de production dans l'entreprise, l'équipement de mesure, les délais et les produits  
*En fin de formation, le Memo Cetim sur la lecture d'une cotation de plan sera remis aux participants*

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre les enjeux de la définition du plan (cotation ISO)
- Intégrer l'importance de la cotation ISO dans toutes les étapes de la vie du produit
- Commencer à appréhender les règles de lecture

### Personnel concerné

Chefs de projet, acheteurs, technico-commerciaux, responsable d'entreprise, et toute personne souhaitant améliorer la qualité des échanges entre bureaux d'études, méthodes et qualité-contrôle, et services connexes

### Pré-requis

Aucun

COTATION ISO

## Processus d'élaboration d'une cotation fonctionnelle en écriture ISO

Optimiser le fonctionnement de ses mécanismes et limiter les litiges en définissant méthodiquement à partir de chaîne de cotes, les spécifications dimensionnelles et géométriques de chaque composant

**K07**  21 h

### Extrait du programme

- Introduction de la démarche de conception
- Démarche de conception fonctionnelle
- Condition d'aptitude à l'emploi (CAE) et exploitation
- Chaînes de cotes
- Tolérancement des cotes fonctionnelles
- Démarche de validation d'un tolérancement
- Démarche de spécification
- Prise en compte des défauts géométriques
- Cas de chaînes de cotes dites complexes
- Dossiers de cotation
- Transfert de cotes

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les conditions d'aptitude à l'emploi d'un mécanisme et les transcrire en cotes fonctionnelles
- Exprimer le besoin fonctionnel par des spécifications normalisées
- Créer et gérer un dossier de cotation

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et de services méthodes

### Pré-requis

Pour un suivi efficace de cette formation, il est recommandé d'avoir une bonne connaissance du tolérancement géométrique et dimensionnel

COTATION ISO

## Lecture et interprétation d'une cotation ISO – niveau 1

Maîtriser les spécifications géométriques et dimensionnelles pour mieux communiquer dans l'entreprise (bureau d'études, méthodes) et dans le cadre de la relation client-fournisseur

**K06**  21 h

### Extrait du programme

- De la cotation fonctionnelle aux spécifications
- Concepts de base et vocabulaire général relatifs aux spécifications géométriques et dimensionnelles des produits
- Exercices sur les éléments
- Déclaration de conformité des produits
- Exercice sur la déclaration de conformité des produits
- Spécification dimensionnelle

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les concepts de base liés aux spécifications
- Connaître la signification de l'écriture des spécifications dimensionnelles et géométriques en ISO
- Envisager des interprétations relativement à des spécifications dont l'écriture n'est pas normalisée ISO
- Savoir lire des spécifications dimensionnelles et géométriques

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes, fabrication, contrôle et qualité

### Pré-requis

Avoir des connaissances en mécanique et en lecture de plan



## COTATION ISO

## Lecture et interprétation d'une cotation ISO – niveau 2 – Expert

Intégrer les évolutions normatives dans la maîtrise des spécifications GPS (dimensionnelles, géométriques et d'état de surface) pour mieux communiquer dans l'entreprise et dans le cadre de la relation client

**K09**  14 h

### Extrait du programme

- Introduction panorama des évolutions normatives
- Les évolutions liées aux spécifications
- Les références
- Évolution normative des états de surface

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les apports de l'évolution de la norme de tolérancement de base ISO 8015
- Envisager l'impact du type de tolérancement dans la décision de conformité des produits
- Connaître les changements et évolutions des normes liées aux spécifications dimensionnelles ISO 14405-X, géométriques ISO 1101 avec les nouveaux modificateurs ou d'état de surface
- Connaître les évolutions concernant les références ISO 5459
- Connaître les indications des spécifications sur le modèle 3D

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, méthodes, fabrication, contrôle et qualité

### Pré-requis

Aucun

## COTATION ISO

## Modèle 3D spécifié : de la conception à la mesure

Découvrir et s'approprier le concept de définition basée sur le Modèle 3D

**K10**  21 h

### Extrait du programme

- Pourquoi va-t-on vers le modèle 3D spécifié ?
- Comprendre le modèle 3D spécifié
- Lecture des spécifications ISO-GPS appliquée au modèle 3D spécifié
- Connaître les usages du modèle 3D spécifié
- Conclusion : comment va-t-on du dessin technique vers le modèle 3D spécifié

### Objectifs pédagogiques

- Savoir interpréter la définition numérique du produit basée sur modèle 3D pour mieux intégrer les changements et les impacts au sein de l'entreprise étendue
- Intégrer les exigences et le vocabulaire liés à la définition « tout numérique » d'un produit au travers des bonnes pratiques de l'ISO 16792
- Améliorer sa connaissance des spécifications ISO-GPS et leur portabilité vers le modèle 3D
- Connaître les différents formats (et leur usage) de fichiers liés à la définition technique des produits (natif ou dérivé)
- Sensibiliser aux cas d'applications du modèle 3D spécifié en conception, fabrication et contrôle

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'étude, méthodes, fabrication, contrôle et qualité

### Pré-requis

Avoir une connaissance du dessin technique 2D

### PROCÉDÉS DE CONTRÔLE : FONCTION MÉTROLOGIE

## Optimiser sa fonction métrologie

Organiser la gestion et le choix de ses équipements de mesure, conformément aux référentiels qualité en vigueur (ISO 9000, ISO 10012, IATF 16949, EN 9100), en vous assurant de l'aptitude à leur utilisation

**GMM02**  14 h

### Extrait du programme

- Exigences de la norme NF EN ISO 9001:2015
- Définition de la fonction métrologie au sens de la norme NF EN ISO 10012
- Rappel de vocabulaire de métrologie
- Normalisation et concept GPS
- Exigences de traçabilité
- Étalonnage et vérification

### Objectifs pédagogiques

- Organiser le suivi des instruments de mesure afin de satisfaire aux exigences des principaux référentiels d'assurance qualité
- Optimiser la gestion d'un parc d'instruments de mesure (réalisation des vérifications périodiques en interne ou sous-traitance en laboratoire)
- Écrire et appliquer une procédure d'étalonnage ou de vérification d'un équipement de mesure à partir de sa norme de référence
- Appréhender les notions d'incertitude et de capacité permettant de valider le choix des moyens de mesure

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens et opérateurs des services métrologie, contrôle, qualité, méthodes

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
FONCTION MÉTROLOGIE

## Gestion des moyens de mesure avec le logiciel Cetim-Gessica

Formation à l'utilisation des fonctionnalités du logiciel Cetim-Gessica

**U23**  **14 h**

### Extrait du programme

- Environnement et accès au logiciel
- Niveaux d'accès (mots de passe, groupe d'utilisateurs)
- Fonctionnalités du logiciel
- Organisation de la fonction métrologie
- Codification détaillée pour la gestion des fichiers de base
- Rédaction avec commentaires détaillés et exemples sur les fiches
- Étude de cas sur des moyens utilisés dans les entreprises des participants
- Sauvegarde et restitution

### Objectifs pédagogiques

- Utiliser le logiciel afin d'assurer la gestion des moyens de mesure de l'entreprise, connaître les bases de la fonction métrologie
- Connaître les instructions d'étalonnages des instruments à cotes variables
- Connaître les instructions d'étalonnages des calibres lisses et filetés, être capable d'utiliser les fonctionnalités du logiciel
- Être capable de créer une fiche signalétique, de compléter une fiche de vie

### Personnel concerné

Techniciens du service contrôle qualité devant utiliser le logiciel Cetim-Gessica

### Pré-requis

Être habitué à l'utilisation de logiciels sous l'environnement Windows

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
FONCTION MÉTROLOGIE

## Étalonnage, réception et vérification périodique des instruments de mesure

Contrôler ses instruments de mesure dimensionnelle en conformité avec les spécifications normatives tout au long de la durée de vie de l'instrument (réception, vérification, étalonnage, surveillance, maintenance)

**U20**  **14 h**

### Extrait du programme

- Gestion des moyens de mesure dimensionnelle
- Moyens abordés : cales étalons, pieds à coulisse de différents types, jauges de profondeur de différents types, etc.

### Objectifs pédagogiques

- Appliquer les procédures de contrôle-réception et vérification périodique des instruments de mesure
- Vérifier des instruments de mesure en fonction des normes

### Personnel concerné

Techniciens et professionnels des services contrôle qualité désirant effectuer eux-mêmes la vérification de leurs instruments de mesure

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
FONCTION MÉTROLOGIE

## Calibres à limites : étalonnage-réception-vérification

Contrôler ses calibres à limites lisses et filetés en conformité avec les spécifications normatives de la réception à la réforme (réception, vérification, étalonnage, surveillance)

**U22**  **14 h**

### Extrait du programme

- Calibres lisses
- Calibres filetés
- Utilisation de la base de données T-KIT pour calcul des tolérances «calibres»

### Objectifs pédagogiques

- Appliquer les procédures de contrôle-réception et vérification périodique des calibres à limites
- Vérifier la conformité des calibres à limites en fonction des normes

### Personnel concerné

Techniciens et professionnels des services contrôle qualité désirant effectuer eux-mêmes l'étalonnage de leurs calibres à limites

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
FONCTION MÉTROLOGIE

## Filetages cylindriques : normalisation et contrôle

Interpréter et contrôler ses produits filetés cylindriques en conformité avec les spécifications normatives

198  14 h

### Extrait du programme

- Filetage ISO (M)
- Filetage UNIFIE (UN)
- Filetage aéronautique MJ & UNJ
- Filetage cylindrique GAZ

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les principaux filetages cylindriques
- Connaître les caractéristiques de ces filetages
- Calculer leurs tolérances
- Connaître les méthodes de contrôle de ces filetages

### Personnel concerné

Responsables et techniciens des services contrôle, métrologie, méthodes et toute personne chargée de mesurer ou de choisir des méthodes de contrôle des filetages

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
FONCTION MÉTROLOGIE

## Filetages coniques : normalisation et contrôle

Interpréter et contrôler ses produits filetés coniques en conformité avec les spécifications normatives

199  7 h

### Extrait du programme

- Filetage conique GAZ
- Filetage conique NPT
- Filetage conique NPTF
- Les participants peuvent apporter les plans et les pièces de leur entreprise pour analyse

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les principaux filetages coniques
- Connaître les caractéristiques de ces filetages
- Calculer leurs tolérances
- Connaître les méthodes de contrôle de ces filetages

### Personnel concerné

Responsables et techniciens des services contrôle, métrologie, méthodes et toute personne chargée de mesurer ou de choisir des méthodes de contrôle des filetages coniques

### Pré-requis

Avoir des connaissances sur les filetages cylindriques

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
FONCTION MÉTROLOGIE

## Mise en œuvre du contrôle dimensionnel – niveau 3

Pratiquer des techniques de mesurage pour le contrôle de fabrication en les choisissant avec une méthode appropriée

CTL03  28 h

### Extrait du programme

- Grandeurs d'influence en mesure dimensionnelle
- Notions d'incertitudes de mesure
- Règle de décision de conformité
- Choix de l'instrument à utiliser en adéquation avec les intervalles de tolérance spécifiés
- Lecture d'une spécification dimensionnelle
- Mesure de diamètres externes et internes
- Cas des contrôles par attributs
- Lecture d'une spécification géométrique
- Définition du défaut de rectitude
- Mesures sur pièces types, traitement graphique et par calcul

### Objectifs pédagogiques

- Appréhender les grandeurs d'influence pouvant dégrader la qualité de la mesure
- Choisir l'instrument de mesure traditionnel adapté à leur besoin
- Comprendre les exigences dimensionnelles et géométriques mentionnées sur le plan de définition d'une pièce
- Mettre en pratique un processus complet de mesure dimensionnelle

### Personnel concerné

Techniciens, opérateurs des services fabrication, méthodes et contrôle

### Pré-requis

Avoir acquis les notions du stage CTL02 - Niveau 2

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
FONCTION MÉTROLOGIE

## Méthodes de décision de conformité

Répondre à un des enjeux majeurs dans les processus industriels qu'est la prise de décision pour définir la conformité en déterminant des méthodes répondant aux exigences tout en maîtrisant les niveaux de risques associés

**U04**  **7 h**

### Extrait du programme

- Vocabulaire et exigences qualité
- Processus conduisant à définir une exigence et son niveau de tolérance
- Déclaration de conformité pièce par pièce et acceptation
- Acceptation d'un lot de pièce
- Déclaration de conformité d'un lot de pièces dont les tolérances sont définies en mode statistique

### Objectifs pédagogiques

- Connaître différentes méthodes pour établir une conformité ou une acceptation
- Connaître l'impact du tolérancement sur le mode de décision de conformité
- Connaître l'impact du processus de mesure sur la décision de conformité
- Initier un calcul d'indicateurs de capacité procédé
- Utiliser un plan d'échantillonnage par mesure ou contrôle
- Décider de la conformité selon le mode de tolérancement (arithmétique ou statistique)

### Personnel concerné

Personnels des services méthodes, contrôle, qualité et de bureaux d'études

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
ÉTANCHÉITÉ

## Contrôle d'étanchéité et corrélation de fuite

Maîtriser les bases du contrôle d'étanchéité afin d'en tenir compte dans toutes les phases de vie d'un produit, de sa conception au retour d'expérience

**L69**  **14 h**

### Extrait du programme

- Notion de flux de fuite
- Phénomènes physiques de fuite
- Critère d'étanchéité
- Corrélation
- Paramètres d'influence
- Techniques de mesures de fuite pour laboratoire et installation en service (hors ligne de production)
- Normes
- Exemples d'applications industrielles
- Travaux pratiques

### Objectifs pédagogiques

- Expliquer le phénomène de fuite
- Nommer les principes et les techniques de mesure de fuite pour laboratoire et installation en service
- Lister les principaux paramètres et leurs influences sur l'étanchéité
- Calculer un critère de fuite ou faire des conversions

### Personnel concerné

Responsables, ingénieurs et techniciens qualité, maintenance, bureaux d'études, environnement

### Pré-requis

Aucun

 EN

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
ÉTANCHÉITÉ

## Contrôle d'étanchéité d'ouvrages chaudronnés

Appliquer les méthodes pour mesurer/détecter des fuites sur des ouvrages chaudronnés par gaz traceur et par variation de pression

**L72**  **7 h**

### Extrait du programme

- Introduction à l'étanchéité
- Les contrôles d'étanchéité appliqués aux ouvrages chaudronnés
- Mise en pratique sur maquette

### Objectifs pédagogiques

- Expliquer la notion de critère d'étanchéité
- Décrire les principales techniques de contrôle d'étanchéité (gaz traceur, variation de pression) hors ligne de production
- Identifier les paramètres d'influence sur les contrôles
- Utiliser la méthodologie du contrôle d'étanchéité d'ouvrages chaudronnés (échangeurs tubulaires, outillages de moulage, etc.)

### Personnel concerné

Utilisateurs et fabricants d'ouvrages chaudronnés : personnel technique qualité, méthodes, contrôle, maintenance

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
QUALITÉ

## Réception des aciers : décoder vos certificats matières

Vos matières correspondent-elles bien  
à vos attentes ?

**MMS05**  **7 h**

### Extrait du programme

- CCPU
- Présentation des principaux essais et de leurs spécificités
- Désignation normalisée des aciers
- Études de cas : effectuer l'analyse critique des certificats matière fournis par le formateur

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre et interpréter les différentes normes applicables
- Décoder un certificat matière (CCPU)
- Faire l'analyse critique d'un certificat matière pour notamment argumenter un refus matière
- Identifier les désignations des aciers
- Identifier les caractéristiques mécaniques (traction, dureté, résilience)

### Personnel concerné

Techniciens et ingénieurs des fonctions contrôle, qualité et achats

### Pré-requis

Aucun

PROCÉDÉS DE CONTRÔLE :  
QUALITÉ

## Maîtriser le contrôle des pièces réalisées en fabrication additive métallique

Savoir définir les essais de caractérisation pour contrôler les pièces issues de fabrication additive métallique (fusion laser – LBM)

**FA05**  **14 h**

### Extrait du programme

- Panel de caractérisation (descriptif des techniques et des résultats attendus)
- Les facteurs d'influence
- Définition d'un CDC
- Aspect normatif

### Objectifs pédagogiques

- Spécifier les techniques de caractérisations adaptées aux matières premières (poudres) et aux pièces issues de fabrication additive métallique
- Choisir les caractérisations pour contrôler les spécifications dimensionnelles, la macro-géométrie et assurer une tenue en service
- Définir les essais à réaliser et les éprouvettes à utiliser

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des bureaux d'études et des méthodes, responsables de fabrication

### Pré-requis

Avoir une bonne connaissance de la fabrication additive métallique, et des connaissances de base en métallurgie

LECTURE DE PLANS

## Lecture de plan

Etre capable d'extraire les informations de base (premier niveau) d'un plan industriel : la forme de la pièce et ses dimensions

**K17**  **7 h**

### Extrait du programme

- Décomposition des grandes parties d'un plan
- Les principales conventions de représentation en mécanique
- Le cartouche et les notes connexes
- Les différents types de tolérancement sur un plan

### Objectifs pédagogiques

- Se représenter la forme et les contours de la pièce
- Décrypter les cotes de longueur et diamètre
- Reconnaître les types de tolérancement

### Personnel concerné

Néophyte des services méthodes, fabrication, qualité, commercial, etc.

### Pré-requis

Aucun

## LECTURE DE PLANS

## Vérification des spécifications dimensionnelles et géométriques – niveau 4

Maîtriser la lecture d'un dessin de définition en vue de réduire les litiges dans le cadre des relations client-fournisseur en prenant en compte les protocoles de mesure

**CTL04**  **21 h**

### Extrait du programme

- Le tolérancement : contexte général
- Spécifications dimensionnelles
- Généralités sur les spécifications géométriques
- Systèmes de référence (ISO 5459)
- Spécification géométrique avec modificateurs
- Analyse de plans Cetim et stagiaires

### Objectifs pédagogiques

- Identifier et intégrer les normes de tolérancement géométrique (ISO 1101, 8015, 5459)
- Lire une spécification normalisée et traiter le cas des spécifications interprétables
- Connaître les méthodes de contrôle relatives à chaque spécification dimensionnelle ou géométrique
- Choisir le protocole de mesure et de contrôle le plus adapté en vue de vérifier chaque type de spécification

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes, fabrication, contrôle et qualité

### Pré-requis

Aucun

## LECTURE DE PLANS

## Dessin technique - écriture sur un plan d'une pièce de révolution

Représenter les pièces de révolution selon les règles du dessin technique

**286**  **7 h**

### Extrait du programme

- Représentation de pièces en utilisant les traits normalisés
- Représentation d'une pièce en respectant la méthode de projection européenne
- Représentation de plusieurs pièces (coupe, demi-coupe et section)
- Établissement et installation de la cotation sur un plan (dimension, tolérances, géométries)
- Détermination de pièce d'un ensemble simple

### Objectifs pédagogiques

- Représenter une pièce selon les règles du dessin technique
- Coter les plans de façon pertinente

### Personnel concerné

Toute personne concernée par le dessin technique

### Pré-requis

Aucun

## LECTURE DE PLANS

## Lecture de plans pour les pièces issues de décolletage

Comprendre la représentation et les exigences portées sur une pièce de révolution

**141**  **14 h**

### Extrait du programme

- Vocabulaire technique
- Lecture d'un plan normalisé
- Principe de construction
- Symbolisation et disposition de la cotation
- Méthode de projection européenne

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les éléments de représentation de la pièce
- Identifier les critères de cotation
- Identifier les critères technologiques

### Personnel concerné

Néophyte des services méthodes, fabrication, qualité commercial, etc. concerné par la lecture d'un plan d'une pièce de révolution

### Pré-requis

Maîtriser les 4 opérations de base

## MESURES DIMENSIONNELLES

## Les bases de la métrologie dimensionnelle

Adapter les principales techniques de la métrologie dimensionnelle à son entreprise

**U01**  **28 h**

### Extrait du programme

- Métrologie
- Mesure
- Exigences spécifiées

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre la démarche « métrologique » dans une entreprise
- Mieux appréhender leur besoin et les processus de mesure à mettre en place
- Maîtriser les méthodes usuelles ainsi que les nouvelles techniques de mesures dimensionnelles, géométriques et d'états de surface
- Avoir un œil critique sur les mesures réalisées en interne ou par des sous-traitants
- Être force de proposition pour améliorer la métrologie dimensionnelle dans leur entreprise

### Personnel concerné

Tout collaborateur souhaitant acquérir les connaissances de base en métrologie dimensionnelle

### Pré-requis

Connaissances élémentaires en mécanique

## MESURES DIMENSIONNELLES

## Détermination des incertitudes de mesure : généralités, approche dimensionnelle

Calculer les incertitudes de mesure relatives à l'utilisation de ses moyens de mesure de type dimensionnel, selon les préconisations du guide pour l'expression des incertitudes ou des protocoles de capabilité

**N37**  **21 h**

### Extrait du programme

- Pourquoi évaluer les incertitudes de mesure ?
- Vocabulaire lié à la mesure, grandeurs d'influence
- Présentation de la méthodologie du calcul d'incertitude de mesure suivant le GUM (guide pour l'expression des incertitudes de mesure, GUM-NF ENV 13005)
- Déroulement de la méthode de calcul à partir d'un exemple sur une mesure faite au pied à coulisse : cause d'incertitude de mesurage, détermination des incertitudes types : de type A, de type B (résolution, effet de dilatation, etc.), détermination de l'incertitude élargie

### Objectifs pédagogiques

- Calculer, grâce à une démarche méthodique, les incertitudes de mesure et d'étalonnage sur des grandeurs dimensionnelles
- Choisir un moyen de mesure en fonction de l'intervalle de tolérance

### Personnel concerné

Personnels des fonctions contrôle, qualité, production, méthodes et études

### Pré-requis

Aucun

## MESURES DIMENSIONNELLES

## Capabilité des procédés de fabrication/mesure et analyse des systèmes de mesure (MSA)

Comprendre les indicateurs de capabilité liés à la fabrication et aux systèmes de mesure et appliquer des méthodes d'analyse des systèmes de mesure (CNOMO, MSA, R&R) pour valider son choix afin de déclarer la conformité de ses produits

**N39**  **21 h**

### Extrait du programme

- Vocabulaire
- Étude des variabilités de production et des « systèmes de mesure »
- Échantillon et population
- Capabilité fabrication
- Exercices
- Introduction à l'analyse des systèmes de mesure

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les différents types d'indicateurs de capabilité
- Valider un choix de système de mesure par rapport à un besoin exprimé
- Identifier par méthode expérimentale l'influence d'un certain nombre de facteurs d'influence

### Personnel concerné

Personnels des fonctions contrôle, qualité, méthodes et études

### Pré-requis

Avoir des connaissances de base en statistiques (moyenne, écart-type...)

 EN

## MESURES DIMENSIONNELLES

## Estimation des incertitudes liées à vos mesures 3D sur MMT

Lever le doute sur ses mesurages en identifiant l'origine des incertitudes. Apprendre à mettre en œuvre des méthodes variées qui permettront de les estimer

**N40**  **21 h**

### Extrait du programme

- Comment prouver la conformité d'une spécification produit ?
- Méthode des 5M, sources d'incertitudes liées à
- État de l'art sur les méthodes de détermination des incertitudes de mesure réalisée sur une MMT
- Étude de cas (travaux pratiques)

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les sources d'incertitudes liées à l'environnement de mesure
- Appliquer des méthodes d'estimation des incertitudes suivant les normes en vigueur
- Vérifier la conformité de produits

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services de contrôle, métrologie et méthodes

### Pré-requis

Avoir des connaissances de base en métrologie 3D et en statistiques

## MESURES DIMENSIONNELLES

## Fondamentaux du contrôle dimensionnel – niveau 1

Déterminer la conformité de la pièce en fonction des tolérances établies

**CTL01**  **28 h**

### Extrait du programme

- Introduction au contrôle
- Rappels mathématiques
- Lecture de plan
- Méthodes de mesures
- La gamme de contrôle
- Validation des acquis

### Objectifs pédagogiques

- Calculer les tolérances des caractéristiques à contrôler
- Appréhender les notions mathématiques pour réaliser des contrôles dimensionnels
- Reconnaître sur le plan les éléments cotés et les spécifications mentionnées
- Maîtriser le fonctionnement des moyens de contrôle conventionnels
- Maîtriser le contenu d'une gamme de contrôle

### Personnel concerné

Opérateurs de production/contrôle, Agent de Contrôle Qualité

### Pré-requis

Connaissance du milieu de la mécanique. Notions de base en mathématique et lecture de plan

## MESURES DIMENSIONNELLES

## Techniques de contrôle dimensionnel – niveau 2

Mettre en œuvre des méthodes de contrôle simples

**CTL02**  **35 h**

### Extrait du programme

- Introduction au contrôle
- Rappels mathématiques
- Moyens de mesures
- Incertitudes de mesures
- Lecture de plans
- Définitions et méthodes de mesures simples des spécifications géométriques
- Rugosité
- Filetages cylindriques métriques ISO
- La gamme de contrôle
- Validation des acquis

### Objectifs pédagogiques

- Reconnaître sur un plan les caractéristiques courantes à contrôler
- Utiliser correctement les moyens de contrôle conventionnels
- Mettre en œuvre des méthodes de contrôle d'atelier
- Choisir les bons critères de mesure sur un rugosimètre afin de mesurer un état de surface
- Déterminer la conformité de la pièce en fonction des tolérances établies

### Personnel concerné

Régleurs, techniciens qualité produit, méthode et industrialisation, agent de contrôle qualité

### Pré-requis

Avoir acquis les notions du stage CTL01 - Niveau 1



## MESURES DIMENSIONNELLES

## Mise en œuvre du contrôle dimensionnel – niveau 3

Pratiquer des techniques de mesurage pour le contrôle de fabrication en les choisissant avec une méthode appropriée

CTL03  28 h

### Extrait du programme

- Grandeurs d'influence en mesure dimensionnelle
- Notions d'incertitudes de mesure
- Règle de décision de conformité
- Choix de l'instrument à utiliser en adéquation avec les intervalles de tolérance spécifiés
- Lecture d'une spécification dimensionnelle
- Mesure de diamètres externes et internes
- Cas des contrôles par attributs
- Lecture d'une spécification géométrique

### Objectifs pédagogiques

- Appréhender les grandeurs d'influence pouvant dégrader la qualité de la mesure
- Choisir l'instrument de mesure traditionnel adapté à leur besoin
- Comprendre les exigences dimensionnelles et géométriques mentionnées sur le plan de définition d'une pièce
- Mettre en pratique un processus complet de mesure dimensionnelle
- Utiliser les principaux moyens de contrôle traditionnels sur marbre, et notamment une colonne de mesure verticale

### Personnel concerné

Techniciens, opérateurs des services fabrication, méthodes et contrôle

### Pré-requis

Avoir acquis les notions du stage CTL02 Niveau 2

## MESURES DIMENSIONNELLES

## Contrôle des engrenages à axes parallèles : analyse et interprétation des mesures

Maîtriser et interpréter les contrôles métrologiques de ses dentures

U44  28 h

### Extrait du programme

- Géométrie des dentures
- Contrôle des dentures en fabrication (rappels)
- Métrologie des engrenages
- Analyse et interprétation des écarts mesurés

### Objectifs pédagogiques

- Lire et interpréter les résultats des contrôles métrologiques
- Préconiser les corrections nécessaires pour obtenir une pièce conforme
- Connaître les principaux écarts géométriques et leur origine en termes de taillage
- Connaître la méthodologie utilisée et nécessaire pour l'analyse des relevés métrologiques

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens et agents des services méthodes, fabrication, contrôle et qualité


### Pré-requis

Avoir une bonne connaissance de la géométrie des engrenages

## MESURES DES ÉTATS DE SURFACE

## Fondamentaux du contrôle des critères de rugosité – niveau 1

Mettre en œuvre un processus de mesurage des états de surface en vue de déterminer les paramètres usuels du type Ra, Rz, R rencontrés dans l'industrie

EDS01  7 h

### Extrait du programme

- Présentation succincte des normes d'états de surface
- Étude de cas (travaux pratiques)

### Objectifs pédagogiques

- Utiliser un appareil d'états de surface portatif dans les règles de l'art
- Paramétrer les conditions de mesure et d'analyse des principaux paramètres du type Ra, Rt, Rz, ainsi que les paramètres automobile R, AR, W

### Personnel concerné

Techniciens, opérateurs en salle de contrôle et opérateurs en bord de ligne

### Pré-requis

Aucun

## MESURES DES ÉTATS DE SURFACE

**Normalisation et contrôle des critères de rugosité – niveau 2**

Reconnaître sur un plan les caractéristiques concernant l'état de surface, choisir les conditions de mesure sur un appareil de rugosité à contact et savoir raccorder métrologiquement un appareil de rugosité

EDS02  14 h**Extrait du programme**

- Classement des défauts de surface
- Spécifications
- Définition des différentes longueurs et filtres de rugosité
- Définition de critères par rapport à la ligne moyenne (ISO 4287)
- Procédure de mesure de rugosité (ISO 4288)
- Définition des critères par rapport à la courbe de portance (ISO 13565)
- Filtrage et conditions de mesurage (ISO 11562)

**Objectifs pédagogiques**

- Reconnaître sur un plan les caractéristiques concernant l'état de surface
- Connaître les principales définitions des critères
- Choisir les conditions de mesure sur un appareil de rugosité à contact
- Savoir raccorder métrologiquement un appareil de rugosité

**Personnel concerné**

Responsables et techniciens des services contrôle, métrologie et méthodes devant mesurer ou choisir des méthodes de contrôle de critères d'Etat de Surface

**Pré-requis**

Savoir utiliser des équipements de mesure spécifiques EDS à contact

## MESURES DES ÉTATS DE SURFACE

**Mesures et analyse des états de surface 2D et des écarts de forme – niveau 3**

Interpréter, contrôler ses spécifications géométriques de forme et d'états de surface et mettre en œuvre les appareillages adaptés à leurs contrôles en accord avec les normes internationales en vigueur

EDS03  21 h**Extrait du programme**

- Généralités sur les écarts de forme
- Généralités sur les états de surface
- Études de cas, paramétrage des conditions de mesurage
- Différents paramètres d'états de surface
- Qualité des mesures

**Objectifs pédagogiques**

- Interpréter les spécifications géométriques de forme et d'états de surface notées sur un plan
- Contrôler les spécifications d'écarts de forme
- Contrôler les spécifications d'états de surface 2D

**Personnel concerné**

Ingénieurs, techniciens et opérateurs des services contrôle, métrologie, bureaux d'études ou méthodes

**Pré-requis**

Connaissances de base en contrôle dimensionnel

## MESURES DES ÉTATS DE SURFACE

**Mesures et analyse des états de surface 3D – niveau 4**

Mettre en œuvre les différentes technologies de capteurs à contact et sans contact pour caractériser ses surfaces en accord avec les normes internationales (ISO)

EDS04  14 h**Extrait du programme**

- États de l'art de la normalisation des EDS 2D et 3D
- Les grandes étapes de l'analyse d'état de surface 3D
- Étude de cas sur des pièces industrielles Cetim ou apportées par les stagiaires

**Objectifs pédagogiques**

- Mettre en place la mesure de la macrogéométrie dans les règles de l'art
- Traiter les données en utilisant au mieux les nouvelles normes sur le filtrage ISO 16610-X ainsi que les différents opérateurs de post-traitement
- Analyser les résultats de mesure à l'aide de la norme ISO 25178-2 (paramètres 3D)

**Personnel concerné**

Ingénieurs et techniciens des services contrôle, métrologie, bureaux d'études ou méthodes

**Pré-requis**

Avoir des bases en métrologie des surfaces (écarts de forme, ondulation, rugosité, etc.)

## MESURES TRIDIMENSIONNELLES

## Mesure tridimensionnelle : Coffmet – niveau 1 – utilisateur

Donner une formation en mesure tridimensionnelle, normalisée, valable sur toutes les technologies de mesure et reconnues par les industriels en matière de métrologie dimensionnelle

**U05**  **35 h**

### Extrait du programme

- Unités du système international
- Systèmes de coordonnées 2D : coordonnées cartésiennes, coordonnées polaires
- Systèmes de coordonnées 3D : coordonnées cylindriques et sphériques
- Éléments et constructions géométriques
- Définitions de base : cotation, référence normalisée, etc.
- Structure des machines à mesurer 3D
- Différents types de Machines à mesurer tridimensionnelles (MMT)
- Préparation d'une mesure sur une MMT
- Sélection du palpeur et sa qualification
- Réalisation des mesures sur une MMT

### Objectifs pédagogiques

- Donner une formation en mesure tridimensionnelle, normalisée, valable sur toutes les techniques de mesure et reconnue par les industriels en matière de métrologie dimensionnelle

### Personnel concerné

Utilisateur de machines à mesurer tridimensionnelles

### Pré-requis

Aucun



## MESURES TRIDIMENSIONNELLES

## Mesure tridimensionnelle : Coffmet – niveau 2 – métrologue

Améliorer sa compétitivité en développant la maîtrise et l'utilisation de ses technologies de contrôle

**U06**  **35 h**

### Extrait du programme

- Aperçu du processus de mesure complet
- Mesure géométrique prismatique
- Tolérances dimensionnelles
- Tolérances de forme et de position
- Stratégie de mesure
- Stratégie de palpation (cours personnalisé pour une technologie de capteur-tactile, capteur d'image ou sans contact)
- Programmation CNC
- Mesure surfacique sur formes libres
- Méthodes d'évaluation
- Effets sur le résultat de mesure
- Documentation
- Suivi du moyen 3D
- Application des paramètres statistiques
- Les bonnes pratiques dans la mesure 3D

### Objectifs pédagogiques

- Donner une formation en mesure tridimensionnelle, normalisée, valable sur toutes les techniques de mesure et reconnue par les industriels en matière de métrologie dimensionnelle

### Personnel concerné

Métrologues

### Pré-requis

Avoir suivi la formation Coffmet niveau 1 (U05) et réussi l'examen final



## MESURES TRIDIMENSIONNELLES

## Mesure tridimensionnelle : Coffmet – tolérancement GPS et ASME Y14.5M 2009

Mesure tridimensionnelle : COFFMET - tolérancement GPS et ASME Y14.5M 2009

**U071**  **21 h**

### Extrait du programme

- GPS pour les experts
  - Études des différences entre les normes ASME et ISO
  - Atelier GPS
- Cette formation peut être réalisée indépendamment de Coffmet 3. Elle n'inclut pas un examen et dans ce cas n'est pas éligible au CPF*

### Objectifs pédagogiques

- Maîtriser le tolérancement ISO GPS
- Citer les principales différences entre le tolérancement ISO et ASME Y14.5M
- Gérer les critères d'association (moindres carrés, inscrit Tchebychev, etc.)
- Maîtriser l'utilisation du filtrage
- Mettre en œuvre des principes de tolérancement dans les différents logiciels métrologiques (machine de forme, d'état de surface, MMT à contact, sans contact, etc.)

### Personnel concerné

Métrologues

### Pré-requis

Avoir les bases de la cotation ISO



## MESURES TRIDIMENSIONNELLES

## Mesure tridimensionnelle : Coffmet – niveau 3 – métrologue expert

Donner une formation en mesure tridimensionnelle, normalisée, valable sur toutes les techniques de mesure et reconnue par les industriels en matière de métrologie dimensionnelle, sanctionnée par un examen

**U072**  **35 h**

### Extrait du programme

- Géométrie (connaissances de base)
- Technologie de la production (connaissances de base)
- CAO (connaissance de base)
- Reverse ingénierie (connaissances de base)
- Création de programmes de mesure
- Filtrage numérique et évaluation
- Suivi et mesure de la capacité du processus

### Objectifs pédagogiques

- Mettre en œuvre un processus de mesurage sur MMT
- Choisir les critères d'association et les filtres pertinents suivant la demande
- Mettre en œuvre des principes de tolérancement dans les différents logiciels métrologiques
- Associer une estimation de l'incertitude de mesure sur les valeurs mesurées
- Assurer le suivi périodique de leur machine

### Personnel concerné

Métrologues experts

### Pré-requis

Être titulaire du Coffmet 2 et avoir suivi la formation sur le tolérancement (U071)



## MESURES TRIDIMENSIONNELLES

## Utilisation d'un bras de mesure de type Faro, Romer

Maîtriser ses mesurages réalisés à l'aide de bras équipés de palpeurs à contact ou sans contact sur tous types de produits

**U16**  **14 h**

### Extrait du programme

- Technologie des MMT
- Rappels sur les spécifications géométriques et les systèmes de référence
- Étude de cas 1 : mesure de pièces à l'aide d'un dispositif de palpation à contact
- Étude de cas 2 : mesure d'une grande pièce en déplaçant le bras
- Étude de cas 3 : mesure de pièces à l'aide d'un dispositif de palpation à contact
- Étude de cas 4 : démonstration de mesure de pièces à l'aide d'un dispositif de scanning optique

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les possibilités de mesurage à l'aide d'un bras
- Mettre en œuvre un processus de mesurage dans les règles de l'art

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens, opérateurs des services contrôle, métrologie et méthodes

### Pré-requis

Aucune

## MESURES TRIDIMENSIONNELLES

## Réception, vérification et suivi périodique des MMT

Dans le cadre de la maîtrise de ses processus de mesure, évaluer les performances de ses moyens 3D

**U17**  **14 h**

### Extrait du programme

- Rappels d'assurance qualité ISO 9001, maîtrise des moyens et de la mesure
- Architecture des MMT et de leurs dispositifs de palpation-acquisition
- Différentes approches d'étalonnage ou suivi machine
- Présentation des moyens et de leurs méthodes d'utilisation
- Étude de cas 1 (travaux pratiques) : étalonnage d'une MMT cartésienne à l'aide d'étalon matérialisé
- Étude de cas 2 : étalonnage d'un plateau rotatif
- Étude de cas 3 : MMT de grandes dimensions
- Étude de cas 4 : suivi de la MMT à l'aide du ballbar MCG
- Étude de cas 5 : étalonnage d'un bras de mesure
- Étude de cas 6 : étalonnage d'une MMT multipalpeurs

### Objectifs pédagogiques

- Réaliser une vérification ou réception
- Mettre en place l'assurance qualité
- Assurer un suivi périodique

### Personnel concerné

Techniciens, ingénieurs, opérateurs des services méthodes, contrôle, maintenance et production

### Pré-requis

Aucun

## MESURES PHYSIQUES

## La pratique des mesures

Étude des grandeurs physiques et méthodes de mise en œuvre des capteurs. Approfondir sa pratique des mesures dans le cadre de ses applications industrielles

**N32**  **21 h**

### Extrait du programme

- Température
- Pression
- Étude en groupe d'un cas pratique de choix et d'utilisation de capteur
- Force-couple
- Vibration
- Débit
- Acquisition numérique de données : chaînes de mesures, cartes d'acquisition
- Distance-déplacement
- Pour chaque type de mesure, les points suivants seront développés :  
rappel du phénomène physique à mesurer
- Les différents types de capteurs

### Objectifs pédagogiques

- Définir les précautions à prendre pour réaliser les mesures
- Choisir un capteur en fonction des exigences d'un cahier des charges
- Mettre en place un capteur en tenant compte des conditions d'utilisation
- Identifier les sources d'erreurs et quantifier leur influence

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services maintenance, contrôle qualité, recherche et développement

### Pré-requis

Notion de physique niveau Bac

## MESURES PHYSIQUES

## Mesure et analyse du bruit et des vibrations des machines

Savoir mettre en pratique les techniques de mesure et d'analyse du bruit et des vibrations de ses machines

**N31**  **21 h**

### Extrait du programme

- Notions fondamentales pour l'étude du bruit et des vibrations des machines
- Chaîne de mesure acoustique de base - le sonomètre
- Notions fondamentales pour l'analyse des signaux acoustiques et vibratoires
- Mise en œuvre d'une chaîne vibratoire de base (l'accélérométrie)
- Application particulière de l'analyse des signaux de pression - l'intensimétrie acoustique
- Techniques avancées de mesure

### Objectifs pédagogiques

- Évaluer les besoins de mesure et d'analyse correspondant aux problèmes de bruit et de vibration rencontrés sur leurs machines
- Choisir les méthodes et procédures adaptées aux applications pratiques
- Mettre en œuvre les principales techniques de base utilisables pour l'identification et la caractérisation des sources de bruit et de vibrations

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens concernés par la caractérisation du comportement acoustique et vibratoire de leurs machines (mise au point, réception, contrôle)

### Pré-requis

Aucun

## MESURES PHYSIQUES

## Traitement du signal : méthodes de base

Apprendre à analyser ses signaux physiques en utilisant les méthodes fondamentales de traitement du signal, illustrées au travers d'applications acoustiques et vibratoires

**N52**  **28 h**

### Extrait du programme

- Rappel des notions fondamentales pour l'étude des signaux
- Présentation des outils pédagogiques multimédias utilisés
- Séries de Fourier, Transformée de Fourier continue (TFC)
- Étude des systèmes linéaires : fonction de transfert, réponse impulsionnelle, pôle-zéro
- Mesure, instrumentation et acquisition des signaux
- Transformée de Fourier discrète (TFD)
- Traitement des signaux dans le domaine temporel
- Analyse spectrale

### Objectifs pédagogiques

- Choisir les outils les mieux adaptés à l'analyse de leurs signaux
- Analyser des signaux physiques usuels (acoustiques, vibratoires, hydrauliques, etc.)
- Extraire de l'analyse les informations pertinentes sur l'état de fonctionnement de leurs machines

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens concernés par les mesures acoustiques et vibratoires sur les machines (recherche et développement, essais, mise au point, réception, maintenance)

### Pré-requis

Aucune

## MESURES PHYSIQUES

**Traitement du signal :  
méthodes avancées  
– niveau 2**

Aller plus loin dans l'utilisation de ses mesures et pratiquer les méthodes avancées de traitement du signal pour l'analyse des signaux physiques

**N53**  **28 h**

**Extrait du programme**

- Traitement du signal en mécanique : les différentes applications et objectifs
- Rappels des notions fondamentales de l'analyse spectrale
- Travaux dirigés : présentation des outils pédagogiques multimédias utilisés
- Filtrage numérique des signaux
- Analyse cepstrale : applications
- Analyse d'enveloppe et transformée de Hilbert
- Rappels sur l'estimation des fonctions de transfert
- Étude et caractérisation de plusieurs sources
- Méthodes paramétriques à base de modèles
- Analyse temps-fréquence
- Analyse des signaux cyclostationnaires
- Analyse synchrone et suivi d'ordre

**Objectifs pédagogiques**

- Comprendre les possibilités et limitations des méthodes
- Choisir parmi les nombreuses méthodes celles qui sont les mieux adaptées
- Analyser plus finement un signal physique

**Personnel concerné**

Ingénieurs, techniciens des services de recherche et développement, essais, mise au point ou maintenance

**Pré-requis**

Aucun

## MESURES PHYSIQUES

**Détermination  
des incertitudes en mesures  
physiques**

Estimer les incertitudes de ses mesures physiques lors de la réception de produits, du suivi de procédé de fabrication ou d'essais de mise au point

**N38**  **14 h**

**Extrait du programme**

- Présentation de la méthode de calcul des incertitudes
- Déterminations d'incertitudes traitées sous forme d'études de cas dans les domaines : pression sur circuits industriels, températures, caractérisation de matériaux, etc.

**Objectifs pédagogiques**

- Appliquer la méthode de détermination des incertitudes aux mesures pratiquées dans l'industrie
- Identifier les causes principales d'incertitudes d'un système de mesure
- Déterminer les moyens possibles de réduire leurs effets

**Personnel concerné**

Ingénieurs et techniciens des services essais, contrôle, qualité ou méthodes

**Pré-requis**

Notion de mathématique niveau Bac

## MESURES PHYSIQUES

**Analyse modale  
expérimentale  
dans l'automobile  
et les industries  
mécaniques**

Acquérir les connaissances pour mettre en œuvre une analyse modale expérimentale

**N30**  **14 h**

**Extrait du programme**

- Intérêt de l'Analyse modale expérimentale (AME)
- Cas pratique n° 1 - illustration sur plaques/poutres élémentaires
- Méthode d'extraction modale
- Cas pratique n° 2 - AME par méthode impulsionnelle
- Cas pratique n° 3 : AME par excitation pot vibrant
- Apport de la vibrométrie laser à balayage

**Objectifs pédagogiques**

- Évaluer l'apport de cette technique pour la caractérisation du comportement dynamique des structures mécaniques et des équipements
- Définir et mettre en œuvre une analyse modale expérimentale (instrumentation, essais et analyse)
- Apprécier l'apport de la vibrométrie laser à balayage

**Personnel concerné**

Ingénieurs, techniciens des services études, recherche et développement et essais

**Pré-requis**

Aucun

## MESURES PHYSIQUES

## L'analyse expérimentale des contraintes – extensométrie

Utiliser et appliquer les bonnes pratiques de l'extensométrie dans ses applications industrielles

**N01**  **28 h**

### Extrait du programme

- Notions de base sur la mécanique des milieux continus (résistance des matériaux)
- Jauges
- Mise en œuvre des jauges
- Travaux pratiques
- Conditionnement électrique des jauges
- Travaux pratiques
- Utilisation de l'extensométrie en analyse de contraintes

### Objectifs pédagogiques

- Choisir et positionner les jauges sur la pièce ou la structure à étudier
- Définir les éléments nécessaires à l'installation des jauges (colles, câbles, protection, etc.)
- Instrumenter et contrôler une pièce
- Sélectionner et régler les conditionneurs de jauges
- Déterminer les phénomènes parasites influents et qualifier leurs effets
- Utiliser l'extensométrie pour l'analyse expérimentale de contraintes et la fabrication de capteur de série

### Personnel concerné

Ingénieurs ou techniciens d'essais ou tout utilisateur de jauges d'extensométrie

### Pré-requis

Posséder des notions de base en résistance des matériaux est un plus

## MESURES PHYSIQUES

## Initiation à la pratique de l'équilibrage des rotors rigides

Réduire le balourd de ses machines tournantes pour optimiser leur exploitation

**N10**  **14 h**

### Extrait du programme

- Notions autour de l'équilibrage
- Introduction aux vibrations
- Principes et méthodes de l'équilibrage
- Pratique de l'équilibrage
- Machines à équilibrer
- Discussion libre sur les aspects techniques abordés

### Objectifs pédagogiques

- Évaluer l'intérêt de l'équilibrage des pièces mécaniques tournantes (rotors rigides)
- Prévoir les démarches pratiques à mettre en œuvre pour les applications industrielles
- Identifier les méthodes, normes et procédures nécessaires
- Utiliser un appareillage spécifique et réaliser l'équilibrage de composants rotatifs conventionnels

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens des services maintenance, contrôle qualité

### Pré-requis

Aucun

## MESURES PHYSIQUES

## Initiation à la diffraction des rayons X

S'initier à la pratique des techniques de diffraction de rayons X

**EA17**  **18 h**

### Extrait du programme

- Rappels de notions de base de cristallographie
  - Interaction matière/rayonnement X - Principes de la diffraction
  - Techniques expérimentales
  - Analyse et interprétation de diffractogrammes
  - Utilisation de logiciels de traitement de données
- Se munir d'une calculatrice scientifique*

### Objectifs pédagogiques

- Acquérir les connaissances de base théoriques et pratiques pour la mise en œuvre de techniques de diffraction des rayons X et leur utilisation en science des matériaux

### Personnel concerné

Techniciens et techniciens supérieurs désirant acquérir les connaissances de base dans le domaine de l'analyse cristallographique des matériaux métalliques et minéraux

### Pré-requis

Aucun

## CONTRÔLE EN PRODUCTION

## Numérisation 3D : acquisition, post-traitement, exploitation

Préparer et réaliser des numérisations en rapport avec les objectifs du client

**U11**  **21 h**

### Extrait du programme

- Pourquoi numériser ?
- Généralités sur le modèle (typologies, formats, spécificités)
- Moyens de numérisation et techniques d'acquisition (principes, contraintes, limites d'usage)
- Préparation de la mesure
- Post-traitement du nuage de points
- Exploitation du modèle suivant les objectifs clients

### Objectifs pédagogiques

- Définir la méthode de numérisation et de rétro-conception en fonction des objectifs du client
- Assimiler les critères clés pour le choix d'un moyen de mesure
- Connaître les règles de l'art pour numériser un objet
- Appréhender l'influence du post-traitement d'un nuage de points dans l'obtention d'un modèle
- Connaître les grandes étapes des inspections dimensionnelles sur le modèle numérisé
- Comprendre l'influence des choix de modélisation dans la rétro-conception

### Personnel concerné

Personnels techniques (bureaux d'études, fabrication, contrôle), acheteurs techniques, décideurs

### Pré-requis

Aucun

## CONTRÔLE EN PRODUCTION

## Contrôle, réception, calibration et suivi périodique de vos machines-outils

Contrôler la géométrie et les axes de positionnement de ses machines-outils conventionnelles et à commande numérique afin d'en maîtriser les performances

**N20**  **28 h**

### Extrait du programme

- Cotes des machines-outils (ISO 230-1)
- Contrôle de la géométrie d'un centre d'usinage
- Contrôle de la justesse d'un centre d'usinage (travaux pratiques)
- Qualité des mesures

### Objectifs pédagogiques

- Vérifier la géométrie d'un parc de machines-outils suivant les normes spécifiques à chaque type de machine-outil, ceci dans le cadre d'une réception ou en vue d'une maintenance
- Effectuer rapidement et efficacement une calibration d'axe et interaxes
- Prendre en charge une réception, suivant la norme en vigueur des axes de positionnement

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens, opérateurs des services maintenance et contrôle qualité

### Pré-requis

Avoir des connaissances générales en mécanique et en technologie des machines-outils

## CONTRÔLE EN PRODUCTION

## SPC-MSP : maîtrise statistique des procédés

Utiliser des outils statistiques adaptés pour améliorer la productivité de son entreprise, la maîtrise de ses procédés de fabrication et pour évaluer ses capacités de production en termes de tolérances générales acceptables

**A41**  **21 h**

### Extrait du programme

- Introduction : historique de la qualité, qualité et compétitivité, avantage de la prévention par rapport à la détection
- Présentation générale de l'outil MSP : contexte général, démarche
- Approche statistique
- Pratique statistique
- Loi normale, définitions et exercices, hasard : causes aléatoires, causes assignables

### Objectifs pédagogiques

- Fournir des explications sur l'utilisation des statistiques
- Identifier et analyser les étapes de mise en œuvre de la démarche MSP
- Identifier les questions à poser à leurs clients et à leurs fournisseurs
- Calculer les limites de contrôle
- Analyser les cartes de contrôle

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services qualité, contrôle et fabrication

### Pré-requis

Avoir des connaissances de base en statistiques (moyenne, écart type, etc.)



## CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS

## Remise à niveau avant certification

La durée de validité d'une certification Cofrend pour les contrôleurs certifiés niveaux 1 et 2 est de cinq ans, renouvelable sur dossier une première fois. Cinq ans après chaque renouvellement, ces contrôleurs certifiés sont dans l'obligation de repasser un examen de « recertification » appelé « examen allégé ».

Le Cetim peut vous préparer dans les domaines suivants : ressuage, magnétoscopie, radiographie, émission acoustique, ultrasons.

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
PRÉPARATION CERTIFICATION COFREND CIFM

## Contrôle par ressuage – niveau 1

Dans le domaine du contrôle non destructif (CND), préparer ses collaborateurs à la certification Cofrend Ressuage niveau 1 selon NF EN ISO 9712

PT1  24 h

### Extrait du programme

- Généralités sur les contrôles non destructifs
- Principes généraux de la méthode par ressuage
- Mise en œuvre de la méthode par ressuage
- Travaux pratiques
- Notions sur les défauts métallurgiques
- Travaux pratiques (permutation des groupes de travail)
- Rapportage
- Initiation à la normalisation
- Exposé sur la certification Cofrend
- Programme conforme aux recommandations de la Cofrend

### Objectifs pédagogiques

- Mettre en pratique les contrôles par ressuage selon des instructions écrites précises
- Identifier et classer des indications de ressuage
- Rédiger un compte rendu de contrôle

### Personnel concerné

Techniciens et opérateurs du service contrôle, débutants ou peu expérimentés dans la méthode

### Pré-requis

Le niveau scolaire requis est, au minimum, celui du brevet ou du CAP technique

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
PRÉPARATION CERTIFICATION COFREND CIFM

## Contrôle par ressuage – niveau 2

Dans le domaine du contrôle non destructif (CND), préparer ses collaborateurs à la certification Cofrend ressuage niveau 2 selon NF EN ISO 9712

PT2  40 h

### Extrait du programme

- Présentation de la méthode par ressuage (généralités, domaine d'application)
- Techniques opératoires (principes fondamentaux, mise en œuvre, précautions particulières)
- Documents de contrôle
- Normalisation
- Défauts métallurgiques
- Travaux pratiques
- Exercice de rédaction d'une « instruction écrite » pour un agent niveau 1

### Objectifs pédagogiques

- Définir les conditions du contrôle par ressuage et les transcrire sous forme d'instructions
- Apprécier la conformité des pièces contrôlées à l'aide de critères d'acceptation établis à partir des codes, des normes ou des spécifications
- Fournir un compte rendu de contrôle

### Personnel concerné

Opérateurs ou techniciens des services contrôle, inspection, maintenance ou production. Personnel désirent acquérir les connaissances pratiques et théoriques nécessaires à l'examen de certification ressuage niveau 2

### Pré-requis

Le niveau scolaire requis est celui du CAP technique ou du bac technique



CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
PRÉPARATION CERTIFICATION COFREND C1FM

## Contrôle par magnétoscopie – niveau 1

Dans le domaine du contrôle non destructif (CND), préparer ses collaborateurs à la certification Cofrend magnétoscopie niveau 1 selon NF EN ISO 9712

MT1  32 h

### Extrait du programme

- Généralités sur les contrôles non destructifs
- Principes généraux de la méthode par magnétoscopie
- Mise en œuvre de la méthode par magnétoscopie
- Présentation du matériel pour les travaux pratiques
- Initiation à la normalisation
- Travaux pratiques

### Objectifs pédagogiques

- Pratiquer les contrôles non destructifs par magnétoscopie selon des instructions écrites précises
- Identifier et classer les indications mises en évidence en magnétoscopie
- Rédiger un compte rendu de contrôle

### Personnel concerné

Opérateurs ou techniciens des services contrôle, inspection, maintenance ou production  
Personnel désirant acquérir les connaissances pratiques et théoriques nécessaires à l'examen de certification magnétoscopie niveau 1

### Pré-requis

Le niveau scolaire requis est celui du brevet ou du CAP technique



CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
PRÉPARATION CERTIFICATION COFREND C1FM

## Contrôle par magnétoscopie – niveau 2

Dans le domaine du contrôle non destructif (CND), préparer ses collaborateurs à la certification Cofrend magnétoscopie niveau 2 selon NF EN ISO 9712

MT2  40 h

### Extrait du programme

- Principes généraux de la méthode par magnétoscopie
- Mise en œuvre de la méthode par magnétoscopie selon différentes techniques
- Présentation du matériel pour les travaux pratiques
- Synthèse des principales normes générales et normes produit

### Objectifs pédagogiques

- Définir les conditions du contrôle par magnétoscopie, rédiger des instructions écrites pour les agents de niveau 1
- Apprécier la conformité des pièces contrôlées à partir de critères d'acceptation établis par les codes, les normes, les spécifications ou les procédures
- Pratiquer différentes techniques opératoires (matériels et produits)
- Fournir un compte rendu de contrôle

### Personnel concerné

Opérateurs ou techniciens des services contrôle, inspection, maintenance ou production  
Personnel désirant acquérir les connaissances pratiques et théoriques nécessaires à l'examen de certification magnétoscopie niveau 2

### Pré-requis

Le niveau scolaire requis est celui du CAP technique ou du bac technique



CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
PRÉPARATION CERTIFICATION COFREND C1FM

## Contrôle par radiographie X et gammagraphie – niveau 1 – module A

Dans le domaine du contrôle non destructif (CND/END), préparer ses collaborateurs à la certification Cofrend radiographie niveau 1 selon NF EN ISO 9712

RT1A  40 h

### Extrait du programme

- Principes physiques élémentaires
- Émission de rayonnements X
- Émission de rayonnements gamma
- Principes généraux des contrôles par radiographie
- Défauts détectés en radiographies (soudure et fonderie)
- Les paramètres élémentaires (flou, distance, etc.)
- Conception et fonctionnement des générateurs de rayons X

### Objectifs pédagogiques

- Utiliser les techniques de radiographie X et gammagraphie
- Exercer un contrôle selon des instructions précises
- Vérifier des radiogrammes

### Personnel concerné

Opérateurs ou techniciens des services contrôle, inspection, maintenance ou production.  
Personnel désirant acquérir les connaissances pratiques et théoriques nécessaires à l'examen de certification radiographie niveau 1

### Pré-requis

Le niveau scolaire requis est au minimum celui du brevet ou du CAP technique



CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
PRÉPARATION CERTIFICATION COFREND C1FM

## Contrôle par radiographie X et gammagraphie – niveau 1 – module B

Dans le domaine du contrôle non destructif (CND/END), préparer ses collaborateurs à la certification Cofrend radiographie niveau 1 selon NF EN ISO 9712

RT1B  40 h

### Extrait du programme

- Rappels
- Émission de rayonnements X
- Émission de rayonnements gamma
- Contrôle des joints soudés
- Contrôle des pièces moulées
- Travaux dirigés : les IQI, les marquages
- Travaux pratiques
- Préparation à l'interprétation et rapportage
- Programme conforme aux recommandations de la Cofrend

### Objectifs pédagogiques

- Utiliser les techniques de radiographie X et gammagraphie
- Exercer un contrôle selon des instructions précises
- Vérifier des radiogrammes

### Personnel concerné

Opérateurs des services contrôle, inspection, maintenance ou production. Personnel désirant acquérir les connaissances pratiques et théoriques nécessaires à l'examen de certification radiographie niveau 1

### Pré-requis

Le niveau scolaire requis est celui du brevet ou du CAP technique



CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
PRÉPARATION CERTIFICATION COFREND C1FM

## Contrôle par radiographie X et gammagraphie – niveau 2 – module A

Dans le domaine du contrôle non destructif (CND/END), préparer ses collaborateurs à la certification Cofrend radiographie niveau 2 selon NF EN ISO 9712

RT2A  40 h

### Extrait du programme

- Principes physiques
- Rayonnements X et gamma
- Techniques applicables
- Connaissances des défauts décelables (métallurgie)
- Influence sur la détectabilité
- Normalisation
- Rapportage
- Rédaction d'instruction pour niveau 1
- Sensitométrie
- Contraste - définition - IQI

### Objectifs pédagogiques

- Utiliser les techniques de radiographie X et gamma
- Choisir une technique de radiographie
- Identifier et coter des indications
- Fournir un compte rendu de contrôle

### Personnel concerné

Opérateurs ou techniciens des services contrôle, inspection, maintenance ou production. Personnel désirant acquérir les connaissances pratiques et théoriques nécessaires à l'examen de certification radiographie niveau 2.

### Pré-requis

Le niveau scolaire requis est celui du bac technique ou mieux celui de bac + 2



CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
PRÉPARATION CERTIFICATION COFREND C1FM

## Contrôle par radiographie X et gammagraphie – niveau 2 – module B

Dans le domaine du contrôle non destructif (CND/END), préparer ses collaborateurs à la certification Cofrend radiographie niveau 2 selon NF EN ISO 9712

RT2B  40 h

### Extrait du programme

- Révisions générales sur la radiographie
- Interprétation des radiogrammes (qualité des clichés et matériel)
- Défauts de soudage
- Travaux dirigés : lecture de clichés
- Travaux pratiques interprétation (soudures)
- Rédaction de PV
- Défauts de fonderie
- Travaux dirigés : lecture de clichés
- Travaux pratiques interprétation (soudures et fonderie)
- Rédaction de PV

### Objectifs pédagogiques

- Interpréter des radiogrammes
- Fournir un compte rendu de contrôle
- Rédiger des instructions écrites pour les agents de niveau 1

### Personnel concerné

Opérateurs ou techniciens des services contrôle, inspection, maintenance ou production. Personnel désirant acquérir les connaissances pratiques et théoriques nécessaires à l'examen de certification radiographie niveau 2

### Pré-requis

Le niveau scolaire requis est celui du bac technique ou mieux celui de bac + 2



CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
PRÉPARATION CERTIFICATION COFREND C1FM

## Contrôle par émission acoustique – niveau 1 – module A

Dans le domaine du contrôle non destructif (CND/END), préparer ses collaborateurs à la certification Cofrend émission acoustique niveau 1 selon NF EN ISO 9712

AT1A  32 h

### Extrait du programme

- Définition générale des END
- Propagation des ondes ultrasonores
- Rappels mathématiques
- Travaux pratiques
- Point sur la normalisation : la terminologie
- Présentation de l'instrumentation
- Travaux pratiques
- Défauts métallurgiques
- Application de l'émission acoustique au suivi de la corrosion
- Travaux pratiques : détection de la corrosion

### Objectifs pédagogiques

- Vérifier les caractéristiques des systèmes et des capteurs
- Vérifier le couplage des capteurs
- Caractériser les signaux d'émission acoustique

### Personnel concerné

Opérateurs ou techniciens des services contrôle, inspection, maintenance ou production.

Personnel désirent acquérir les connaissances pratiques et théoriques nécessaires à l'examen de certification émission acoustique niveau 1

### Pré-requis

Le niveau scolaire requis est celui du CAP technique ou du bac technique



CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
PRÉPARATION CERTIFICATION COFREND C1FM

## Contrôle par émission acoustique – niveau 1 – module B

Dans le domaine du contrôle non destructif (CND/END), préparer ses collaborateurs à la certification Cofrend émission acoustique niveau 1 selon NF EN ISO 9712

AT1B  32 h

### Extrait du programme

- Rappels théoriques
- Vérification de l'instrumentation selon les normes
- Démonstration
- Point sur la normalisation
- Localisation zonale
- Localisation linéaire
- Travaux pratiques
- La norme ISO 9712
- L'instruction écrite

### Objectifs pédagogiques

- Vérifier les caractéristiques des systèmes et des capteurs
- Connaître les différents mécanismes sources d'émission acoustique
- Mettre en œuvre la localisation zonale et la localisation linéaire

### Personnel concerné

Techniciens et opérateurs du service contrôle débutant ou peu expérimentés dans la méthode

### Pré-requis

Le niveau scolaire minimum conseillé est celui du bac ou mieux, celui de technicien bac + 2. Obligation : avoir suivi le module AT1A



CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
PRÉPARATION CERTIFICATION COFREND C1FM

## Contrôle par émission acoustique – niveau 2 – module A

Dans le domaine du contrôle non destructif (CND/END), préparer ses collaborateurs à la certification Cofrend émission acoustique niveau 2 selon NF EN ISO 9712

AT2A  32 h

### Extrait du programme

- Localisation planaire des sources d'émission acoustique
- Norme EN 14584
- Travaux pratiques
- Présentation du guide AFIAP/GEA
- Travaux pratiques : traitement des données
- Application de la localisation planaire au suivi d'un essai de mise sous pression sur un équipement cylindrique

### Objectifs pédagogiques

- Mettre en œuvre la localisation planaire
- Caractériser et localiser les signaux d'émission acoustique
- Analyser les données d'EA selon les critères d'un guide

### Personnel concerné

Opérateurs ou techniciens des services contrôle, inspection, maintenance ou production.

Personnel désirent acquérir les connaissances pratiques et théoriques nécessaires à l'examen de certification émission acoustique niveau 2

### Pré-requis

Le niveau scolaire requis est celui du bac technique ou mieux celui de bac + 2



CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
PRÉPARATION CERTIFICATION COFREND C1FM

## Contrôle par émission acoustique – niveau 2 – module B

Dans le domaine du contrôle non destructif (CND/END), préparer ses collaborateurs à la certification Cofrend émission acoustique niveau 2 selon NF EN ISO 9712

AT2B  32 h

### Extrait du programme

- Préparation d'un contrôle par émission acoustique sur une structure
- Détermination des opérations à réaliser pour préparer le contrôle
- Travaux pratiques : essais, préliminaires
- Détermination des paramètres d'acquisition
- Choix de deux configurations pour la localisation
- Mise en place des capteurs
- Définition des mailles de localisation
- Essais de localisation

### Objectifs pédagogiques

- Préparer une instruction écrite
- Mettre en œuvre un contrôle par émission acoustique sur une structure
- Préparer un rapport de contrôle

### Personnel concerné

Opérateurs ou techniciens des services contrôle, inspection, maintenance ou production.  
Personnel désirant acquérir les connaissances pratiques et théoriques nécessaires à l'examen de certification émission acoustique niveau 2

### Pré-requis

Le niveau scolaire requis est celui du bac technique ou mieux celui de bac + 2



CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
PRÉPARATION CERTIFICATION COFREND C1FM

## Contrôle par ultrasons – niveau 1 – module A

Dans le domaine du contrôle non destructif (CND/END), préparer ses collaborateurs à la certification Cofrend ultrasons niveau 1 selon NF EN ISO 9712

UT1A  40 h

### Extrait du programme

- Principes physiques
- Caractéristiques des faisceaux
- Matériel de contrôle (appareil, traducteurs)
- Vérification simplifiée d'un appareil
- Techniques de contrôle
- Travaux pratiques
- Rédaction de compte rendu
- Programme conforme aux recommandations de la Cofrend

### Objectifs pédagogiques

- Régler les appareils
- Mettre en pratique les contrôles par ultrasons selon des instructions écrites sur des pièces simples

### Personnel concerné

Opérateurs ou techniciens des services contrôle, inspection, maintenance ou production.  
Personnel désirant acquérir les connaissances pratiques et théoriques nécessaires à l'examen de certification ultrasons niveau 1

### Pré-requis

Le niveau scolaire requis est, au minimum, celui du brevet ou du CAP technique



CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
PRÉPARATION CERTIFICATION COFREND C1FM

## Contrôle par ultrasons – niveau 1 – module B

Dans le domaine du contrôle non destructif (CND/END), préparer ses collaborateurs à la certification Cofrend ultrasons niveau 1 selon NF EN ISO 9712

UT1B  32 h

### Extrait du programme

- Principes physiques : rappels
- Techniques de contrôle
- Travaux pratiques
- Influence de la géométrie et de la structure
- Notions sur les défauts métallurgiques
- Rédaction de comptes rendus
- Programme conforme aux recommandations de la Cofrend

### Objectifs pédagogiques

- Régler les appareils
- mettre en pratique les contrôles par ultrasons selon des instructions écrites sur des pièces de différentes provenances (soudage, fonderie, forge, etc.)

### Personnel concerné

Opérateurs ou techniciens des services contrôle, inspection, maintenance ou production.  
Personnel désirant acquérir les connaissances pratiques et théoriques nécessaires à l'examen de certification ultrasons niveau 1

### Pré-requis

Le niveau scolaire requis est, au minimum, celui du brevet ou du CAP technique



CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
PRÉPARATION CERTIFICATION COFREND CIFM

## Contrôle par ultrasons – niveau 2 – module A

Dans le domaine du contrôle non destructif (CND/END), préparer ses collaborateurs à la certification Cofrend ultrasons niveau 2 selon NF EN ISO 9712

**UT2A**  **40 h**

### Extrait du programme

- Physique et propagation des ondes ultrasonores
- Description de la chaîne d'acquisition
- Principes généraux du contrôle par ultrasons et techniques particulières
- Contrôle par immersion
- Travaux pratiques
- Caractérisation des indications
- Travaux pratiques
- Méthodologie de contrôle des soudures
- **Programme conforme aux recommandations de la Cofrend**  
*Un test d'entraînement sur questionnaire QCM est proposé chaque matin aux stagiaires*

### Objectifs pédagogiques

- Régler les appareillages
- Définir les conditions du contrôle par ultrasons
- Appliquer des critères d'acceptation

### Personnel concerné

Opérateurs ou techniciens des services contrôle, inspection, maintenance ou production. Personnel désirant acquérir les connaissances pratiques et théoriques nécessaires à l'examen de certification ultrasons niveau 2

### Pré-requis

Le niveau scolaire requis est celui du bac technique ou mieux, celui de bac + 2

CPF

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
PRÉPARATION CERTIFICATION COFREND CIFM

## Contrôle par ultrasons – niveau 2 – module B

Dans le domaine du contrôle non destructif (CND/END), préparer ses collaborateurs à la certification Cofrend ultrasons niveau 2 selon NF EN ISO 9712

**UT2B**  **40 h**

### Extrait du programme

- Rappels sur les principes physiques et la méthodologie de contrôle
- Le système documentaire (codes, normes)
- Défectuologie
- Travaux pratiques (contrôle de soudure)
- Exercice de rédaction d'une « instruction écrite » pour un agent de niveau 1
- Les techniques spéciales (TOFD, multiéléments, etc.)

### Objectifs pédagogiques

- Définir les conditions du contrôle par ultrasons
- Examiner des pièces diverses, appliquer les critères d'acceptation
- Fournir un compte rendu de contrôle
- Rédiger des instructions écrites pour les agents de niveau 1
- Caractériser une indication

### Personnel concerné

Opérateurs ou techniciens des services contrôle, inspection, maintenance ou production. Personnel désirant acquérir les connaissances pratiques et théoriques nécessaires à l'examen de certification ultrasons niveau 2

### Pré-requis

Le niveau scolaire requis est celui du bac technique ou mieux, celui de bac + 2

CPF

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
PRÉPARATION CERTIFICATION COFREND CIFM

## Contrôle par ultrasons – TOFD (Time of flight diffraction)

Dans le domaine du contrôle non destructif (CND/END), préparer ses collaborateurs à la certification Cofrend UT TOFD niveau 2 selon NF EN ISO 9712

**TOFD**  **40 h**

### Extrait du programme

- Introduction et principes généraux
- Historique
- Principe physique du TOFD
- Mise en œuvre de la technique
- Travaux pratiques sur cale : prise en main des systèmes
- Numérisation et analyse post traitement
- Interprétation des cartographies TOFD
- Travaux pratiques : influence des paramètres
- Application au contrôle de soudure

### Objectifs pédagogiques

- Choisir une configuration de contrôle
- Mettre en œuvre la technique de contrôle
- Analyser les cartographies TOFD obtenues

### Personnel concerné

Opérateurs ou techniciens des services contrôle, inspection, maintenance ou production désirant acquérir les connaissances pratiques et théoriques nécessaires à l'examen de certification TOFD niveau 2. Nota : l'inscription à la certification TOFD n'est ouverte qu'aux agents déjà certifiés Cofrend UT2 secteur CIFM

### Pré-requis

Le niveau scolaire requis est celui du bac technique ou mieux celui de bac + 2

CPF

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
PRÉPARATION CERTIFICATION COFREND CIFM

## Formation VT Visuel Indirect

Préparer ses collaborateurs à la certification COFREND CIFM VT niveau 2

VT2  40 h

### Extrait du programme

- Notions d'optique géométrique
- La lumière, travaux dirigés
- Matériels existants
- Choix d'un matériel de contrôle
- Mires et réglages des équipements
- Normalisation (ISO 5817, etc.)
- Défauts métallurgiques : soudage, etc.
- Différentes techniques de mesure
- Travaux pratiques : rapport de contrôle
- QCM et préparation à l'examen
- Travaux pratiques

### Objectifs pédagogiques

- Choisir un appareil de contrôle visuel indirect
- Réaliser un contrôle visuel vidéo-endoscopique
- Apprécier la conformité des équipements suivant les normes applicables sur matériaux métalliques
- Renseigner les rapports de contrôle

### Personnel concerné

Opérateurs ou techniciens du service contrôle ayant une bonne expérience dans la méthode

### Pré-requis

Le niveau scolaire conseillé est celui du BEP mécanique ou mieux celui du bac (bonnes notions en mathématiques)



CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
PRÉPARATION CERTIFICATION COFREND CIFM

## Examen de base – niveau 3 – module A – matériaux

Préparation à l'examen de base Cofrend niveau 3 pour la partie sciences des matériaux

BASE3A  40 h

### Extrait du programme

- Notion de métallurgie
- Diagrammes d'équilibre
- Familles d'acier
- Désignation des aciers
- Aluminium
- Titane
- Base nickel
- Matériaux composites
- Traitements thermiques dans la masse des aciers
- Traitements superficiels
- Contrôles métallographique et mécanique
- Corrosion des aciers inoxydables
- Défauts métallurgiques
- Programme conforme aux recommandations de la Cofrend

### Objectifs pédagogiques

- Acquérir les connaissances nécessaires définies par la Cofrend pour se préparer à l'examen de base niveau 3 en : sciences des matériaux
- Défectuologie

### Personnel concerné

Toute personne du bureau d'études, des services méthodes, fabrication, contrôle, maintenance, entretien ou du service technico-commercial. Contrôleurs CND souhaitant être en capacité de valider des procédures ou participer aux jurys d'examen Cofrend

### Pré-requis

Aucun

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
PRÉPARATION CERTIFICATION COFREND CIFM

## Examen de base – niveau 3 – module B – autres techniques de niveau 2 et normes

Préparation à l'examen de base COFREND niveau 3 pour les techniques complémentaires et l'étude des normes de certification

BASE3B  40 h

### Extrait du programme

- Norme ISO 9712
- Présentation des méthodes CND
- Technique complémentaire PT
- Technique complémentaire MT
- Technique complémentaire UT
- Technique complémentaire RT
- Programme conforme aux recommandations de la Cofrend

### Objectifs pédagogiques

- Acquérir les connaissances nécessaires définies par la Cofrend pour se préparer à l'examen de base niveau 3 pour ce qui concerne : 4 méthodes de CND (PT, MT, UT, RT)
- La norme de certification d'agents de CND ISO 9712

### Personnel concerné

Toute personne du bureau d'études, des services méthodes, fabrication, contrôle, maintenance, entretien ou du service technico-commercial. Contrôleurs CND souhaitant être en capacité de valider des procédures ou participer aux jurys d'examen Cofrend

### Pré-requis

Aucun

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
FORMATIONS NON CERTIFIANTES

## Définition et choix des méthodes de contrôle non destructif

Choisir la méthode de contrôle non destructif la plus adaptée

**CHCND**  **14 h**

### Extrait du programme

- Généralités sur les CND, la certification Cofrend
  - Présentation des méthodes de contrôle non destructif suivantes avec démonstrations pratiques
  - Méthodologie de choix des méthodes CND
  - Exercices applicatifs pour le choix des méthodes et des techniques
- Les démonstrations pratiques sont réalisées par les animateurs pour illustrer le contenu des présentations lorsque cela est réalisable*

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les principales méthodes de contrôle non destructif
- Connaître leurs modalités de mise en œuvre et leurs principaux domaines d'application
- Être capable de dialoguer avec un expert du domaine des CND pour rédiger un cahier des charges
- Choisir les méthodes les mieux adaptées à une problématique de contrôle

### Personnel concerné

Toute personne du bureau d'études, des méthodes, de fabrication, du contrôle, de la maintenance, de l'entretien ou du service technico-commercial et tout acteur appelé à devoir définir les bases d'un cahier des charges de CND

### Pré-requis

Aucun

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
FORMATIONS NON CERTIFIANTES

## Découverte des méthodes de contrôle non destructif

Présentation des méthodes de contrôle non destructif

**PRCND**  **7 h**

### Extrait du programme

- Généralités sur les CND, la certification Cofrend
- Présentation des méthodes de contrôle non destructif suivantes

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les différentes méthodes de contrôle non destructif
- Connaître leurs principaux domaines d'application
- Dialoguer avec un expert du domaine des CND pour rédiger un cahier des charges

### Personnel concerné

Chefs de projet, technico-commerciaux, personnels de bureau d'études, des méthodes, de la fabrication, du contrôle, de la maintenance, de l'entretien et tout acteur appelé à discuter avec un expert du domaine des CND

### Pré-requis

Aucun

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
FORMATIONS NON CERTIFIANTES

## Contrôle par ACFM (Alternating Current Field Measurement)

Dans le domaine du contrôle non destructif (CND/END), former ses collaborateurs à la pratique du contrôle par ACFM (Alternating Current Field Measurement)

**ACFM**  **21 h**

### Extrait du programme

- Rappel sur le magnétisme et l'électromagnétisme
- Principe du contrôle par ACFM
- Équipement de contrôle
- Mise en œuvre de la technique ACFM
- Mode opératoire de contrôle
- Caractérisation d'une indication
- Comparaison aux méthodes surfaciques
- Documents de référence
- Travaux pratiques

### Objectifs pédagogiques

- Mettre en pratique les contrôles par ACFM selon des instructions écrites précises
- Identifier et classer des indications décelées par le contrôle
- Rédiger un compte rendu de contrôle

### Personnel concerné

Opérateurs ou techniciens des services contrôle, inspection, maintenance ou production. Personnel désirant acquérir les connaissances pratiques et théoriques nécessaires à la mise en pratique du contrôle par ACFM

### Pré-requis

Le niveau scolaire requis est au minimum celui du brevet ou du CAP technique



CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
FORMATIONS NON CERTIFIANTES

## Les techniques élaborées de contrôle par ultrasons

Appréhender les nouvelles techniques utilisées lors des contrôles de pièces par ultrasons

UTFL  7 h

### Extrait du programme

- Les justifications du développement des techniques de contrôle par ultrasons
- Les ultrasons classiques (principes de base)
- Les contrôles par immersion
- Les contrôles TOFD
- Les contrôles multiéléments
- Les ondes guidées

### Objectifs pédagogiques

- Énumérer et décrire les principales techniques utilisées lors des contrôles par ultrasons
- Connaître les principales utilisations de ces techniques

### Personnel concerné

Chefs de projet, technico-commerciaux, personnes du bureau d'études, des services méthodes, fabrication, contrôle, maintenance, entretien et tout acteur appelé à discuter avec un expert du domaine

### Pré-requis

Aucun

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
FORMATIONS NON CERTIFIANTES

## Mesures d'épaisseurs par ultrasons

Développer les compétences de ses collaborateurs dans le domaine de la mesure d'épaisseurs par ultrasons mono élément

MEP  21 h

### Extrait du programme

- Principes physiques
- Mise en œuvre des procédés
- Normalisation (NF EN 14127, etc.)
- Paramètres influant sur les mesures
- Travaux pratiques
- Rédaction de compte rendu

### Objectifs pédagogiques

- Régler les appareils
- Mettre en œuvre la technique de contrôle
- Rédiger un compte rendu de contrôle

### Personnel concerné

Opérateurs, techniciens et ingénieurs des services bureau d'études, méthodes, production, contrôle et maintenance, désirant acquérir les connaissances pratiques et théoriques nécessaires à la mise en pratique des mesures d'épaisseurs par ultrasons

### Pré-requis

Le niveau scolaire requis est, au minimum, celui du brevet ou du CAP technique

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
FORMATIONS NON CERTIFIANTES

## Radiographie sur écrans photostimulables

Aborder de façon théorique et pratique le passage de la radiographie sur films argentiques à la radiographie numérique sur écrans photostimulables

RTNUM  16 h

### Extrait du programme

- La problématique
- L'état de l'art
- La technologie
- Les spécificités par rapport à la radiographie argentique
- Mise en œuvre
- L'évaluation des résultats
- Les applications industrielles
- La normalisation actuelle et en projet

### Objectifs pédagogiques

- Avoir un aperçu complet de l'état de l'art
- Réaliser des contrôles à l'aide d'écrans photostimulables (prises de clichés et traitement)
- Avoir connaissance de l'état actuel de la normalisation

### Personnel concerné

Toute personne amenée à contrôler par radiographie ou à surveiller les opérations de contrôle utilisant la technique numérique sur écrans photostimulables

### Pré-requis

Avoir une bonne connaissance et une bonne pratique des contrôles par radiographie classique (exemple : Cofrend 2 confirmé ou Cofrend 3)

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
FORMATIONS NON CERTIFIANTES

## Contrôle visuel et interprétation d'un assemblage soudé

Identifier et caractériser les défauts des soudures et rédiger des procès-verbaux

T57  14 h

### Extrait du programme

- Rappel des procédés usuels de soudage
- Défauts des soudures
- Spécification et critères d'acceptation
- Travaux dirigés

### Objectifs pédagogiques

- Reconnaître les éléments essentiels utilisés lors du soudage (procédé, méthode d'exécution, positions, etc.)
- Identifier et caractériser les défauts de soudures en utilisant la terminologie existante
- Appliquer les critères d'acceptation
- Cerner l'origine des défauts constatés
- Établir un procès-verbal de contrôle visuel

### Personnel concerné

Techniciens, chefs d'équipe, contrôleurs ou responsables qualité

### Pré-requis

Des connaissances générales en soudage sont nécessaires (T46)

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
FORMATIONS NON CERTIFIANTES

## Contrôles non destructifs de structures composites

Développez les compétences de vos collaborateurs dans le contrôle non destructif des structures composites

CNDSC  14 h

### Extrait du programme

- Introduction sur le CND des composites
- Présentation générale des méthodes de recherche de défauts surfaciques
- Présentation détaillée avec démonstrations pratiques (analyses et contrôles de pièces composites)
- Présentation générale de la shearographie

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les méthodes de contrôle adaptées aux structures composites
- Connaître leurs modalités de mise en œuvre et leurs domaines d'application
- Sélectionner la méthode de contrôle la mieux adaptée à la structure composite à inspecter
- Échanger avec des experts du domaine CND pour rédiger une spécification

### Personnel concerné

Opérateurs, techniciens et ingénieurs des services bureaux d'études, méthodes, production, contrôle et maintenance désirant acquérir les connaissances pratiques et théoriques en contrôles non destructifs de structures composites


### Pré-requis

Connaissances générales sur les matériaux composites

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
CND INNOVANTS

## Sensibilisation au contrôle par aéronef télépiloté

Découvrir le contrôle non destructif par drone

DRONE1  7 h

### Extrait du programme

- Définitions
- Réglementation française
- Types de drone
- Principaux capteurs embarqués
- Le traitement des données
- Limites et perspectives du drone
- Choisir son prestataire, investir dans un aéronef télépiloté
- Présentation de quelques matériels (constructeurs Pilgrim Technology / Parrot)
- La certification Cofrend Visuel Indirect VT2
- L'avenir du contrôle non destructif par drone
- Démonstration de vol en intérieur (sécurisé par filets) suivant disponibilité des locaux

### Objectifs pédagogiques

- Lister les limites et perspectives du contrôle non destructif par drone
  - Se repérer dans la réglementation française
  - Choisir un constructeur ou un prestataire
- Attention : cette formation n'est pas une formation au pilotage de drones*

### Personnel concerné

Accessible à tous

### Pré-requis

Aucun

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
CND INNOVANTS

## Contrôle par bruit Barkhausen

Utiliser une méthode électromagnétique pour la caractérisation non destructive des matériaux

**BBKN**  14 h

### Extrait du programme

- Rappel sur le magnétisme et l'électromagnétisme
- Principe du contrôle par bruit Barkhausen
- Équipement de contrôle
- Mise en œuvre de la technique bruit Barkhausen
- Relation bruit Barkhausen - microstructure
- Relation bruit Barkhausen - contraintes
- Techniques micromagnétiques connexes

### Objectifs pédagogiques

- Énoncer les principes du contrôle par bruit Barkhausen
- Comprendre les potentialités et les limites du contrôle par bruit Barkhausen (effets/dualité microstructure et contrainte)
- Régler les appareils de contrôle par bruit Barkhausen
- Mettre en pratique les contrôles par bruit Barkhausen

### Personnel concerné

Techniciens et opérateurs du service contrôle, débutants ou peu expérimentés dans la méthode

### Pré-requis

Le niveau scolaire conseillé est, au minimum, celui du baccalauréat scientifique

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
CND INNOVANTS

## Sensibilisation au contrôle non destructif par thermographie infrarouge active

Découvrir les applications de la thermographie active pour la recherche de défauts de surface

**TTACT**  14 h

### Extrait du programme

- Introduction à la thermographie infrarouge passive
- Sensibilisation à la thermographie infrarouge active
- Travaux pratiques
- Démonstrations

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les principes de bases du contrôle par thermographie infrarouge
- Appréhender les potentialités et les limites du contrôle par thermographie infrarouge active
- Appréhender les moyens à mettre en œuvre pour réaliser un contrôle non destructif par thermographie infrarouge active
- Mettre en œuvre des contrôles simples et interpréter les images thermographiques résultantes

### Personnel concerné

Toute personne amenée à réaliser du contrôle non destructif sur matériaux métalliques et composites pour la recherche de défauts de surface ou subsurface

### Pré-requis

Aucun

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
CND INNOVANTS

## Tomographie à rayons X

Observer « in situ », voir et comprendre les défauts à l'intérieur des pièces afin d'y remédier

**TOMO**  32 h

### Extrait du programme

- Principe de la tomographie
- Équipements et appareillage de tomographie X
- Bases théoriques de la tomographie X
- Modes opératoires
- Performances de contrôle et qualité d'image
- Analyse et interprétation
- Normalisation et qualification
- Démonstration sur tomographe industriel et logiciel d'analyse

### Objectifs pédagogiques

- Expliquer le principe de la tomographie
- Citer les principaux paramètres influents d'un contrôle par tomographie
- Décrire les principales possibilités et limitations de la méthode
- Choisir un équipement adapté à leur besoin
- Évaluer la qualité d'une mesure ou d'une machine
- Exprimer leur besoin en analyse d'image

### Personnel concerné

Techniciens et ingénieurs

### Pré-requis

Aucun

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
CND INNOVANTS

## Découverte de la tomographie à rayons X

Découvrir la tomographie à rayons X

**TOMOD**  14 h

### Extrait du programme

- Principe de la tomographie
- Cas de la tomographie X
- Panorama de la tomographie X
- Mise en œuvre
- Analyse et interprétation
- Démonstration avec tomographe industriel et exemples d'application

### Objectifs pédagogiques

- Comprendre les possibilités et les limitations de la tomographie à rayons X afin de mieux cerner les applications possibles

### Personnel concerné

Techniciens et ingénieurs

### Pré-requis

Aucun

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
CND INNOVANTS

## Ultrasons multiéléments – module A

Acquérir des connaissances en matière de contrôle par ultrasons utilisant la technique multiéléments

**UTPAA**  40 h

### Extrait du programme

- Introduction à la technique multiéléments
- Principes généraux
- Technologie des capteurs multiéléments
- Déflexion, focalisation et balayages électroniques
- Présentation des appareils et modes de représentation
- Exemples d'applications industrielles du contrôle ultrasons multiéléments
- Travaux pratiques
- Sensibilisation à la simulation du contrôle ultrasons multiéléments

### Objectifs pédagogiques

- Connaître les principes de base des contrôles ultrasons multiéléments
- Connaître les différents types de balayage
- Calibrer la chaîne de contrôle par ultrasons en multiéléments
- Lire et analyser les différentes représentations multiéléments

### Personnel concerné

Toute personne amenée à contrôler par ultrasons ou à surveiller les opérations de contrôle utilisant la technique multiéléments


### Pré-requis

Une bonne connaissance et une bonne pratique des contrôles par ultrasons conventionnels sont indispensables (exemple : Cofrend 2 confirmé ou Cofrend 3)

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
CND INNOVANTS

## Ultrasons multiéléments – module B

Perfectionner ses connaissances en matière de contrôle par ultrasons utilisant la technique multiéléments

**UTPAB**  32 h

### Extrait du programme

- Rappel des fondamentaux
- Présentation des paramètres influents en ultrasons multiéléments
- Introduction aux principes physiques des multiéléments et conséquences en pratique
- Introduction aux fonctionnalités avancées (DDF, TFM, SAUL, etc.)
- Introduction à la normalisation en contrôle par ultrasons multiéléments
- Travaux pratiques

### Objectifs pédagogiques

- Choisir aisément les paramètres de contrôle en fonction de la pièce contrôlée
- Connaître les possibilités des outils de simulation
- Avoir une vision d'ensemble des différentes possibilités des ultrasons multiéléments
- Interpréter et rapporter les résultats d'un contrôle ultrasons multiéléments

### Personnel concerné

Toute personne amenée à contrôler par ultrasons ou à surveiller les opérations de contrôle utilisant la technique multiéléments

### Pré-requis

Une bonne connaissance et une bonne pratique de cette technique sont indispensables

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
CND INNOVANTS

## Ultrasons multiéléments – contrôle des matériaux composites

Préparation au contrôle de matériaux  
composites par ultrasons multiéléments

UTPAC  35 h

### Extrait du programme

- Rappels sur la technique des ultrasons multiéléments
- Présentation des différents modes de représentations
- Principe de l'étalonnage et vérifications préliminaires
- Caractéristiques des traducteurs et du faisceau ultrasonore
- Influence de la géométrie et des matériaux composites sur la réponse ultrasonore
- Principe du contrôle de structures sandwiches et de matériaux atténuants

### Objectifs pédagogiques

- Choisir une configuration de contrôle en fonction de la structure composite à inspecter
- Étalonner le moyen de contrôle
- Réaliser un contrôle ultrasons multiéléments selon des instructions écrites
- Analyser les cartographies obtenues et rédiger un rapport de contrôle

### Personnel concerné

Opérateurs ou techniciens des services contrôle, inspection, maintenance ou production désirant acquérir les connaissances pratiques et théoriques en contrôle par ultrasons multiéléments sur structures composites

### Pré-requis

Être initié aux ultrasons multiéléments sur métalliques

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
CND INNOVANTS

## Ultrasons : ondes guidées

Initier ses collaborateurs à la technique  
des ondes guidées (LRUT)

UTOG  14 h

### Extrait du programme

- Introduction et principes généraux
- Principes physiques mis en œuvre
- Avantages et limitations
- Différents systèmes présents sur le marché
- Exemples d'applications
- Méthodologie de contrôle - principales étapes de la procédure
- Travaux pratiques avec systèmes ondes guidées (technologie piézo ou magnétostrictive)

### Objectifs pédagogiques

- Connaître la théorie générale des ondes guidées
- Avoir un aperçu exhaustif des systèmes présents sur le marché
- Avoir un aperçu des possibilités et limites de cette technique
- Réaliser des acquisitions grâce au matériel mis à leur disposition

### Personnel concerné

Opérateurs ou techniciens des services contrôle, inspection, maintenance ou production  
Personnel désirant acquérir les connaissances pratiques et théoriques nécessaires au contrôle par ultrasons ondes guidées

### Pré-requis

Avoir une bonne connaissance et une bonne pratique des contrôles par ultrasons classiques

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
TRAITEMENTS STATISTIQUES

## Initiation au traitement statistique des données industrielles

Exploiter les multiples données existantes  
dans son entreprise en les utilisant comme  
levier de l'amélioration continue

R06  28 h

### Extrait du programme

- Approche théorique (3 journées)
- Retour d'expérience des travaux d'intersession (1 journée)

### Objectifs pédagogiques

- Expliquer les techniques de base de la statistique élémentaire
- Interpréter les méthodes statistiques utiles à la maîtrise des activités industrielles (recherche et développement, analyse des retours d'expérience, fiabilité)
- Mettre en œuvre un traitement statistique de données pour exploiter des données, résoudre et caractériser des problèmes
- Citer les bonnes pratiques clés lors d'un traitement statistique de données
- Analyser et interpréter les résultats en vue d'obtenir des conclusions opérationnelles

### Personnel concerné

Ingénieurs recherche et développement, chefs de projets techniques, ingénieurs et techniciens d'essais, méthodes, qualité et fiabilité, commercial, marketing, SAV, etc.

### Pré-requis

Aucun

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS :  
TRAITEMENTS STATISTIQUES

## **SPC-MSP : maîtrise statistique des procédés**

Utiliser des outils statistiques adaptés pour améliorer la productivité de son entreprise, la maîtrise de ses procédés de fabrication et pour évaluer ses capacités de production en termes de tolérances générales acceptables

**A41**  **21 h** **NOUVEAU**

### **Extrait du programme**

- Introduction : historique de la qualité, qualité et compétitivité, avantage de la prévention par rapport à la détection
- Présentation générale de l'outil MSP : contexte général, démarche
- Approche statistique
- Pratique statistique
- Loi normale, définitions et exercices, hasard : causes aléatoires, causes assignables
- Distribution, histogramme

### **Objectifs pédagogiques**

- Fournir des explications sur l'utilisation des statistiques
- Identifier et analyser les étapes de mise en œuvre de la démarche MSP
- Identifier les questions à poser à leurs clients et à leurs fournisseurs
- Calculer les limites de contrôle
- Analyser les cartes de contrôle

### **Personnel concerné**

Ingénieurs et techniciens des services qualité, contrôle et fabrication

### **Pré-requis**

Avoir des connaissances de base en statistiques (moyenne, écart type, etc.)



# Une question technique ?

## **+33 / 970 821 680**

### **sqr@cetim.fr**

- La voie d'accès privilégiée aux compétences du Cetim
- Identification immédiate de vos besoins
- 400 experts et spécialistes des disciplines de la mécanique pour vous répondre






## Maintenance

---

Les équipes de maintenance contribuent fortement aux enjeux de compétitivité de l'entreprise en prévenant les défaillances ou en minimisant leurs impacts. La maintenance prédictive est en effet déterminante pour réduire vos OPEX/CAPEX. Dans cette optique, le Cetim propose notamment une série de formations IIoT : des fondamentaux jusqu'à l'exploitation de la donnée en passant par la définition des stratégies de mesure et de collecte des datas. Les formations Cetim Academy basées majoritairement sur des études de cas et des visites de laboratoires vous permettront de mettre en place des dispositifs de surveillance et d'acquérir une méthode d'analyse de défaillances.

---

-  Réalisable en Anglais
-  Formation digitale
-  Éligible au CPF







# Maintenance



<b>Les fondamentaux</b> .....	194
<b>Alignement machines tournantes</b> .....	194
<b>Pompes</b> .....	195
<b>Machines-outils</b> .....	195
<b>Soudage</b> .....	196
<b>Analyse de défaillances</b> .....	196
<b>Vibration</b> .....	199

## LES FONDAMENTAUX

**Méthodes maintenance**

Les méthodes maintenance, piliers de l'efficacité de la fonction maintenance

**MAIN01**  **14 h**

**Extrait du programme**

- La fonction maintenance : périmètre, acteurs
- Les différents aspects de la maintenance : opérationnelle, méthodes, etc.
- Rappel de vocabulaire maintenance : norme 13306 : types de maintenance, niveaux de maintenance, activités de maintenance, temps de maintenance, indicateurs
- Démarche de construction d'un plan de surveillance
- Retour d'expérience et optimisation des plans de maintenance
- La planification et l'ordonnement
- Criticité et hiérarchisation des moyens de production

**Objectifs pédagogiques**

- Expliquer le rôle et les activités des méthodes maintenance
- Décrire la méthodologie d'élaboration d'un plan de maintenance préventive et de gestion des pièces de rechange
- Définir les moyens de planification et de suivi des opérations maintenance (préventive, corrective)
- Contribuer à l'analyse des coûts et des données de suivi technique des moyens de production

**Personnel concerné**

Techniciens/ingénieurs de maintenance ou d'autres services techniques qui doivent intégrer un service méthodes maintenance

**Pré-requis**

Formation technique et/ou expérience sur les équipements industriels

## ALIGNEMENT MACHINES TOURNANTES

**Alignement des machines tournantes – utilisateur**

Former ses collaborateurs aux métiers de l'alignement des machines tournantes niveau utilisateur

**AMT01**  **14 h**

**Extrait du programme**

- Introduction à l'alignement
- Travail de préparation avant l'alignement
- Détecter et corriger un pied bancal
- Alignement laser
- Bouger les machines
- Examen « utilisateur »

**Objectifs pédagogiques**

- Déterminer les tolérances adaptées à l'installation
- Détecter et corriger les problèmes de « pied bancal »
- Exploiter les résultats de mesure
- Exprimer l'état d'alignement de deux machines
- Éviter les erreurs dues aux limites du système de mesure

**Personnel concerné**

Techniciens et ingénieurs de maintenance


**Pré-requis**

Formation technique, connaissances en mécanique

## ALIGNEMENT MACHINES TOURNANTES

**Alignement des machines tournantes – expert**

Former ses collaborateurs aux métiers de l'alignement des machines tournantes niveau expert

**AMT02**  **7 h**

**Extrait du programme**

- Alignement de train de machines
- Croissance thermique et mouvements dynamiques
- Mathématiques de l'alignement
- Examen « expert »

**Objectifs pédagogiques**

- Anticiper les phénomènes thermiques et dynamiques
- Réaliser un alignement complexe (3 machines et plus)
- Maîtriser les méthodes graphiques et mathématiques

**Personnel concerné**

Ingénieurs et techniciens de maintenance

**Pré-requis**

Avoir réussi l'examen de niveau « utilisateur » (AMT01)

## POMPES

## Pompes : pannes, diagnostic et maintenance

Rendre ses mécaniciens plus performants et capables d'analyser les défaillances, d'en comprendre l'origine et de proposer des actions pour éviter que ces défaillances ne deviennent répétitives

**EU250**  **21 h**

### Extrait du programme

- Introduction à la mécanique des fluides
- Études techniques des pompes
- La cavitation : comprendre, remédier
- Garnitures mécaniques et presse-étoupes
- Contrôle, réparation et entretien des pompes
- Diagnostic et symptômes
- Outils de la maintenance moderne : maintenance prédictive (les thèmes sont présentés quant à leur principe, leurs conditions d'utilisations et leurs avantages et limites)

### Objectifs pédagogiques

- Appliquer un mode opératoire efficace pour traiter une panne de pompe : déceler la panne, comprendre son origine, remédier à la cause, suivre la réparation du matériel
- Communiquer et rendre compte de façon claire et efficace
- Proposer des améliorations des équipements, installations, outillages et modes opératoires

### Personnel concerné

Mécaniciens, AM maintenance, techniciens de SAV et opérateurs de production (tous secteurs)

### Pré-requis

Formation générale niveau brevet des collèges et connaissance de la mécanique industrielle

## POMPES

## Pompes centrifuges : réparations mécaniques, règles de l'art

Réparer une pompe centrifuge en respectant les règles de l'art

**EU251C**  **21 h**

### Extrait du programme

- Rappels généraux sur les pompes centrifuges
- Rappels généraux de technologie
- Analyse sur plan des points fondamentaux à contrôler lors d'une réparation
- Les fondamentaux des étanchéités dynamiques
- Les fondamentaux du montage des roulements
- Pratique en atelier

### Objectifs pédagogiques

- Appliquer un bon mode opératoire pour démonter et réparer la plupart des pompes
- Évaluer l'état des pièces et prendre des décisions quant à leur remplacement
- Réparer « intelligent » en respectant les règles de l'art
- Établir un rapport précis et efficace

### Personnel concerné

Mécaniciens, électromécaniciens, avec ou sans expérience des pompes, AM mécanique, ou toute personne qui doit réparer ou remettre en état une pompe

### Pré-requis

Un CAP de mécanicien ou équivalent est préférable pour profiter de ce stage

## MACHINES OUTILS

## Contrôle, réception, calibration et suivi périodique de vos machines-outils

Contrôler la géométrie et les axes de positionnement de ses machines-outils conventionnelles et à commande numérique afin d'en maîtriser les performances

**N20**  **28 h**

### Extrait du programme

- Cotes des machines-outils (ISO 230-1)
- Contrôle de la géométrie d'un centre d'usinage
- Contrôle de la justesse d'un centre d'usinage (travaux pratiques)
- Qualité des mesures

### Objectifs pédagogiques

- Vérifier la géométrie d'un parc de machines-outils suivant les normes spécifiques à chaque type de machine-outil, ceci dans le cadre d'une réception ou en vue d'une maintenance
- Effectuer rapidement et efficacement une calibration d'axe et interaxes
- Prendre en charge une réception, suivant la norme en vigueur des axes de positionnement

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens, opérateurs des services maintenance et contrôle qualité

### Pré-requis

Avoir des connaissances générales en mécanique et en technologie des machines-outils

## SOUDAGE

**Maintenance de 1<sup>er</sup> niveau du matériel de soudage**

Sensibiliser ses soudeurs à l'entretien de leur matériel pour diminuer les interventions du service maintenance et l'immobilisation des postes à souder

**CDS03**  **7 h**

**Extrait du programme**

- Notions de maintenance préventive
- Risques électriques
- Principe de fonctionnement d'un générateur
- Torches de soudage
- Dévidoir
- Formation pratique

**Objectifs pédagogiques**

- Entretien le matériel de soudage en maintenance 1<sup>er</sup> niveau
- Détecter des dysfonctionnements mécaniques simples
- Éviter l'intervention du service entretien pour les pannes bénignes
- Optimiser l'utilisation du matériel de soudage en respectant les règles de base

**Personnel concerné**

Soudeurs, chefs d'équipe, personnel d'entretien ou toute personne amenée à assurer la maintenance 1<sup>er</sup> niveau des postes à souder

**Pré-requis**

Avoir des notions en soudage

## ANALYSE DE DÉFAILLANCES

**Introduction à l'analyse de défaillances sur pièces et ensembles métalliques**

Acquérir une connaissance des méthodes d'analyse de défaillances afin d'optimiser les investigations

**FL09**  **7 h**

**Extrait du programme**

- Intérêts de l'analyse d'une défaillance
- Méthodologie et moyens d'investigation
- Précautions à prendre en présence d'une défaillance
- Savoir lire les défaillances
- Langage des ruptures
- Étude de cas de pièces endommagées

**Objectifs pédagogiques**

- Caractériser une défaillance
- Connaître les moyens et les précautions à prendre pour « faire parler les pièces »
- Avoir les bons réflexes en présence d'une pièce défaillante
- Tirer parti de l'expertise réalisée

**Personnel concerné**

Personnels de bureaux d'études, des services maintenance, SAV, cabinets d'expertise ou d'assurance, et toute personne souhaitant améliorer la qualité de ses échanges avec un spécialiste du domaine

**Pré-requis**

Posséder des notions de métallurgie et de mécanique

## ANALYSE DE DÉFAILLANCES

**Pratique de l'analyse de défaillances**

Améliorer la qualité et la conception de ses produits grâce à l'analyse de défaillances. Méthodologie, études de cas de rupture de pièces métalliques

**M11**  **35 h**

**Extrait du programme**

- Introduction à l'analyse de défaillances
- Défaillance par rupture mécanique
- Défaillance par corrosion
- Défaillance par frottement - usure
- Moyens d'investigation

*Nota : se munir de chaussures de sécurité*

**Objectifs pédagogiques**

- Décrire les différentes étapes de la démarche d'une analyse de défaillances
- Identifier les différents types de rupture et les modes de sollicitation liés
- Sélectionner les examens complémentaires à l'analyse morphologique les plus pertinents
- Nommer les grandes familles de défaillances en corrosion
- Nommer les grandes familles de défaillances en usure

**Personnel concerné**

Ingénieurs et techniciens et plus généralement toute personne concernée par des problèmes de défaillances

**Pré-requis**

Posséder des notions de métallurgie et de mécanique

## ANALYSE DE DÉFAILLANCES

## Analyse de défaillances : matériaux métalliques

Appréhender les techniques d'investigations pratiques permettant de résoudre une analyse de défaillances

**ADE01**  **10 h**

### Extrait du programme

- Généralités sur l'analyse de défaillances
- Applications pratiques : étude de cas concrets de rupture de pièces ou de structure, présentation et critique des résultats concernant les cas étudiés, moyens techniques et scientifiques d'investigation, réflexion concernant leur utilisation dans les cas concrets étudiés

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les principaux modes de rupture des matériaux métalliques
- Décrire les étapes d'une analyse morphologique
- Identifier les moyens de laboratoire associés

### Personnel concerné

Experts d'assurance, experts judiciaires, chefs de projets industriels, ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, production, qualité et SAV

### Pré-requis

Posséder des notions de métallurgie et de mécanique

## ANALYSE DE DÉFAILLANCES

## Pratique de l'analyse de défaillances en corrosion sur pièces métalliques

Améliorer la qualité de ses produits grâce à l'analyse de défaillances en corrosion

**M18**  **21 h**

### Extrait du programme

- Généralités
- Pratique de l'analyse de défaillances en corrosion
- Étude de cas concrets

### Objectifs pédagogiques

- Différencier les formes de corrosion
- Utiliser le langage technique approprié avec les spécialistes
- Choisir parmi les différents moyens techniques d'investigation
- Interpréter l'analyse de défaillances sur des pièces corrodées

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens et toute personne concernée par des problèmes de défaillances en corrosion

### Pré-requis

Aucun

## ANALYSE DE DÉFAILLANCES

## Pratique de l'analyse d'avaries de pièces plastiques, élastomères et composites

Améliorer la qualité de ses pièces par le retour d'expérience issu de l'analyse de défaillances

**M13**  **31 h**

### Extrait du programme

- Présentation générale des matériaux et procédés
- Méthodologie à suivre pour remonter aux causes de défaillance
- Principe et applications des contrôles non destructifs dans le cadre d'une expertise
- Fractographie des polymères et composites
- Possibilités offertes par les moyens de caractérisation physico-chimique, mécanique et par les calculs (analyse mécanique)
- Étude de cas réels

### Objectifs pédagogiques

- Appliquer la démarche suivie en analyse de défaillances
- Lister les différentes hypothèses de défaillances à partir des informations recueillies
- Identifier les moyens employés en analyse de défaillances
- Avoir connaissance des outils (techniques) utilisés en analyse de défaillances de pièces polymères et composites
- Interpréter les faciès de rupture de pièces à base de polymères

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens en contrôle qualité ou fabrication

### Pré-requis

Niveau bac + 2 minimum. Avoir des notions de base sur les polymères

## ANALYSE DE DÉFAILLANCES

**Assemblages vissés :  
analyse de défaillances**

Identifier les paramètres influant sur la tenue des assemblages vissés et connaître les outils nécessaires à l'analyse de défaillances

**ADE03**  **14 h**

**Extrait du programme**

- L'analyse de défaillances
- Études de cas sur assemblages vissés en corrélation avec les notions théoriques

**Objectifs pédagogiques**

- Identifier les modes de défaillances des assemblages boulonnés et vissés
- Identifier les causes de défaillances à partir des différents moyens et méthodes de contrôles de caractérisation

**Personnel concerné**

Experts d'assurance, experts judiciaires, chefs de projets industriels, ingénieurs et techniciens (bureaux d'études, production, qualité, SAV)

**Pré-requis**

Des notions de mécanique sont nécessaires

## ANALYSE DE DÉFAILLANCES

**Mieux analyser les  
défaillances pour fiabiliser  
les assemblages soudés**

Bénéficier d'un retour d'expérience efficace pour identifier les causes d'avarie liées à la fabrication et/ou à l'utilisation de ses assemblages soudés, et définir des actions correctives permanentes

**T55**  **14 h**

**Extrait du programme**

- Définitions et terminologie nécessaires à la description détaillée des assemblages soudés
- Méthode d'analyse d'avarie
- À partir d'illustrations de cas de ruine : identification des causes et définition des actions correctives immédiates curatives
- Études de cas réels d'avarie sur assemblages soudés

**Objectifs pédagogiques**

- Identifier les différents défauts et modes de ruine des assemblages soudés
- Proposer une méthode pour identifier les causes d'une avarie : contrôles et examens de caractérisation et mise en place des actions correctives
- Utiliser le langage approprié avec les spécialistes (métallurgistes, fractographes, etc.)

**Personnel concerné**

Personnels de bureaux d'études, des services méthodes, fabrication, maintenance et qualité. Plus généralement toute personne confrontée à des défaillances d'assemblages soudés

**Pré-requis**

Des connaissances générales en soudage et en métallurgie sont requises

## ANALYSE DE DÉFAILLANCES

**Analyse de défaillances :  
engrenages et roulements**

Comprendre les causes des défaillances de ses engrenages et roulements pour mieux les éviter. Mettre en œuvre des actions correctives appropriées en utilisant une démarche structurée d'analyse d'avarie

**N70**  **17 h**

**Extrait du programme**

- Transmissions par engrenages
- Principaux aspects des dentures d'engrenages en service
- Liaison par interposition d'éléments roulants (roulements)
- Détérioration des roulements

**Objectifs pédagogiques**

- Identifier les différents aspects des dentures et roulements des transmissions par engrenages en service
- Expliquer les mécanismes d'endommagement et identifier les causes des défaillances
- Proposer les actions correctives appropriées

**Personnel concerné**

Ingénieurs, techniciens et plus généralement toute personne confrontée à des problèmes d'avarie dans les réducteurs et ensembles à engrenages

**Pré-requis**

Avoir des notions de métallurgie, de mécanique et de cinématique des engrenages

## VIBRATION

## Analyse et diagnostic vibratoire des machines

Pour une meilleure exploitation de ses machines : mesurer, analyser et comprendre les vibrations, afin de réaliser un diagnostic vibratoire

**N50**  **21 h**

### Extrait du programme

- Intérêt du diagnostic des machines par l'analyse vibratoire
- Rappel des notions de base en vibrations
- Capteurs et chaînes de mesure
- Travaux pratiques : instrumentation et analyse vibratoire d'une machine tournante (touret)
- Contrôle vibratoire des machines
- Diagnostic des machines
- Travaux pratiques
- Suivi d'ordre pour les machines tournantes
- Équilibrage : principe et démonstration en salle
- Caractérisation dynamique des structures
- Travaux pratiques sur une structure mécanique

### Objectifs pédagogiques

- Interpréter les résultats de la mesure vibratoire
- Réaliser le diagnostic vibratoire des machines

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens des services d'essais, de bureaux d'études, de maintenance et de contrôle qualité

### Pré-requis

Aucun

## VIBRATION

## Analyse vibratoire pour la surveillance des machines – niveau 1 (ISO 18436-2)

Préparer les collaborateurs concernés par la surveillance et le diagnostic vibratoire des machines à la certification ISO 18436-2

**N91**  **25 h**

### Extrait du programme

- Stratégies de maintenance
- Techniques de surveillance des machines
- Notions de base en vibration
- Analyse vibratoire
- Validation des acquisitions
- Capteurs et chaînes de mesure

### Objectifs pédagogiques

- Évaluer l'apport de la maintenance conditionnelle et des différentes techniques associées
- Réaliser des mesures vibratoires dans des conditions de fonctionnement stationnaires, conformément à des procédures prédéfinies
- Décrire l'utilisation d'un instrument portable sur une ronde de mesure prédéfinie ou préprogrammée
- Charger, décharger des mesures dans une base de données

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens concernés par la surveillance des machines

### Pré-requis

Une expérience minimale de 6 mois de pratique est demandée pour valider la certification



## VIBRATION

## Analyse vibratoire pour la surveillance des machines – niveau 2 (ISO 18436-2)

Préparer les collaborateurs concernés par la surveillance et le diagnostic vibratoire des machines à la certification ISO 18436-2

**N92**  **32 h**

### Extrait du programme

- Rappels sur les stratégies de maintenance et les techniques de surveillance des machines
- Principes des vibrations
- Acquisition de données
- Analyse temporelle

### Objectifs pédagogiques

- Réaliser des mesures vibratoires en ronde et hors ronde sur un large spectre de machines tournantes
- Choisir la technique appropriée de mesure et d'analyse
- Analyser de manière critique les vibrations mesurées
- Comprendre la maintenance proactive et les concepts fondamentaux de l'équilibrage et de l'alignement

### Personnel concerné

Ingénieurs, techniciens concernés par la surveillance des machines

### Pré-requis

Les stagiaires doivent disposer de l'ensemble des connaissances et compétences du niveau 1 (une expérience minimale de 18 mois de pratique est demandée pour valider la certification)



## VIBRATION

## **Analyse vibratoire pour la surveillance des machines – niveau 3 (ISO 18436-2)**

Préparer les collaborateurs concernés  
par la surveillance et le diagnostic vibratoire  
des machines à la certification ISO 18436-2

**N93**  **32 h**

### **Extrait du programme**

- Rappels sur les stratégies de maintenance et les techniques de surveillance des machines
- Acquisition de données et traitement du signal
- Analyse temporelle
- Analyse de phase
- Fréquences propres et résonance
- Déformée opérationnelle en fonctionnement
- Analyse modale expérimentale

### **Objectifs pédagogiques**

- Définir et réaliser des mesures vibratoires sur un large spectre de machines tournantes
- Définir un setup d'analyse
- Analyser des signaux vibratoires temporels, des spectres, des signaux d'enveloppe
- Mettre en évidence des problèmes de résonance de structure, et proposer des actions correctives

### **Personnel concerné**

Ingénieurs, techniciens concernés par la surveillance des machines

### **Pré-requis**

Disposer de l'ensemble des connaissances et compétences du niveau 2. Une expérience minimale de 3 ans de pratique est demandée pour valider la certification. Formation préalable exigée : N92






# L'IoT autrement

**Surveillance en temps réel, maintenance prédictive, traçabilité numérique, ....**

Grâce à l'expertise métier produits/process du Cetim, bénéficiez d'un accompagnement sur mesure pour décider, agir et créer rapidement de la valeur ajoutée par l'usage de vos données :

- Identifier les usages à forte valeur ajoutée en lien avec la stratégie de votre entreprise
- Créer l'objet connecté, ses stratégies d'instrumentations, de collecte et de connectivité
- Concevoir l'entrepôt de données et son intelligence
- Générer et mettre à disposition le service et la valeur
- Former vos collaborateurs sur toute la chaîne de valeur avec les formations Cetim Academy

*Votre projet, notre expertise, votre solution !*

**CONTACT**  **Céline Cammarata**  
Tél.: +33 / 970 821 680  
sqr@cetim.fr



## Qualité Hygiène Sécurité Environnement

---

Retrouvez sous cette thématique toutes les formations Cetim Academy permettant une meilleure connaissance des principales normes et obligations réglementaires concernant le respect de l'environnement (ISO 14001, pollution, gestion des déchets, etc.), les règles d'hygiène et de sécurité de l'homme au travail (bruit, ergonomie, etc.).

---

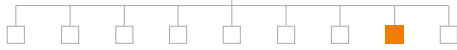
 Réalisable en Anglais

 Formation digitale

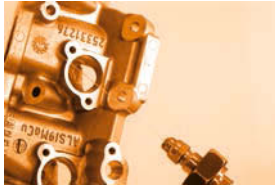
 Éligible au CPF



Filière



# QHSE



<b>Hygiène et sécurité</b> .....	204
Bruit .....	204
Thermique .....	205
Sécurité .....	205
<b>Normes</b> .....	206
<b>Audit</b> .....	208
<b>Obligations réglementaires</b> .....	209
Environnementales .....	209
Sécurité .....	211
<b>Efficacité énergétique</b> .....	212



HYGIÈNE ET SÉCURITÉ :  
BRUIT

## Acoustique pour tous

Découvrir les notions fondamentales sur le bruit et sa mesure

MES18  7 h

### Extrait du programme

- Grandeurs acoustiques
- Relation entre deux modes d'évaluation des performances acoustiques : notions de pression et de puissance acoustiques
- Comprendre et utiliser les décibels : pondération A
- Mode de représentation des grandeurs acoustiques : spectres par bandes d'octave et en niveau global dB et dB(A)
- Chaîne de mesure acoustique
- Méthodes de mesure des niveaux de pression et de puissance acoustique appliquées au bruit des machines

### Objectifs pédagogiques

- Utiliser les connaissances fondamentales en acoustique
- Choisir et interpréter une méthode de mesure acoustique
- Établir un cahier des charges dans le cadre d'une relation avec un fournisseur ou un prestataire

### Personnel concerné

Chefs de projets, responsables qualité, responsables QHSE, décideurs, commerciaux, acheteurs, etc.

### Pré-requis

Formation technique ou scientifique de base.  
Pas de connaissance requise en acoustique

HYGIÈNE ET SÉCURITÉ :  
BRUIT

## Notions de base sur le bruit au travail et dans l'environnement

Maîtriser les notions simples sur le bruit pour faire face aux réglementations, en particulier la directive 2003/10/CE sur le bruit au travail, et réaliser des contrôles simples

F30  14 h

### Extrait du programme

- Introduction sur le bruit et les grandeurs physiques associées
- Mesure et analyse du bruit
- Réglementation bruit au travail
- Aperçu des autres réglementations
- Bruit et grandeurs physiques associées

### Objectifs pédagogiques

- Maîtriser les notions de base sur le bruit
- Comprendre et mettre en œuvre les obligations des nouvelles réglementations nationales et européennes
- Réaliser des mesures simples et mettre en place une évaluation du risque et des expositions quotidiennes au bruit

### Personnel concerné

Responsables et membres des services hygiène-sécurité-environnement, médecine du travail, ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, fabrication-méthodes, ainsi que toute personne devant prendre en charge les problèmes de bruit dans son entreprise

### Pré-requis

Connaissances mathématiques de base

HYGIÈNE ET SÉCURITÉ :  
BRUIT

## Solutions pour la réduction du bruit au travail et dans l'environnement

Savoir mettre en œuvre un programme de réduction de bruit (bâtiment, machines, opérateurs) et répondre aux nouvelles obligations de la directive 'bruit' 2003/10/CE pour assurer la protection du personnel et de l'environnement

F31  21 h

### Extrait du programme

- Réduction du bruit à l'extérieur des bâtiments
- Mise en place d'un programme de réduction du bruit dans un atelier ou une usine
- Règles pour la conception et l'organisation des locaux
- Matériaux et systèmes utilisés pour la réduction du bruit dans les ateliers

### Objectifs pédagogiques

- Intégrer le paramètre bruit dans ses projets de modernisation ou de réaménagement d'usine ou d'atelier
- Interpréter les documents techniques sur les produits et matériaux acoustiques
- Élaborer un programme de réduction de bruit et donner des informations pertinentes aux fournisseurs d'insonorisation

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services hygiène-sécurité-environnement, travaux neufs, ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, fabrication-méthodes, ainsi que toute personne devant prendre en charge les problèmes de bruit dans son entreprise

### Pré-requis

Aucun

HYGIÈNE ET SÉCURITÉ :  
THERMIQUE

## Climatisation et réfrigération pour tous

Découvrir les fondamentaux de la production de froid que sont le cycle frigorifique et les fluides frigorigènes

**FLUID1**  7h

### Extrait du programme

- Notions de base
- Le cycle frigorifique
- Equipements de climatisation, pompes à chaleur (PAC), etc.
- Les échanges thermiques
- Composants : évaporateur, compresseur, condenseur, détendeurs
- Les fluides frigorigènes
- Diagramme de l'air humide

### Objectifs pédagogiques

- Acquérir les bases fondamentales en climatisation et réfrigération

### Personnel concerné

Chefs de projet, responsables qualité, responsables QHSE, décideurs, commerciaux, acheteurs, etc.


### Pré-requis

Formation technique de base, pas de connaissances spécifiques en conditionnement d'air

HYGIÈNE ET SÉCURITÉ :  
THERMIQUE

## Ventilateurs pour tous

Découvrir les types de ventilateur, leurs caractéristiques, leurs performances et leurs modes d'installation afin d'optimiser leur intégration dans ses systèmes ainsi que le dialogue avec ses fournisseurs

**MAT11**  7h

### Extrait du programme

- Notions de base en mécanique des fluides
- Terminologie et classification des ventilateurs
- Caractéristiques aérauliques de chaque type de ventilateur
- Prédiction à partir des caractéristiques d'un ventilateur, des performances d'un ventilateur du même type pour un diamètre différent, une vitesse différente (lois de transposition)
- Couplage des ventilateurs en série, en parallèle
- Comportement du ventilateur installé : présentation et explication de l'effet système, conseils de montage

### Objectifs pédagogiques

- Acquérir les connaissances fondamentales pour choisir un ventilateur, le faire installer, faire évaluer ses performances et dialoguer avec un fournisseur

### Personnel concerné

Chefs de projet, responsables qualité, responsables QHSE, décideurs, commerciaux, acheteurs, etc.


### Pré-requis

Maîtriser les notions élémentaires de physique

HYGIÈNE ET SÉCURITÉ :  
SÉCURITÉ

## Hygiène et sécurité en soudage

Sensibiliser ses soudeurs aux risques liés aux opérations de soudage

**CDS02**  7h

### Extrait du programme

- Identification des risques
- Risques pour les yeux, le visage, le cou
- Risques pour les mains
- Risques pour le corps
- Risques pour les pieds
- Risques pour le système nerveux
- Risques pour les poumons

### Objectifs pédagogiques

- Identifier l'ensemble des risques liés à une opération de soudage
- Utiliser l'ensemble des moyens collectifs et individuels de protection
- Appliquer les règles de sécurité inhérentes à l'utilisation du matériel de soudage

### Personnel concerné

Soudeurs, chaudronniers ou toute personne confrontée aux risques liés au soudage

### Pré-requis

Avoir des notions en soudage

## NORMES

## ISO 14001 : référentiel dans le domaine de l'environnement

Présentation de la norme

**135A**  **7 h**

### Extrait du programme

- Présentation détaillée des évolutions liées à la norme ISO 14001 version 2015 : contenu de la norme dans les grandes lignes, contenu détaillé de la norme par exigences et explication des exigences normatives, présentation des moyens de mise en œuvre

### Objectifs pédagogiques

- Interpréter les évolutions normatives liées à la norme ISO 14001 version 2015

### Personnel concerné

Dirigeants et personnel en charge de la mise en œuvre de l'ISO 14001

### Pré-requis

Aucun

## NORMES

## ISO 14001 : référentiel dans le domaine de l'environnement

Comprendre la logique, les exigences et le déroulement de la mise en œuvre de la norme ISO 14001

**135B**  **14 h**

### Extrait du programme

- Enjeux et avantages de la mise en place de l'ISO 14001
- Définition et objectifs d'un système de management de l'environnement
- Présentation détaillée de la norme ISO 14001 : contenu de la norme dans les grandes lignes, contenu détaillé de la norme par exigences et explication des exigences normatives, présentation des moyens de mise en œuvre

### Objectifs pédagogiques

- Interpréter les principes, les étapes clés et le contenu de la norme ISO 14001

### Personnel concerné

Dirigeants et personnel en charge de la mise en œuvre de l'ISO 14001

### Pré-requis

Aucun

## NORMES

## ISO 9001 v2015

Présentation de la norme

**63A**  **7 h**

### Extrait du programme

- Présentation des exigences spécifiques de la norme ISO 9001 version 2015 par rapport à la version 2008, avec un focus particulier sur : enjeux internes/externes, parties intéressées, gestion des connaissances, maîtrise de la supply chain

### Objectifs pédagogiques

- Interpréter les exigences nouvelles de la norme ISO 9001 version 2015
- Mettre à niveau un système qualité ISO 9001 v 2008, en intégrant les dispositions répondant à la version 2015

### Personnel concerné

Chefs d'entreprises, pilotes de processus, responsables qualité et toute personne impliquée dans un projet ISO 9001

### Pré-requis

Aucun

## NORMES

**ISO 9001 v2015**

Connaître et comprendre les exigences de l'ISO 9001

**63B**  **14 h**

**Extrait du programme**

- Concepts et vocabulaire
- Les 7 principes du management
- L'approche processus
- Analyse des exigences de la norme ISO
- Transition v2008 à v2015

**Objectifs pédagogiques**

- Interpréter les exigences de la norme ISO 9001 v2015
- Identifier les pratiques à mettre en œuvre dans l'entreprise pour satisfaire ces exigences

**Personnel concerné**

Chefs d'entreprises, pilotes de processus, responsables qualité et toute personne impliquée dans un projet ISO 9001

**Pré-requis**

Aucun

## NORMES

**Mise en œuvre du référentiel IATF 16949 v2016**

Présentation de la norme

**127A**  **7 h**

**Extrait du programme**

- Présentation des exigences spécifiques de la norme IATF 16949 version 2016 par rapport à la version ISO TS 16949, avec un focus particulier sur : gestion des risques, sécurité produit, maîtrise de la supply chain et des compétences, CSR (Customer Specific Requirements ou Exigences Spécifiques Client)

**Objectifs pédagogiques**

- Appréhender les exigences nouvelles du référentiel IATF 16949 v2016
- Mettre à niveau un système qualité ISO TS 16949 v 2009, en intégrant les dispositions répondant à l'IATF 16949 version 2016

**Personnel concerné**

Toute personne en charge de la mise en œuvre d'un système de management qualité ainsi que les pilotes de processus

**Pré-requis**

Connaissance de la norme ISO 9001 v2015

## NORMES

**Mise en œuvre du référentiel IATF 16949 v2016**

Connaître et comprendre les exigences de la norme IATF 16949 V2016

**127B**  **14 h**

**Extrait du programme**

- Comprendre les fondements de la norme IATF 16949 et l'approche processus global
- Présentation des exigences spécifiques de la norme IATF 16949 v2016 par rapport à l'ISO 9001 v2015

**Objectifs pédagogiques**

- Appréhender les exigences du référentiel IATF 16949 v2016
- Maîtriser l'animation d'un système de management qualité automobile
- Mettre à niveau un système qualité ISO 9001 v2015 en intégrant les dispositions répondant à l'IATF 16949 v2016

**Personnel concerné**

Toute personne en charge de la mise en œuvre d'un système de management qualité ainsi que les pilotes de processus

**Pré-requis**

Connaissance de la norme ISO 9001 v2015

## NORMES

**EN 9100 : référentiel dans les domaines aéronautique, espace et défense**

Présentation de la norme

**215A** 🕒 **7 h****Extrait du programme**

- Présentation des exigences spécifiques de la norme EN 9100 version 2016 par rapport à la version 2009, avec un focus particulier sur : pièces contrefaites, sécurité produit, facteurs humains, sensibilisation

**Objectifs pédagogiques**

- Interpréter les exigences de la norme EN 9100 v2016
- Mettre à niveau un système qualité ISO 9001 en intégrant les dispositions répondant à l'EN 9100 version 2016

**Personnel concerné**

Chefs d'entreprise, responsables qualité et toute personne impliquée dans un projet EN 9100

**Pré-requis**

Connaissance de la norme ISO 9001 v2015

## NORMES

**EN 9100 : référentiel dans les domaines aéronautique, espace et défense**

Comprendre les exigences de l'EN 9100 v2016

**215B** 🕒 **14 h****Extrait du programme**

- Exigences du marché
- Parties intéressées des secteurs aéronautique, spatial et de la Défense
- Normes associées à la norme EN 9100
- Présentation des exigences spécifiques de la norme EN 9100 par rapport à l'ISO 9001 avec un focus sur les thèmes importants tels que : gestion du projet, gestion des risques, gestion de configuration (audit de configuration), maîtrise des transferts d'activités
- Déroulement de l'audit

**Objectifs pédagogiques**

- Interpréter les exigences de la norme EN 9100 v2016
- Identifier les pratiques à mettre en œuvre dans l'entreprise pour satisfaire ces exigences

**Personnel concerné**

Chefs d'entreprise, responsables qualité et toute personne impliquée dans un projet EN 9100

**Pré-requis**

Connaissance de la norme ISO 9001 v2015

## AUDIT

**Audit processus de fabrication**

Audit processus de fabrication

**219** 🕒 **14 h****Extrait du programme**

- Définitions et vocabulaire
- Objectifs et finalités de l'audit de processus de fabrication
- Champs d'application
- Le processus de fabrication
- Conduite et technique d'audit (relation auditeur/audité)
- Démarche de l'audit de processus de fabrication
- Option : une journée d'application en entreprise sur un de vos processus (date à convenir)

**Objectifs pédagogiques**

- Préparer et réaliser un audit de processus de fabrication de manière autonome

**Personnel concerné**

Responsables qualité, contrôle, achats-techniciens qualité, méthodes, industrialisation, achats-auditeurs qualité interne

**Pré-requis**

Connaissance des bases de la qualité (dossier de fabrication, enregistrements, etc.)



## AUDIT

## Audit interne du système de management selon l'ISO 19011

Réaliser un audit du système de management de l'entreprise

28  21 h

### Extrait du programme

- Rappels sur les exigences clés des référentiels
- Enjeux de l'audit
- Typologie des audits
- Définitions
- L'auditeur et l'audité
- Processus d'audit

### Objectifs pédagogiques

- Réaliser un audit du système de management de l'entreprise

### Personnel concerné

Toute personne de l'encadrement appelée à réaliser des audits ou à y participer de façon active

### Pré-requis

Les participants doivent connaître les exigences des référentiels appliqués dans leur entreprise

## OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES : ENVIRONNEMENTALES

## Accompagnement aux transactions création/cessation d'activité

Évaluer ses responsabilités et optimiser ses coûts au regard des réglementations et du contexte économique

G64A  7 h

### Extrait du programme

- Réglementation applicable et responsabilités du vendeur, de l'acquéreur, de l'exploitant ; jeu des acteurs
- Enjeux environnementaux, coûts et conséquences au moment et après une transaction
- Moyens et bonnes pratiques pour maîtriser les risques budgétaires et responsabilités
- Hiérarchiser les étapes clés de l'évaluation des impacts dans le processus général de la transaction ou du projet

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les enjeux environnementaux et les jalons associés lors de l'acquisition ou de la cession d'un site industriel
- Préciser les responsabilités du vendeur et de l'acquéreur, les conséquences d'une information insuffisante
- Intégrer et hiérarchiser les étapes clés de l'évaluation des impacts dans le processus général de la transaction ou du projet
- Caractériser son besoin afin de préciser une demande auprès de tiers

### Personnel concerné

Responsables d'entreprise, responsables financiers

### Pré-requis

Aucun

## OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES : ENVIRONNEMENTALES

## Gestion des impacts environnementaux eau/sol/air

Anticiper et gérer les impacts environnementaux afin de délimiter ses responsabilités et optimiser les coûts

G64B  7 h

### Extrait du programme

- Réglementation applicable et responsabilités de l'exploitant ; jeu des acteurs
- Pourquoi et comment optimiser les budgets de dépollution/gestion des impacts : les notions d'usage et de risque
- Quelle attitude adopter face à une pollution (communication, mesures de gestion, notion d'urgence, etc.)
- Spécifier un besoin d'accompagnement, préciser une demande et élaborer un cahier des charges à destination des prestataires
- Surveillance environnementale : l'influence sur et de l'outil de production

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les meilleures solutions de gestion, que les impacts soient accidentels ou non
- Caractériser son besoin, préciser une demande et élaborer un cahier des charges à destination des prestataires
- Appréhender la réglementation applicable en matière de surveillance environnementale et de gestion des sites (ICPE, IED, etc.)

### Personnel concerné

Responsables maintenance/bâtiment, HSE

### Pré-requis

Aucun

OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES :  
ENVIRONNEMENTALES

## Comment éviter, réduire, gérer et valoriser les déchets industriels

Connaître les acteurs de la filière et les contraintes réglementaires, éviter les déchets pour réduire les coûts de gestion sur la filière de fabrication

**G65**  7 h

### Extrait du programme

- Contexte réglementaire et économique, jeu des acteurs
- Optimiser la gestion des déchets en maîtrisant les flux et les filières
- Valoriser et réduire les déchets en optimisant le tri sur site, le choix des partenaires
- Coûts cachés

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les principaux enjeux réglementaires, les acteurs et les responsabilités de l'entreprise
- Distinguer les filières de valorisation et d'élimination adaptées par type de déchets
- Repérer les coûts cachés et évaluer les enjeux pour l'entreprise
- Hiérarchiser les actions de valorisation et réduction des déchets

### Personnel concerné

Responsables de bureaux d'études, responsables méthodes, achats, HSE

### Pré-requis

Aucun

OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES :  
ENVIRONNEMENTALES

## Traitements de surface : obligations réglementaires

Appréhender les principales réglementations environnementales liées à l'activité de traitement de surface et les prescriptions associées

**G61A**  7 h

### Extrait du programme

- Réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement
- Contexte européen
- Arrêté ministériel du 30 juin 2006
- Obligations en fonction du milieu récepteur
- Acteurs institutionnels
- Obligations en cas de création, extension, transfert et cessation d'activité

### Objectifs pédagogiques

- Définir le contexte réglementaire français
- Identifier les textes réglementaires applicables à l'activité de traitement de surface
- Évaluer la conformité de son site

### Personnel concerné

Chefs d'entreprise, responsables environnement, ingénieurs environnement

### Pré-requis

Aucun

OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES :  
ENVIRONNEMENTALES

## Atelier de traitements de surface : baisse de la consommation et de la pollution

Organiser et aménager votre atelier pour respecter les obligations réglementaires

**G61B**  7 h

### Extrait du programme

- Les types de pollutions rencontrées
- Rappel des prescriptions imposées par l'arrêté du 30 juin 2006
- Bonnes pratiques dans l'atelier de traitement de surface
- Techniques de traitement à la source

### Objectifs pédagogiques

- Citer les bonnes pratiques d'aménagement des ateliers de traitement de surface
- Identifier des solutions applicables à son site de production
- Estimer leur transposition

### Personnel concerné

Chefs d'entreprise, responsables environnement, personnels impliqués dans la conduite d'un atelier de traitement de surface, bureaux d'études, personnels de maintenance

### Pré-requis

Aucun

OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES :  
ENVIRONNEMENTALES

## Gestion et aménagement de l'ouvrage épuratoire

Appréhender les différentes filières de gestion des effluents de traitement de surface, leurs performances et leurs limites

G61C  7 h

### Extrait du programme

- Les différentes solutions de traitement des effluents
- Contrôle et suivi des rejets/autosurveillance
- Performances et limites
- Mise en place du « zéro rejet liquide sur site » : nécessité ou non
- Bien investir : l'étude préalable avant travaux d'aménagement de l'ouvrage d'épuration

### Objectifs pédagogiques

- Citer les différentes solutions de traitement des effluents
- Identifier les filières adaptées à la typologie des effluents produits
- Estimer les aménagements susceptibles d'être appliqués en interne

### Personnel concerné

Chef d'entreprise, responsable environnement, personnel impliqué dans la conduite de l'ouvrage épuratoire, personnel de maintenance

### Pré-requis

Aucun

OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES :  
ENVIRONNEMENTALES

## Traitement des effluents de la mécanique

Appréhender les différentes filières de traitement des effluents de traitement de surface, leurs performances et leurs limites

G61D  7 h

### Extrait du programme

- Rappel sur la terminologie utilisée
- Présentation de la législation en cours
- Présentation des effluents de la mécanique
- Techniques de réduction des effluents à la source
- Techniques de traitement en interne
- Filières de traitement en externe

### Objectifs pédagogiques

- Citer les différentes solutions de traitement des effluents
- Identifier les filières adaptées à la typologie des effluents produits
- Estimer les aménagements susceptibles d'être appliqués en interne

### Personnel concerné

Chef d'entreprise, responsable environnement, personnel impliqué dans la gestion des effluents, personnel de maintenance

### Pré-requis

Aucun

OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES :  
SÉCURITÉ

## Sécurité des machines : l'analyse des risques en phase de conception

Avoir une démarche structurée avec la méthode IDAR® pour analyser les risques d'une machine

G23  14 h

### Extrait du programme

- Connaître le contexte réglementaire et normatif
- Avoir une démarche structurée : présentation de la méthode IDAR®
- Suivre des étapes prédéfinies s'intégrant dans le processus de conception (selon la méthode IDAR®)
- Savoir capitaliser pour optimiser le temps nécessaire à la prise en compte de la sécurité

### Objectifs pédagogiques

- Identifier en phase de conception les risques présentés par la machine conçue ou modifiée
- Évaluer si les solutions techniques proposées sont conformes à la réglementation
- Formaliser et argumenter les solutions techniques retenues en regard des risques identifiés
- Capitaliser pour optimiser le temps nécessaire à la prise en compte des exigences de sécurité et de santé

### Personnel concerné

Chefs de projet, responsables d'affaires, techniciens et ingénieurs de bureaux d'études ou de service sécurité

### Pré-requis

Aucun

OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES :  
SÉCURITÉ

## Sécurité des machines : réception d'une machine neuve

Comme l'impose la réglementation, être vigilant sur l'aspect conformité lors de l'achat d'une machine neuve

**G24**  7 h

### Extrait du programme

- Contexte réglementaire
- Comment évaluer la conformité d'une machine
- Comment appréhender la partie technique d'une machine
- Comment confirmer les non-conformités d'une machine

### Objectifs pédagogiques

Mettre en œuvre une méthode pratique permettant de :

- Vérifier que les aspects administratifs ont bien été respectés
- Déceler des non-conformités techniques évidentes sur la machine
- Démontrer que la machine est adaptée au milieu de travail de l'entreprise vis-à-vis de la sécurité

### Personnel concerné

Ingénieurs sécurité, responsables des services maintenance ou production

### Pré-requis

Aucun

OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES :  
SÉCURITÉ

## Sécurité des machines : ergonomie au poste de travail

Prendre en compte le facteur humain dans la conception de ses machines pour gagner en productivité et en confort

**G15C**  7 h

### Extrait du programme

- Réglementation et normes applicables
- Enjeux et bases de l'ergonomie
- Troubles musculo-squelettiques
- Maîtrise des exigences de sécurité et de santé pour traiter les risques ergonomiques

### Objectifs pédagogiques

- Décrire les exigences réglementaires et normatives en matière d'ergonomie
- Citer et mettre en application les règles de l'art associées

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens de bureaux d'études, des services méthodes et des services de sécurité

### Pré-requis

Aucun

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE :  
ENERGIE

## Mesures et audits énergétiques

Bien mesurer pour améliorer l'efficacité énergétique de votre entreprise

**NRJ02**  14 h

### Extrait du programme

- Rappel sur l'énergie
- Gestion de l'énergie
- Méthodologie de diagnostic énergétique
- Moyens de mesures
- Plan de comptage
- Travaux dirigés de mise en situation (analyse de données énergétiques)
- Visite d'équipements consommateurs sur site (air comprimé, chaudières, groupes froids -15 °C et 5 °C, chauffage des locaux, autres process thermiques)

### Objectifs pédagogiques

- Exploiter les moyens de mesure existants de l'entreprise
- Connaître les équipements et méthodes de mesure des vecteurs d'énergie (gaz, vapeur, électricité, fioul, etc.)
- Connaître la méthodologie de diagnostic énergétique
- Mettre en place un plan de comptage et des indicateurs cohérents avec la problématique énergétique de l'entreprise

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services environnement, maintenance, travaux neufs et production ; toute personne en charge des problèmes d'achat et de gestion de l'énergie dans l'entreprise

### Pré-requis

Aucun

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE :  
ENERGIE

## Gérer vos utilités : production de chaleur et de froid

Réduire la consommation énergétique de ses postes de chauffage et de production de froid

**NRJ11**  14 h

### Extrait du programme

- Chauffer et conditionner son ambiance de travail
- Optimiser son installation de production de froid

### Objectifs pédagogiques

- Repérer les postes clés d'économie d'énergie de ses utilités dans l'entreprise : chauffage et conditionnement d'ambiance d'un atelier, installation de production de froid
- Démarrer des actions pratiques de maîtrise de ces postes

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services environnement, maintenance, travaux neufs et production ainsi que toute personne en charge des problèmes d'achat et de gestion de l'énergie dans l'entreprise

### Pré-requis

Connaissance technique des postes de production de chaleur et de froid de l'entreprise

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE :  
ENERGIE

## Récupération d'énergie thermique

Récupération d'énergie dans les procédés industriels

**NRJ03**  14 h

### Extrait du programme

- Rappel sur l'énergie thermique : grandeurs, unités, mode de transfert
- Méthodologie de pré-diagnostic ciblé « récupération de chaleur »
- Évaluation du potentiel énergétique des rejets : utiliser les informations et moyens de mesures disponibles
- Contraintes et freins à la valorisation
- Principaux postes rejetant l'énergie thermique
- Technologies disponibles pour la valorisation
- Les aides financières associées à l'investissement

### Objectifs pédagogiques

- Repérer les postes clés de rejets d'énergie thermique non valorisés dans son entreprise
- Évaluer le potentiel de gain énergétique lié à ces rejets
- Connaître et identifier les technologies appropriées pour leur valorisation
- Initier des actions pratiques pour la récupération de cette énergie

### Personnel concerné

Ingénieurs et techniciens des services environnement, maintenance, travaux neufs et production ainsi que toute personne devant prendre en charge les problèmes d'achat et de gestion de l'énergie dans l'entreprise

### Pré-requis

Connaissance technique des procédés de l'entreprise et des postes de production de chaleur et de froid de l'entreprise

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE :  
ENERGIE

## Devenir référent énergie en industrie

Réaliser jusqu'à 20 % d'économie sur votre facture énergétique annuelle

**PROREFEI**  40 h **NOUVEAU**

### Extrait du programme

- Structuration de la démarche d'efficacité énergétique
- Bilans énergétiques thermiques et électriques
- Achats d'énergie
- Principales pistes d'amélioration de la performance énergétique

### Objectifs pédagogiques

- Identifier les missions du référent énergie en industrie et les acteurs contribuant à la stratégie énergétique de l'entreprise
- Identifier et hiérarchiser les postes de pertes énergétiques au sein de son établissement
- Concevoir, coordonner et mettre en place des actions de maîtrise de l'énergie
- Suivre et analyser des indicateurs de performance énergétique (IPé)

### Personnel concerné

Personnes ayant en charge la responsabilité « énergie » dans l'entreprise ou souhaitant l'acquérir

### Pré-requis

Avoir déjà réalisé et nous transmettre un état des lieux énergétique sous la forme d'un pré-diagnostic, d'un audit de type volontaire ou réglementaire ou une revue énergétique en cas de certification ISO 50001. Sinon, il conviendra de remplir un questionnaire de situation énergétique à communiquer au formateur-tuteur



## Logiciels

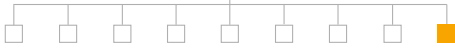
Aide à la conception, au dimensionnement des pièces et des systèmes, les outils numériques font partie intégrante de la transformation des entreprises vers l'industrie 4.0. Fort de son expertise métier, le Cetim a développé une gamme d'une dizaine de logiciels et sélectionné des solutions complémentaires pour répondre à vos principaux enjeux : conception mécanique, conception d'équipements de chaudronnerie, chiffrage des temps et des coûts, métrologie, simulation mécanique, simulation de procédés, etc. Les formations Cetim Academy proposent la prise en main de ces logiciels développés ou utilisés par les ingénieurs du centre.

Des webinaires gratuits sont organisés tous les mois pour vous présenter ces solutions. Retrouvez toutes les dates sur le site du Cetim, rubrique Actualités/Agenda.

- EN Réalisable en Anglais
- Formation digitale
- CPF Éligible au CPF



Filière



# Logiciels



<b>Chaudronnerie</b> .....	216
<b>Chiffrage des temps et des coûts</b> .....	216
<b>Conception mécanique</b> .....	216
<b>Métrologie</b> .....	217
<b>Simulation mécanique</b> .....	217
<b>Simulation des procédés</b> .....	218
<b>Tuyauterie</b> .....	218

## CHAUDRONNERIE

**AUXeCap™**

Utiliser les fonctionnalités d'AUXeCAP™, une solution adaptée à tous les besoins en matière de dimensionnement et de vérification des équipements sous pression

**LOGS04**  **7 h**

Voir page 83

## CHAUDRONNERIE

**NextGen**

Utiliser les fonctionnalités du logiciel NextGen pour le dimensionnement et la vérification des ESP et échangeurs de chaleur pour la conception, la réalisation et le contrôle des appareils

**LOGS03**  **N/A**

Voir page 84

## CONCEPTION MÉCANIQUE

**Cetim-Cobra**

Dimensionner des assemblages vissés selon les règles de l'art avec Cetim-Cobra

**K78**  **21 h**

Voir pages 88, 94, 100

 EN

## CHAUDRONNERIE

**Cetim CAP 1591**

Concevoir des assemblages à brides étanches selon l'EN 1591. Paramètre en conception, calcul selon la norme EN 1591, application en cas pratiques, coefficients de joints, EN 13555, classes d'étanchéité, dilatations thermiques

**L67**  **14 h**

Voir pages 84, 105

## CHIFFRAGE DES TEMPS ET DES COÛTS

**Cetim TechniQuote**

Utiliser les fonctionnalités de Cetim TechniQuote pour le chiffrage des pièces usinées

**R38**  **28 h**

Voir page 130

## CONCEPTION MÉCANIQUE

**Cetim QSD®**

Utiliser les fonctionnalités de Cetim QDS pour l'optimisation technico-économique de structures composites

**LOGS20**  **7 h**

Voir pages 18, 87

## CHAUDRONNERIE

**Cetim Castor ESP**

Dimensionner et optimiser les équipements sous pression selon les normes de construction CODAP®, ASME et EN 13 445 avec Cetim Castor ESP

**NOUS CONSULTER**

## CHIFFRAGE DES TEMPS ET DES COÛTS

**Valoptia.CER**

Identifier les « cost drivers » d'un produit ou d'un service grâce à Valoptia.CER et estimer rapidement le coût de nouveaux produits d'une même famille

**NOUS CONSULTER**

## CONCEPTION MÉCANIQUE

**KISSsys**

Modéliser ses réducteurs à axes parallèles et calculer leurs composants selon les règles de l'art avec KISSsys, en un minimum de temps

**K12**  **21 h**

Voir page 96



## CONCEPTION MÉCANIQUE

**KISSsoft**

Concevoir et vérifier les engrenages et les arbres de ses réducteurs à axes parallèles selon les règles de l'art avec KISSsoft, en un minimum de temps

**K11**  **21 h**

Voir page 96

## SIMULATION MÉCANIQUE

**Simcenter™ 3D NX Nastran**

Produire des conceptions sûres, fiables et optimisées dans des délais de plus en plus courts grâce à NX Nastran, un solveur d'éléments finis pour les analyses de contrainte, de vibration, de flambage, de rupture structurale, de transfert thermique, d'acoustique, et d'aéroélasticité

**NOUS CONSULTER**

## SIMULATION MÉCANIQUE

**Inspire™**

Explorer, développer et fabriquer des produits hautes performances dans un seul environnement de développement intuitif : optimisation topologique, design, simulation de fonderie, emboutissage/pliage, extrusion métal et polymères

**LOGS05**  **14 h**

Voir pages 90, 102

## CONCEPTION MÉCANIQUE

**Cetim Rack Design**

Dimensionner et vérifier la tenue de ses rayonnages statiques en acier, à palettes et tablettes grâce à la prise en main de Cetim Rack Design

**NOUS CONSULTER**

## SIMULATION MÉCANIQUE

**Simcenter™ 3D Star-CCM+**

Résoudre simultanément et avec un seul et même solveur les problèmes de flux et de transferts de chaleur grâce à Star-CCM+, logiciel de CFD des fluides

**NOUS CONSULTER**

## SIMULATION MÉCANIQUE

**Introduction unifiée à Abaqus**

Introduction globale aux possibilités de modélisation et d'analyse d'Abaqus

**LOGS10**  **35 h** **NOUVEAU**

Voir page 91

## MÉTROLOGIE

**Cetim Gessica**

Utiliser les fonctionnalités de Cetim Gessica pour la gestion des moyens de mesure

**U23**  **14 h**

Voir pages 150, 162

## SIMULATION MÉCANIQUE

**Cetim Castor Concept**

Dimensionner ou calculer la tenue d'une pièce sans avoir un bureau de calculs à sa disposition avec Cetim Castor Concept, la solution d'analyse mécanique par les éléments finis

**LOGS01**  **14 h**

Voir page 90

## SIMULATION MÉCANIQUE

**Modélisation du contact dans Abaqus**

Aborder en profondeur les analyses de contact dans Abaqus/Standard

**LOGS11**  **14 h** **NOUVEAU**

Voir page 91

SIMULATION MÉCANIQUE

**Analyse thermique et thermomécanique dans Abaqus**

Découvrir les capacités d'analyses thermiques et thermomécaniques dans Abaqus/Standard et Abaqus/Explicit

LOGS12  14 h **NOUVEAU**

Voir page 91

SIMULATION MÉCANIQUE

**Initiation et fonctions avancées sur Abaqus/Explicit**

Découvrir les capacités du solveur Abaqus/Explicit notamment pour réaliser des simulations en dynamique rapide

LOGS15  21 h **NOUVEAU**

Voir page 92

SIMULATION DES PROCÉDÉS

**Simcenter™ 1D Amesim**

Modéliser, simuler et analyser les systèmes et composants complexes avec Simcenter 1D Amesim

[NOUS CONSULTER](#)

SIMULATION MÉCANIQUE

**Dynamique linéaire avec Abaqus**

Découvrir les algorithmes et méthodes employées en analyse dynamique linéaire dans Abaqus/Standard

LOGS13  14 h **NOUVEAU**

Voir page 92

SIMULATION DES PROCÉDÉS

**Cetim Castor Elec 3D**

Optimiser les montages électrolytiques en analysant avec précision la répartition des épaisseurs de dépôt sur l'ensemble d'une pièce avec Cetim Castor Elec 3D, outil d'aide à la conception de procédés

[NOUS CONSULTER](#)

SIMULATION DES PROCÉDÉS

**Cetim Procor**

Utiliser les fonctionnalités de base de Cetim Procor pour la modélisation des systèmes de protection cathodique

LOGS06  14 h

Voir page 45

SIMULATION MÉCANIQUE

**Automatisation Python dans Abaqus CAE et Abaqus Viewer**

Découvrir le développement en langage python dans Abaqus CAE et Abaqus Viewer dans le but de réaliser des applications interactives qui automatisent des processus de calcul

LOGS14  14 h **NOUVEAU**

Voir page 92

SIMULATION DES PROCÉDÉS

**Cetim Cut Optimizer®**

Déterminer le domaine de fonctionnement optimal des outils coupants en fonction de l'outil utilisé, de la matière et de la machine grâce à Cetim Cut Optimizer®

[NOUS CONSULTER](#)

TUYAUTERIE

**AFT / Applied Flow Technology**

Gérer en toute simplicité ses systèmes et réseaux de tuyauterie et gagner en productivité dans la gestion de ses projets de conception des réseaux et canalisations avec la suite de logiciels AFT

[NOUS CONSULTER](#)

## TUYAUTERIE

**ROHR2**

Découvrir les bases pour l'utilisation en calculs statiques avec ROHR2, logiciel pour la modélisation et l'analyse de structures d'installations de tuyauteries complexes

**L38**  **14 h**

Voir pages 85, 97





## Cetim Academy | **Les formations qualifiantes ou certifiantes**

**LE CHEMIN VERS LA CERTIFICATION COFREND | MESURE TRIDIMENSIONNELLE : COFFMET | ANALYSE VIBRATOIRE : MOBIUS | CERTIFICATS DE QUALIFICATION PARITAIRE DE LA MÉTALLURGIE : CQPM**

---

L'offre Cetim Academy s'enrichit des CQPM (Certificats de Qualification Paritaire de la Métallurgie) du site de Cluses (ex. Cetim-Ctdec). Ces certificats sont reconnus et pilotés par la branche professionnelle de la métallurgie et s'appuient sur des référentiels de capacités professionnelles.

---



## Le chemin vers la certification Cofrend secteur CIFM

(suivant NF EN ISO 9712)

### Glossaire : Les niveaux de qualification

- **Niveau 1** : opérateur capable de procéder aux réglages des appareils, d'effectuer des essais suivant des instructions écrites, de relever, classer et consigner des résultats.
- **Niveau 2** : contrôleur capable de choisir une technique dans une méthode, de rédiger des instructions, d'interpréter et d'évaluer des résultats.
- **Niveau 3** : agent compétent entre autre pour assumer la responsabilité d'une installation CND, rédiger des procédures, choisir des méthodes.

### Les exigences minimales de temps de formation (en heures)

Méthode	Niveau 1	Niveau 2		Niveau 3 si déjà niveau 2
		si déjà niveau 1	accès direct	
Ressuage (PT)	16	24	40	24
Magnétoscopie (MT)	16	24	40	32
Radiographie (RT)	72	80	152	40
Émission acoustique (AT)	64	64	128	48
Ultrasons (UT)	64	80	144	40
TOFD	–	–	Niveau 2 UT prérequis 35	Niveau 3 UT prérequis 24
Examen visuel (VT)	16	24	40	24

### Expérience industrielle minimale (en mois)

Méthode d'essai non destructif	Expérience		
	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
AT, RT, UT	3	9	18
MT, PT, VT	1	3	12

## Stages de préparation aux examens de niveau 3

Afin de préparer les futurs candidats aux examens de certification niveau 3, nous vous proposons d'étudier ensemble vos demandes afin d'y répondre dans les meilleures conditions. En effet, l'examen de certification niveau 3 comporte deux parties : l'examen de base et l'examen de la méthode principale. L'examen de base porte sur la connaissance des END en général, sur la norme de certification du personnel END (NF EN ISO 9712) et sur les bases de la métallurgie. Deux sessions de formation sont proposées, conformément aux recommandations de la Cofrend, pour la préparation de cet examen de base (modules **BASE3A** et **BASE3B** présentés page 183). Pour l'examen de la méthode principale, les exigences minimales de temps de formation sont indiquées dans le tableau ci-contre. Nous pouvons vous proposer des formations adaptées pour les méthodes de ressuage, magnétoscopie, radiographie, ultrasons, TOFD, et émission acoustique.

## Sessions de « remise à niveau »

La durée de validité d'une certification Cofrend pour les contrôleurs certifiés niveaux 1 et 2 est de cinq ans, renouvelable sur dossier une première fois. Après dix ans, les contrôleurs certifiés niveau 1 ou 2 doivent passer un examen de « recertification ». Afin de préparer au mieux cet examen, nous vous proposons des sessions de remise à niveau dont les contenus sont adaptés en fonction de l'expérience des stagiaires.

Méthode	Niveau 1		Niveau 2	
	Durée (en jour)	Tarif par stagiaire (en € HT)	Durée (en jour)	Tarif par stagiaire (en € HT)
Ressuage (PT)	1	650	1	650
Magnétoscopie (MT)	1	650	1	650
Radiographie (RT)	1	650	2	1 300
Émission acoustique (AT)	–	–	2	1 300
Ultrasons (UT)	1	650	2	1 300
TOFD	–	–	2	1 300

## Mesure tridimensionnelle : Coffmet

### Gagnez en qualité et compétitivité ! Formez et certifiez vos salariés en métrologie tridimensionnelle

Les formations Coffmet\*, orientées client, normalisées, valables sur toutes les technologies de mesure et reconnues par les industriels en matière de métrologie tridimensionnelle sont destinées aux utilisateurs et aux métrologues mais aussi aux personnels des services bureaux d'études, méthodes et qualité. Le parcours est constitué de trois niveaux de formation incluant chacun un examen indépendant et standardisé permettant l'obtention d'une certification professionnelle inscrite à l'inventaire du RNCP et reconnu par la profession :

- **Niveau 1** : certification utilisation machine à mesurer 3 D - code CPF 186632 (U05)
- **Niveau 2** : certification métrologie 3 D - code CPF 186633 (U06)
- **Niveau 3** : certification métrologie 3 D Expert - code CPF 186634 (U071+U072)
- **Les niveaux 2 et 3** sont accessibles sous réserve de l'obtention du certificat de niveau inférieur. Notez qu'il est possible de se présenter à l'examen de niveau 1 en candidat libre



\* Coffmet: Comité français pour la formation à mesure tridimensionnelle



## Analyse vibratoire : Mobius

### Faites certifier vos opérateurs en surveillance et diagnostic des machines

Le Cetim, en collaboration avec Mobius Institute et Prüftechnik, propose trois stages d'analyse vibratoire avec l'option de certification ISO 18436-2, référentiel international reconnu et pratiqué dans de nombreux pays.

- **Le cours « niveau 1 » (N91)** est destiné au personnel nouveau dans le domaine de la surveillance et de l'analyse vibratoire, ou de ceux qui souhaitent faire une introduction à l'analyse des vibrations des machines tournantes. La formation leur permettra de comprendre les notions essentielles en vibration et de détecter les défauts de base sur de nombreuses machines.
- **Le cours « niveau 2 » (N92)** permettra une étude plus approfondie des défauts des machines en analysant les spectres associés, les formes d'ondes et les phases. La formation permettra de comprendre et de diagnostiquer les défaillances machines telles que le déséquilibre, le désalignement, les problèmes de roulements, les défauts de résonance...
- **Le cours « niveau 3 » (N93)** s'adresse au personnel possédant déjà les connaissances et compétences du niveau 2. Cette formation permettra de comprendre en détail l'ensemble du processus d'analyse vibratoire, de diagnostiquer et de prendre les actions correctives adaptées aux défauts identifiés. Les techniques d'analyses avancées telles que l'Analyse Modale Expérimentale, l'Operating Deflection Shapes et les notions de paliers lisses sont également traitées.

Pour obtenir la certification telle que définie dans la norme ISO 18436-2, en plus d'obtenir la note de passage à l'examen, vous devrez faire la preuve de votre expérience en analyse vibratoire dans le domaine de la surveillance conditionnelle des machines (cf. tableau ci-dessous). Si vous ne répondez pas encore à ces exigences, il est toutefois possible de valider l'examen, mais le certificat ne sera officiellement émis que lorsque vous aurez atteint le nombre de mois d'expérience requis. Dans l'intervalle, vous recevrez un certificat attestant que vous avez réussi l'examen.

	Certification validée	Expérience pratique
Niveau 1	/	6 mois
Niveau 2	/	18 mois
Niveau 3	Niveau 2	36 mois



## CQPM - Certificat de qualification paritaire de la métallurgie

### **Le CQPM, véritable outil de valorisation et développement des compétences professionnelles !**

Pour faciliter l'intégration dans la vie professionnelle, valoriser ses acquis ou capacités et progresser professionnellement, le CQPM (Certificat de Qualification Paritaire de la Métallurgie) est une référence. Compte-tenu des évolutions technologiques et des contraintes de compétitivité, ces contrats de qualification constituent un socle de compétences, reconnu au niveau national, sur lequel il est possible de s'appuyer pour évoluer vers des métiers recherchés sur des niveaux d'opérateurs, régisseurs et techniciens.

#### **Les formations CQPM se déroulent en deux temps :**

- La théorie et l'apprentissage pratiqués dans le centre de formation Cetim Academy de Cluses
- L'application en entreprise

#### **Les CQPM peuvent être personnalisés en fonction des besoins :**

- Individualisés lorsqu'ils dépassent les exigences du référentiel
- Orientés « Usinage du futur » (multibroches CN, process auto adaptatif, machines spécifiques multiaxes, FAO, etc.)

La plupart des CQPM sont éligibles au CPF (compte personnel de formation).

## OPÉRATEUR RÉGLEUR SUR MACHINE À COMMANDE NUMÉRIQUE PAR ENLÈVEMENT DE MATIÈRE (CQPM09)

Ce CQPM forme les opérateurs qui réaliseront des usinages en série par enlèvement de matière (métallique ou composite) sur des machines-outils à commande numérique, à partir de dossier de fabrication et dans le respect des règles de sécurité.

**À l'issue de la formation d'une durée totale de 292 heures\*, les stagiaires pourront :**

- Effectuer les préréglages pour assurer une production stabilisée, entretenir leurs postes de travail, assurer la maintenance de 1<sup>er</sup> niveau

Dans tous les cas, à l'issue de la formation et pour obtenir le CQPM, il devra être capable de préparer les équipements nécessaires à la réalisation d'une série de pièces sur MOCN, procéder à des réglages simples, contrôler la qualité de sa production, démonter, monter les éléments de la machine-outil, assurer la production dans le respect des délais impartis, entretenir son poste de travail, rendre compte de son activité.

**Le programme délivré sur le centre de formation Cetim Academy de Cluses :**

- Renforcement des fondamentaux : étude du plan normalisé, technologie et usinage, contrôle niveau 1, dessin technique (les représentations et cotations particulières, les filetages), trigonométrie, programmation ISO sur MOCN (le langage des machines-outils, lecture d'un programme, élaboration d'un programme complet)
- Principe de programmation des MOCN (tours et centre d'usinage) : structure d'un programme, format de bloc, fonctions, avance et vitesse de broche, interpolations linéaires et circulaires, correction de rayon d'outil, test des programmes et simulation graphique
- Montage réglage et usinage des pièces tournées et fraisées
- Mise au point de pièces (interventions mineures possibles dans les programmes), contrôle des pièces suivant la gamme de contrôle fournie

**Le programme délivré en entreprise :**

- Étude du fonctionnement des machines de l'entreprise : chaîne cinématique, analyse des spécificités des machines
- Surveillance de la production : contrôle des pièces (dimensionnel et SPC), démontage, réaffûtage ou changement de plaquettes et remontage des outils, correction des cotes, détection des anomalies
- Participation au montage et réglage des machines : pinces ou autres systèmes de serrage, introduction du programme, montage, réglage et mise au point des outils, des accessoires

*CQPM N° 1988 11 74 0009, validé par la Commission Paritaire Nationale de l'Emploi de la Métallurgie*

*\* Durée indicative, sous réserve de modification*

## AGENTS DE CONTRÔLE QUALITÉ (CQPM186)

Ce CQPM s'adresse à des personnes néophytes ou ayant peu d'expérience dans la fonction d'agent de contrôle qualité et dont les missions sont d'effectuer diverses opérations de contrôle et garantir la conformité du produit dans la limite de son champ de compétences.

**À l'issue de la formation d'une durée totale de 165 heures\*, les stagiaires pourront :**

- Lire et interpréter un plan
- Utiliser correctement les moyens de contrôle usuels (pieds à coulisse, comparateurs, micromètres, colonne de mesure, mesure d'alésage, projecteur de profil, rugosimètre, calibres, etc.)
- Vérifier la conformité des moyens de contrôle et la validité des documents de fabrication et/ou de suivi, réaliser le contrôle d'un produit selon des instructions mises en place
- Interpréter les résultats de mesure et de contrôle, alerter en cas de non-conformité constatée
- Assurer la traçabilité des opérations de contrôle
- Contribuer à l'amélioration du poste de travail

**Le programme délivré sur le centre de formation Cetim Academy de Cluses :**

- Bases mathématiques
- Lecture d'une cotation ISO GPS
- Filetage
- Rugosité
- Moyens de contrôle / gamme de contrôle
- Mesures GPS / défauts géométriques
- Gestion des moyens de mesure + étalonnage + raccordement
- Incertitude de mesure (vocabulaire + influence)
- ISO 9001 (concept) – amélioration continue
- Conformité (règle d'acceptation suivant ISO 14253-1)
- Outils communication

**Le programme délivré en entreprise :**

- Étude de la conformité des moyens
- Étude d'un dossier de fabrication
- Participation aux réunions d'équipe et au passage de consigne
- Rangement des postes de travail et contribution à leur amélioration
- Réalisation du contrôle d'un produit de manière autonome

*CQPM N° MQ 2000 04 59/35 0186, validé par la Commission Paritaire Nationale de l'Emploi de la Métallurgie*

*\*Durée indicative, sous réserve de modification*

## OPÉRATEUR SUR MACHINE DE PRODUCTION (CQPM80)

Ce CQPM s'adresse à toute personne susceptible de se présenter au CQPM d'Opérateur sur machine-outil de production.

### À l'issue de la formation d'une durée totale de 282 heures\*, les stagiaires pourront :

- Former des opérateurs qui réaliseront des usinages en série par enlèvement de matière (métallique ou composite) sur des tours multibroches à cames, à partir de dossier de fabrication et dans le respect des règles de sécurité
- Effectuer les pré réglages pour assurer une production stabilisée, entretenir leurs postes de travail, assurer la maintenance de 1<sup>er</sup> niveau

Dans tous les cas, à l'issue de la formation et pour obtenir le CQPM, l'apprenant devra être capable de préparer les équipements nécessaires à la réalisation d'une série de pièces sur multibroche, procéder à des réglages simples, contrôler la qualité de sa production, démonter, monter les éléments de la machine-outil, assurer la production dans le respect des délais impartis, entretenir son poste de travail, rendre compte de son activité.

### Le programme délivré sur le centre de formation Cetim Academy de Cluses :

- Renforcement des fondamentaux
  - Étude du plan normalisé
  - Technologie et usinage
  - Contrôle niveau 1
  - Dessin technique (représentations et cotations particulières - filetages)
  - Trigonométrie
  - Programmation ISO sur MOCN
- Montage réglage d'un tour multibroche à cames
  - Utilisation des machines multibroches dans les conditions de la production
- Étude et affûtage des outils coupants
  - Approche globale en usinage
  - Initiation à l'utilisation d'un touret et d'une affûteuse sensitive
  - Outils de contournage, de perçage, de forme
- Montage réglage d'un tour à commande numérique PF
  - Les informations du dossier de fabrication
  - Les différentes méthodes de réglage des outils
  - Cinématique et principe de fonctionnement d'une MOCN
  - Lecture et compréhension d'un programme
  - Mise en place des origines
  - Montage des éléments de serrage
  - Jauges outils
  - Chargement, test, programme, usinage

### Le programme délivré en entreprise :

- Étude du fonctionnement des machines de l'entreprise
  - Chaîne cinématique, analyse des spécificités des machines
- Surveillance de la production
  - Contrôle des pièces (dimensionnel et SPC), démontage, réaffûtage et remontage des outils, correction des cotes, détection des anomalies
- Participation au montage et réglage des machines
  - Pincés, vitesses de broche et d'arbre à cames, réglage et mise au point des outils, mise au point des pièces

CQPM N° 91 03 60 0080, validé par la Commission Paritaire Nationale de l'Emploi de la Métallurgie

\* Durée indicative, sous réserve de modification

## **RÉGLEURS SUR MACHINES-OUTILS À COMMANDE NUMÉRIQUE DE DÉCOLLETAGE SUR POUPÉE FIXE (CQPM81PF)**

Ce CQPM s'adresse à toute personne susceptible de se présenter au CQPM de régleur sur machine-outil à commande numérique de décolletage sur poupée fixe.

**À l'issue de la formation d'une durée totale de 551 heures\*, les stagiaires pourront :**

- Mettre en œuvre les moyens et procédés de contrôle nécessaires à la fabrication d'une pièce en série
- Élaborer les gammes d'usinage et les programmes pour la réalisation de pièces en série
- Régler dans le temps imparti une machine-outil à commande numérique de décolletage pour une production stabilisée
- Garantir la fabrication stabilisée de pièces conformes et proposer des pistes d'amélioration pour l'usinage des pièces en série
- Partager des informations avec différents interlocuteurs
- Entretien des moyens d'usinage (outils, machines-outils)

**Le programme délivré sur le centre de formation Cetim Academy de Cluses :**

- Étude et affûtage des outils coupants
- Techniques de mesures dimensionnelles en décolletage
- Montage - réglage sur MOCND
- Contrôle statistique des fabrications - SPC
- Utilisation des outils de coupe en décolletage
- Programmation sur MOCND
- Maintenance
- Communication
- Amélioration continue

**Le programme délivré en entreprise :**

- Étude du fonctionnement des machines de l'entreprise (chaîne cinématique, analyse des spécificités des machines)
- Surveillance de la production
- Montage et réglage des machines, systèmes de serrage
- Participation à l'étude de la fabrication

*CQPM N° 91 03 74 0081 (PF), validé par la Commission Paritaire Nationale de l'Emploi de la Métallurgie*

*\*Durée indicative, sous réserve de modification*

## RÉGLEURS SUR MACHINES-OUTILS À COMMANDE NUMÉRIQUE DE DÉCOLLETAGE SUR POUPÉE MOBILE (CQPM81PM)

Ce CQPM s'adresse à toute personne susceptible de se présenter au CQPM d'Opérateur sur machine-outil à commande numérique de décolletage sur poupée mobile.

**À l'issue de la formation d'une durée totale de 481 heures\*, les stagiaires pourront :**

- Mettre en œuvre les moyens et procédés de contrôle nécessaires à la fabrication d'une pièce en série
- Élaborer les gammes d'usinage et les programmes pour la réalisation de pièces en série
- Régler dans le temps imparti une machine-outil à commande numérique de décolletage pour une production stabilisée
- Garantir la fabrication stabilisée de pièces conformes et proposer des pistes d'amélioration pour l'usinage des pièces en série
- Partager des informations avec différents interlocuteurs
- Entretien des moyens d'usinage (outils, machines-outils)

**Le programme délivré sur le centre de formation Cetim Academy de Cluses :**

- Étude et affûtage des outils coupants
- Techniques de mesures dimensionnelles en décolletage
- Montage-réglage sur MOCND
- Contrôle statistique des fabrications-SPC
- Utilisation des outils de coupe en décolletage
- Programmation sur MOCND
- Maintenance
- Communication
- Amélioration continue

**Le programme délivré en entreprise :**

- Étude du fonctionnement des machines de l'entreprise
- Surveillance de la production
- Montage et réglage des machines, systèmes de serrage
- Participation à l'étude de la fabrication

*CQPM N° 91 03 74 0081 (PM), validé par la Commission Paritaire Nationale de l'Emploi de la Métallurgie*

*\* Durée indicative, sous réserve de modification*







## Cetim Academy | **Les parcours de spécialisation**

**RDM | SÉCURITÉ DES MACHINES | COORDONNATEUR SOUDAGE  
MESURES DIMENSIONNELLES | ÉTATS DE SURFACES |  
EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE**

Les parcours Cetim Academy aident à acquérir des compétences préalablement définies en participant à un ensemble cohérent de formations successives. Des évaluations pré-formatives et post-formatives permettent de s'assurer du niveau initial du stagiaire et de valider ses acquis. Le stagiaire est accompagné tout au long du parcours par un expert métier. Une attestation de réussite est remise à l'issue de l'évaluation post-formation.



## Parcours RDM

### Développez vos compétences en dimensionnement des structures

Le parcours de spécialisation sur la « Résistance des matériaux » est constitué de quatre modules de formation.

- **Le premier module (CM01)** permet d'acquérir ou de perfectionner les bases mathématiques et mécaniques nécessaires au dimensionnement des structures.
- **Le second module (RDM01)** détaille la méthode RDM, applicable sans outil numérique, qui permettra de pré-dimensionner des structures ou bien d'acquérir les notions fondamentales pour échanger plus rapidement avec un bureau d'étude.
- **Le troisième module (RDM02)** est la continuité du module précédent, en tenant compte de comportements mécaniques plus avancés. Un focus est réalisé sur la tenue en fatigue des structures.
- **Le dernier module (EF01)** permet d'acquérir les notions principales de la méthode de calcul par éléments finis et d'analyser le comportement de structures complexes.

Novice ou déjà initié à la RDM, vous pourrez intégrer le parcours au niveau de compétence qui vous correspond grâce à une évaluation préformatrice à distance. Les acquis de la formation suivie sont validés par une évaluation post-formatrice réalisée également via les outils du web.



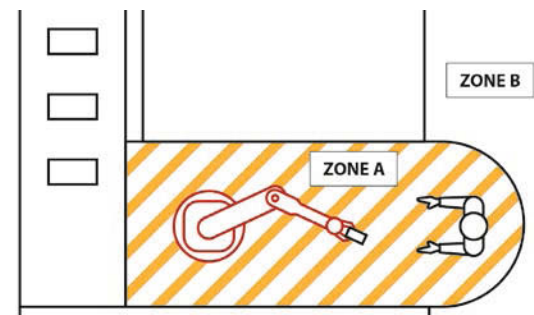
## Parcours sécurité des machines

### Concevez les fonctions de sécurité de vos machines et dimensionnez-les convenablement au regard de la directive « Machines », de la norme NF EN ISO 13 849-1 (2016) et à l'aide du logiciel SISTEMA

En suivant le parcours de spécialisation sur la « sécurité des machines », vous commencez par définir votre parcours de formation (QCM) avec l'appui d'un coach, responsable pédagogique qui vous suivra pendant toute la durée de votre parcours jusqu'au bilan aux jalons clés (quiz). Vous participez ensuite aux formations **G15A, G23, G15B** pour vous permettre de :

- Comprendre la réglementation en vigueur, les rôles et responsabilités d'un concepteur, la démarche à suivre et les exigences à satisfaire.
- Acquérir les outils et les savoirs pratiques de la méthode d'analyse des risques IDAR, définitions des niveaux de performances des fonctions de sécurité et de la justification des choix de conception au moyen du logiciel SISTEMA.

En fin de parcours, une évaluation finale, via une étude de cas globale, permettra la remise d'une attestation de réussite.



## Parcours coordonnateur soudage

### Préparez-vous en vue de l'habilitation de coordonnateur en soudage !

La maîtrise des activités de soudage est incontournable pour les entreprises réalisant des équipements ou sous-ensembles mécanosoudés. La fonction de coordonnateur en soudage, définie dans la norme NF EN ISO 14731\*, constitue une réponse aux exigences clients et aux normes métier (ISO 3834, EN 1090, EN 15085...).

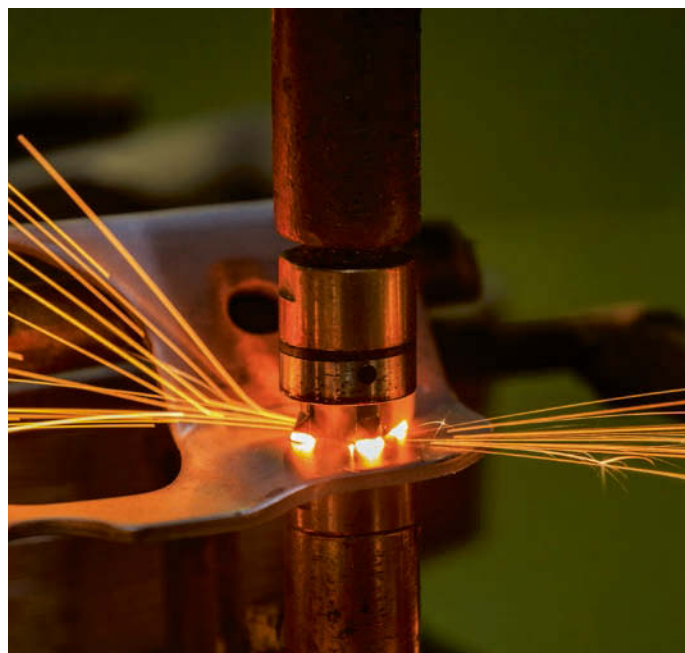
**CDS01** : développement des compétences d'un coordonnateur en soudage

**Profitez d'un parcours adapté pour devenir coordonnateur en soudage habilité dans votre entreprise afin de spécifier, préparer, gérer, contrôler et surveiller la production.**

L'AFS (Association française de soudage) délivre une attestation de compétences de coordonnateur sur dossier. Pour cela, un préalable : l'AFS réalise un audit pour constater les connaissances et l'expérience du personnel nécessaires au bon fonctionnement des activités de l'entreprise.

L'attestation peut ainsi être obtenue sur sollicitation de l'AFS par le candidat ou son entreprise. Elle demeure valide uniquement au sein de la société dans laquelle le futur coordonnateur intervient. Ce, pour une durée de trois ans. Les coûts financiers associés à cette démarche sont spécifiques à chaque cas et communiqués sur demande.

Il appartient, ensuite, à l'entreprise d'habiliter son coordonnateur en soudage conformément aux dispositions du paragraphe 5.2 de la NF EN ISO 14731.



\* NF EN ISO 14731 « coordination en soudage. Tâches et responsabilités »

## Parcours mesures dimensionnelles : contrôle des spécifications dimensionnelles et géométriques

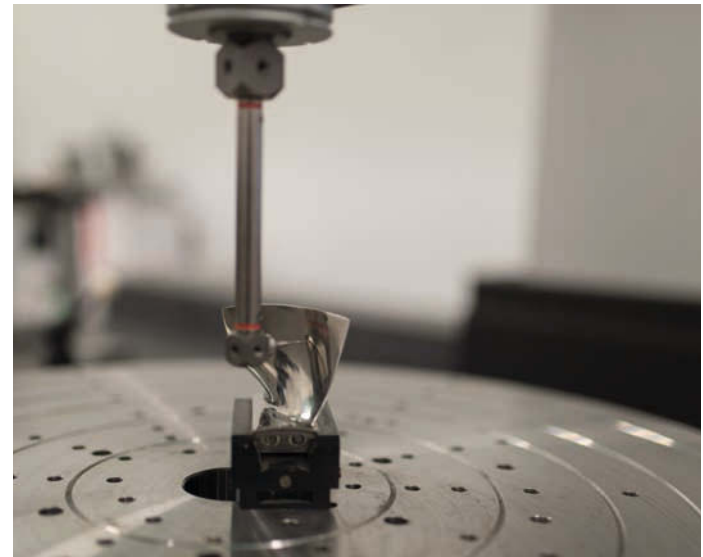
### Choisissez le processus de mesure adéquat pour contrôler les spécifications mentionnées sur vos plans

Ce parcours de spécialisation permet aux personnels réalisant les contrôles en bord de ligne, en auto-contrôle ou les mesures en laboratoire, d'utiliser les bons outils et bonnes méthodes en regard des spécifications mentionnées sur le plan.

Le parcours est constitué de quatre niveaux de formation permettant d'appréhender les notions indispensables liées au contrôle, les différentes techniques de mesure, de mettre en œuvre des processus de contrôle à l'aide de moyens traditionnels, ou à l'aide de moyens spécifiques, en fonction des exigences.

- **Niveau 1** : fondamentaux du contrôle dimensionnel (CTL01)
- **Niveau 2** : techniques de contrôle dimensionnel (CTL02)
- **Niveau 3** : mise en œuvre du contrôle dimensionnel (CTL03)
- **Niveau 4** : vérification des spécifications dimensionnelles et géométriques (CTL04)

Un test préalable vous permettra d'évaluer vos connaissances, comprendre votre besoin et ainsi vous aider à choisir le bon niveau de formation.



## Parcours états de surface : analyse et contrôle des différents critères

### Paramétrez vos instruments de mesure et analysez les résultats des différents critères par rapport aux référentiels normatifs

Maîtriser les conditions de mesures lors du contrôle d'un critère d'États de Surface est une donnée primordiale pour garantir la conformité du produit. Ce parcours permettra ainsi à toute personne intervenant sur le domaine d'appréhender le paramétrage de leur appareil et d'être critique quant à la qualité des résultats pour aller vers la déclaration de conformité.

Le parcours est constitué de quatre niveaux de formation permettant d'aborder les paramétrages pour des mesures de critères basiques de rugosité, de connaître les définitions normalisées des différents critères de rugosité 2D, de mettre en œuvre des processus de mesures de défauts de forme et d'état de surface 2D, puis d'étendre ses connaissances à l'état de surface 3D.

- **Niveau 1** : fondamentaux du contrôle des critères de rugosité (EDS01)
- **Niveau 2** : normalisation et contrôle des critères de rugosité (EDS02)
- **Niveau 3** : mesures et analyse des Etats de Surface 2D et des écarts de forme (EDS03)
- **Niveau 4** : mesures et analyses des Etats de Surface 3D (EDS04)

Un test préalable vous permettra d'évaluer vos connaissances, comprendre votre besoin et ainsi vous aider à choisir le bon niveau de formation.



## Parcours efficacité énergétique

### Améliorez votre performance énergétique grâce au référent énergie ! Un parcours formation financé par le programme PROREFEI

Vous souhaitez mettre en place une stratégie d'efficacité énergétique afin de gagner en compétitivité au sein de votre entreprise ? Le parcours PROREFEI vous apportera les outils nécessaires et des méthodes pratiques qui vous permettront de réaliser jusqu'à 20 % d'économie sur votre facture énergétique annuelle.

Ce parcours vise à former les salariés en charge de la gestion de l'énergie dans l'industrie afin de concevoir, mettre en place et coordonner des actions de maîtrise de l'énergie. Multimodal, il répond à l'ensemble des besoins théoriques et pratiques des entreprises et de leurs référents énergie et se déroule en 4 phases :

- 1. MOOC (obligatoire) :** les fondamentaux de l'énergie.
- 2. Stage en présentiel (obligatoire) :** comprendre le rôle et la position du Référent énergie, identifier les axes d'amélioration, acquérir les méthodologies d'actions.
- 3. Accompagnement individuel en situation de travail (obligatoire) :** mise en œuvre concrète des actions d'économies d'énergie.
- 4. Modules complémentaires (optionnel) :** modules en lien avec l'efficacité énergétique sur des thématiques transversales, techniques ou sectorielles.

#### Organisme de formation habilité PROREFEI

Avec PROREFEI, l'industrie se mobilise !





LES FORMATIONS  
**CETIM ACADEMY**  
pour des compétences augmentées

# Formation Référent **Energie**

**Vous souhaitez économiser jusqu' à 20% sur votre facture énergétique annuelle ?**

Formez un référent énergie au sein de votre entreprise grâce au parcours PROREFEI dispensé par les experts métier du Cetim.

- Formations dans toute la France
- Accessibles aux personnes ayant en charge la responsabilité « énergie » dans l'entreprise ou souhaitant l'acquérir
- Possibilités de sessions intra, adaptées et personnalisées en fonction de vos besoins spécifiques
- Financement possible grâce au Dispositif des Certificats d'Économies d'Énergie (CEE)

*Calendrier et inscriptions sur [cetim.fr/formation](http://cetim.fr/formation)*



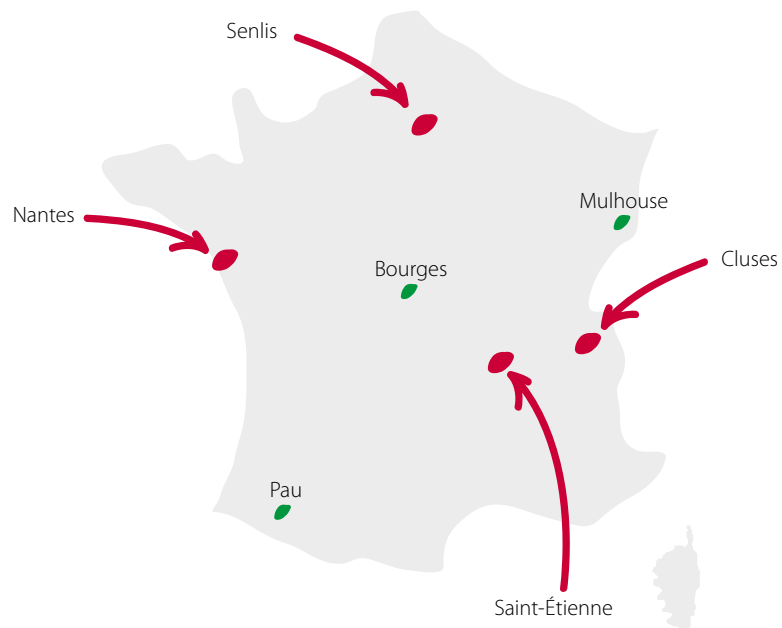
**Éric Sénéchal**

Tél.: +33 / 970 821 680

[sqr@cetim.fr](mailto:sqr@cetim.fr)



## Cetim Academy | Les sites de formation



### 4 sites principaux en France



### 3 centres associés



### Les sites de nos partenaires

Amiens	Nantes (Carquefou)
Anncy	Paris
Besançon	Péronnas
Bonneuil-sur-Marne	Rennes
Bonneville	Rouen
Dijon	Saclay
Grenoble	Saint-Aubin
Lille	Saint-Maur-des-Fossés
Lyon	Strasbourg
Marseille	Versailles
Meylan	Vierzon
Montigny-le-Bretonneux	Vitry-sur-Seine
Mulhouse	

### 2 sites à l'international



Retrouvez toutes les formations disponibles près de chez vous sur notre site internet [cetim.fr/formation](https://www.cetim.fr/formation)



# Cetim Academy | Nos partenaires



# Index

2006/42/CE .....76, 156  
 3D.....22, 24, 74, 106, 107, 161, 168, 170, 176  
 5 axes .....134  
 8D.....28, 127

## A

abaqus.....91, 92  
 accéléromètre .....173  
 ACFM.....184  
 acier .....40, 41, 51, 61, 154, 165  
 acier inoxydable .....41, 147  
 acoustique.....27, 28, 173, 204  
 actionneur piézoélectrique .....119  
 actionneurs piézoactifs.....121  
 ACV.....30, 75, 76  
 ADE.....196, 197, 198  
 adhésion caoutchouc .....51  
 Adjuvants.....47  
 AEE.....24, 118  
 alignement machines tournantes .....194  
 alliage d'aluminium.....42, 52, 53  
 alliage de magnésium.....42  
 alliage de titane .....42, 139  
 aluminium .....42, 44, 139, 183  
 Amdec.....23, 72, 129  
 amélioration de procédé.....68, 117, 126  
 amélioration de processus .....117, 126  
 amélioration de produit.....117, 126  
 aménagement atelier traitement de surface.....210  
 analyse d'avaries.....197, 198  
 analyse de défaillances .....196, 197, 198  
 analyse de défaillances roulements.....198  
 analyse de la valeur.....23, 68, 69, 71  
 analyse des risques.....25, 70, 78, 211, 234  
 analyse des systèmes de mesure.....107, 167  
 analyse en fatigue .....80, 89  
 analyse expérimentale .....175  
 analyse factorielle.....128, 189  
 analyse fonctionnelle (AF) .....23, 69, 71  
 analyse modale .....174

analyse thermique .....91, 200  
 analyse vibratoire.....25, 199, 200  
 anodisation .....53  
 anticorrosion.....44, 65  
 appareil à pression.....79, 80, 81  
 appareil de levage.....97, 98  
 APQP .....36, 128  
 architecture électronique embarquée.....24, 118  
 arithmétique .....74, 126, 164  
 ASME .....81, 82, 84  
 ASME B31.3.....82  
 ASME VIII division 1 .....82  
 assemblage.....17, 42, 46, 59, 79, 81, 82, 84, 87, 88, 91,  
 93, 94, 98, 99, 100, 104, 105, 106, 114, 117, 145, 146,  
 149, 186, 198  
 atelier de traitement de surface.....210  
 audit.....208, 209  
 automatisation python.....92  
 Auxecap .....83  
 avarie.....197, 198

## B

bague.....151, 162  
 bain .....53, 54  
 boulon.....93  
 bras de mesure.....172  
 brides.....80, 84, 105, 114  
 brouillard salin .....45  
 bruit .....27, 115, 116, 150, 173, 204  
 bruit Barkhausen .....19, 187  
 bruit des machines.....116  
 bruit des systèmes mécaniques.....116

## C

cahier de soudage .....146  
 cahier des charges .....15, 18, 35, 48, 54, 72, 105  
 cahier des charges fonctionnel (CdCF).....23, 69, 71  
 cahier des charges matière.....47, 52  
 calcul .....88, 87, 94, 96, 97, 98, 100, 197

calcul de taux horaire .....130  
 calculs mécaniques.....85, 95  
 cales étalons.....150, 162  
 calibration des machines-outils .....176, 195  
 calibres à limites .....151, 162  
 CAN .....121  
 CAO.....95  
 caoutchouc.....50, 51, 60, 98  
 capabilité.....107, 150, 152, 161, 164, 167, 172  
 capacité de charge .....96  
 capitaliser des connaissances .....35  
 cartes de contrôle .....128  
 CCPU .....154, 165  
 CEM.....77  
 CEN/TS 16524.....29, 68, 75  
 centre d'usinage.....134, 176, 195  
 certificats matière.....154, 165  
 Cetim CAP1591 .....84, 105  
 Cetim Castor Concept.....45, 90, 217  
 Cetim Cobra.....88, 94, 100, 216  
 Cetim Gessica.....150, 162, 216  
 Cetim QSD.....18, 87, 216  
 Cetim TechniQuote .....130, 216  
 chaudes de retrait .....149  
 chaudronnerie.....83, 84  
 chiffrage.....129, 130, 216  
 choix des matériaux.....17, 49, 55, 64, 98  
 cinématique.....85, 95, 96, 116, 132, 143, 198  
 circuit de commande .....76, 78  
 climatisation.....205  
 CMC .....107, 167  
 CN .....16, 136, 141, 142, 143  
 CN INDEX MS .....132, 133  
 CND.....19, 20, 21, 105, 139, 177, 178, 179, 180, 181,  
 182, 183, 184, 187, 188, 189  
 CND composites .....186  
 Codap® .....80, 81  
 Codeti® .....82, 97  
 coffmet .....171, 172  
 cofrac .....167

Cofrend.....	19, 20, 105, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 188
collage.....	100, 104, 149
compaction.....	102
compatibilité électromagnétique.....	77
composite.....	18, 19, 21, 24, 42, 46, 48, 49, 54, 59, 60, 63, 87, 101, 135, 183, 186, 187, 189, 197, 216
conception formations.....	35
conception moule.....	51
conception silencieuse.....	116
conduire un projet.....	36
conduite des bains.....	53, 54
conformité des machines.....	157, 212
construction mécanique.....	40, 51, 61
contraintes.....	175
contraintes résiduelles.....	61, 118
contrôle à la colonne de mesure.....	152, 163, 168
contrôle actif vibration.....	122
contrôle d'atelier.....	168
contrôle d'étanchéité.....	154, 164
contrôle de pièces.....	168
contrôle des spécifications géométriques.....	152, 163, 168
contrôle non destructif.....	19, 20, 21, 24, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189
contrôle par calibres.....	168
contrôle produit.....	167
contrôle propreté.....	56
contrôle visuel.....	186
contrôle visuel indirect.....	183
coordonnateur soudage.....	146
corrosion.....	43, 44, 45, 54, 64, 147, 196, 197
cosmétéo.....	112
costing.....	129
cotation.....	152, 165
cotation 3D.....	73, 160
cotation d'un plan.....	108, 153, 166
cotation fonctionnelle.....	72, 74, 160
cotation ISO72.....	73, 74, 108, 153, 160, 161, 166
coupe des métaux.....	101
COV.....	54, 110
cristallographie.....	175
critère de rugosité.....	170
cuivre.....	43
cybersécurisé.....	25
cycle de vie.....	29, 68, 75
<b>D</b>	
D.I.S.C.....	36
D.I.S.C Success Insights.....	34
dBa.....	204
déchets industriels.....	210
décolletage.....	16, 52, 53, 130, 131, 136, 153, 166
découpage.....	62, 101, 136, 137, 138
défaillance.....	72, 99, 100, 116, 196, 197, 198
défaut.....	54, 105, 146, 149, 197
défauts sous presse.....	137, 138
déformation.....	105, 146, 149, 175
dégraissage.....	56, 57
denture.....	96, 108, 169
DEP.....	30, 76
Design For Assembly (DFA).....	105
Design to cost.....	70
DESP.....	81, 83
dessin technique.....	153, 166
devis.....	129, 130
diagnostic de défaut.....	137, 138
diagnostic énergétique.....	30, 212
diagnostic vibratoire.....	25, 199
diagramme de GANTT.....	36
diffraction.....	175
dimensionnement.....	80, 85, 86, 87, 88, 94, 96, 97, 98, 100
directive « Machines » 2006/42/CE.....	157, 212
directive 2003/10/CE.....	204
directive 2006/42/CE.....	73, 79
directive machines.....	76, 156
directive machines 98/37 CE.....	204
donneurs d'ordres.....	136
drone.....	19, 186
dynamique linéaire.....	92
<b>E</b>	
Ébavurage.....	58
écarts de forme.....	170
échangeur thermique.....	112
éco-conception.....	18, 29, 46, 49, 68, 69, 75
économie d'énergie.....	31, 213
écrans photostimulables.....	185
effluents de la mécanique.....	211
élaboration des spécifications.....	72, 74, 160
élastomère.....	46, 197
e-learning.....	69, 74, 76, 77, 99
électromagnétisme.....	121
éléments finis.....	86, 87, 88, 91, 92
emboutissage.....	62, 101, 136, 137, 138
émission acoustique.....	180, 181
émissions fugitives.....	110
empreinte environnementale.....	30, 75
EN 13445.....	79
EN 15804.....	30, 76
EN 1591.....	84, 106, 114
EN 9100.....	208
EN ISO 13849-1.....	78
END.....	20, 21, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 188
endommagement.....	60, 197
endurances.....	155, 156
énergie.....	30, 31, 212, 213
engrenage.....	96, 108, 169, 198
environnement.....	29, 30, 54, 69, 75, 76, 204
équilibrage.....	175
équipement sous pression.....	83, 84
ergonomie.....	29, 78, 127, 212
étalonnage.....	150, 151, 161, 162, 167, 172
étanchéité.....	46, 84, 106, 109, 110, 113, 114, 115, 154, 164
états de surface.....	170
étude des grandeurs physiques.....	173
eurocode 0.....	93

eurocode 1.....	93
eurocode 3.....	93
eurocode 8.....	94
excitateur électrodynamique.....	155
exploitation des données.....	128, 189
extensométrie.....	175

## F

fabrication additive.....	14, 15, 16, 58, 101, 102, 103, 104, 139, 140, 141, 155, 165
FANUC.....	141, 142
faro.....	172
fatigue.....	58, 59, 64, 87, 89, 94, 98, 99, 117, 118, 156
FDES.....	30, 76
FEM 1.001.....	98
fiabilité.....	109, 116, 117
filetage.....	151, 162, 163
filière de production.....	101
finition de surfaces.....	58
fluide de coupe.....	135
fluide frigorigène.....	31, 205, 213
forge.....	139
fractographie.....	60, 89, 197
fraisage.....	134, 142, 144
frittage.....	102
frottement.....	17, 55, 64
fuite.....	46, 84, 106, 110, 114, 115, 154, 164
fusion laser.....	15, 16, 104, 140, 155, 165

## G

gammagraphie.....	178, 179
gamme.....	126, 127, 137
gamme de contrôle.....	168, 227, 228
garnitures mécaniques.....	26, 110, 114
gaz traceur.....	154, 164
géométrie.....	21, 57, 91, 96, 108, 126
gestion d'instruments.....	106, 150, 161
gestion impacts air/sols.....	209
GMAO.....	23, 194

GPS.....	22, 68, 72, 74, 106, 160, 161, 228
grenailage de précontrainte.....	64
GUM.....	106, 167

## H

HEIDENHAIN.....	144
HERSEY – BLANCHARD.....	34
HIP.....	102
hydraulique.....	113
hygiène.....	204, 205

## I

IATF 16949.....	106, 128, 150, 161, 207
incertitude.....	107, 108, 152, 153, 164, 166, 167, 168, 174, 175
infrarouge.....	19, 24, 187
ingénierie des systèmes.....	71
inox.....	41
inspire.....	90, 102
installations industrielles.....	204
instrumentation industrielle.....	173
instruments de mesure.....	150, 162
IOT/IIOT.....	22, 23, 24, 25, 26
ISO 11898.....	122
ISO 14001.....	75, 206
ISO 14020.....	30, 75
ISO 17025.....	106, 150, 161
ISO 18436-2.....	199, 200, 225
ISO 19011.....	209
ISO 50001.....	31, 213
ISO 9001.....	206, 207
ISO TS/16949.....	106, 150, 161, 207
isolation vibratoire.....	116

## J

J1939.....	121
jauges.....	175
joints.....	46, 84, 106, 113, 114, 154, 164

## K

KISSsoft.....	96
KISSsys.....	96
Knowledge Management.....	35

## L

Laser Beam Melting (LBM).....	15, 16, 104, 140, 155, 165
lecture de plan.....	152, 153, 165, 166, 168
levage.....	97, 98
lubrification.....	17, 55, 64, 115

## M

machine learning.....	26
machine multifonctions.....	134
machine-outil.....	176, 195
machine tournante.....	175
MAG.....	147
magnétisme.....	120, 121
magnétoscopie.....	178
maintenance.....	23, 138, 157, 194
maintenance conditionnelle.....	199
maintenance fluides de coupes.....	135
maintenance matériel de soudage.....	196
maintenance pompes.....	26, 195
maîtrise statistique des procédés.....	128, 176, 190
management d'équipe.....	34
management de projet.....	23, 69, 71
manager.....	34
marquage CE.....	29, 76, 77, 78, 127, 156, 212
MASLOW.....	34
matériaux magnétiques.....	119, 120
matériaux métalliques.....	42, 43, 44, 52, 64, 196, 197
matériaux piézoactifs.....	119
mécanique de la rupture.....	60, 89
mécanique des fluides.....	110, 111
mécanique statique.....	85, 95
mécatronique.....	24, 71, 119, 120, 121
mesure tridimensionnelle.....	171, 172

mesures.....	27, 107, 108, 152, 153, 164, 166, 167, 168, 170, 173, 174, 185, 204
métallurgie des poudres.....	102
métaux en feuilles.....	101
méthode IDAR.....	70, 78, 211
métrologie.....	106, 150, 161, 162, 163, 164, 167, 169, 171
micromètre.....	150, 162
MIG.....	147
MIM.....	102, 104
mise au bain.....	53
MMT.....	107, 168, 171, 172
MOCN.....	141, 142
modélisation.....	85, 89, 90, 91, 97, 115
modélisation des coûts.....	130
modélisation réducteurs.....	96
montage.....	142, 143
monteur.....	138
moteurs électriques.....	88, 115
moteurs piézoélectriques.....	119
MSA.....	107, 167
MSP.....	128, 176, 190
multiéléments.....	20, 21, 185, 188, 189

<b>N</b>	
NextGen.....	84
NF E 01-005.....	29, 68, 75
NF E25-030.....	99, 100
NF EN 1412.....	43
NF P01-010.....	30, 76
NF X 50-144.....	48
normalisation.....	29, 73, 76, 77, 78, 79, 127, 156, 157, 212
norme 13306.....	23, 194
norme EN ISO 13849.....	76
norme NF S31-084.....	204
normes EDS.....	170
notice d'instructions machine.....	73, 79
nucléaire.....	83
numérique.....	22, 74, 161

<b>O</b>	
ondes guidées.....	21, 185, 189
opérations axiales.....	101
optimisation des coûts.....	106, 150, 161
optimisation Topologique.....	90, 102
outillage de presse.....	137
outillage rapide.....	14, 103, 140
outils de coupe.....	134
ouvrage chaudronné.....	154, 164

<b>P</b>	
PAC.....	150, 162
peinture.....	54
perçage.....	134
phased array.....	20, 21, 185, 188
piézo.....	119, 122
piézomagnétisme.....	119
PL (Performance Level).....	78
plans d'expérience.....	117, 126
plastique.....	18, 46, 48, 49, 54, 62, 63, 197
pliage-emboutissage.....	62
polymère.....	18, 47, 48, 62, 63, 98, 197
pompes.....	26, 110, 111, 112, 195
poste de travail.....	29, 78, 127, 212
pot vibrant.....	155
poudres.....	102, 104
poupée mobile.....	143
PPAP.....	36, 128
presse.....	62, 137, 138
presse-étoupe.....	110
presses plieuses.....	138, 157
procédé lessiviel.....	56, 57
procédés d'usinage.....	134
process piping.....	82
processus de fabrication.....	129, 208
Procor.....	45, 218
production performante.....	134
programmation CN.....	142, 143, 144
programmation conversationnelle.....	142, 144
programmation ISO.....	141, 142

propreté.....	56, 57
PROREFEI.....	31, 213
protection anticorrosion.....	44, 64
protection cathodique.....	44, 45
prototypage rapide.....	14, 103, 140

<b>Q</b>	
qualification soudage.....	146
qualification vibratoire.....	155

<b>R</b>	
R&R.....	107, 167
radiographie numérique.....	185
radiographie X.....	178, 179
rayons X.....	175
reach.....	77
réception d'une machine.....	157, 212
réception des machines-outils.....	176, 195
réduction du bruit.....	116, 204
réfèrent énergie.....	31, 213
réfrigération.....	205
réglementation.....	29, 69, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 83, 127, 138, 156, 157, 204, 212
règles de calcul.....	88, 94, 99, 100
régleur sur presses.....	138
régulateurs PID.....	26, 115, 122
régulation.....	109
réseau PERT.....	36
résistance des matériaux RDM.....	85, 86, 88, 90, 95
résolution de problèmes.....	28, 127
ressuage.....	177
revêtements organiques.....	54
revêtements sacrificiels.....	45
robinetterie industrielle.....	109, 110
robotique.....	17, 16, 144
ROHR2.....	85, 97, 219
romer.....	172
rotor rigide.....	175
roue dentée.....	108

rugosité.....	168, 169, 170
rupture.....	58, 60, 89, 156, 196, 197, 198
<b>S</b> .....	
SDLC .....	25
sécurité...29, 70, 73, 76, 77, 78, 79, 127, 138, 156, 157,	211, 212
serrage .....	99, 100, 114, 145
silicones.....	47
simulation mécanique .....	90, 102
simulation procédés.....	45, 90, 102
Sistema .....	76, 78
soudage.....17, 82, 94, 98, 99, 105, 118, 146, 147, 148,	149, 186, 198, 205
soudure .....	105, 154, 164, 198
SPC.....	128, 176, 190
spécifications géométriques .....	72, 74, 108, 153, 160,
	166, 167
statistique .....	72, 74, 128, 152, 160, 164, 176, 189, 190
Stäubli TX2/CS9.....	17, 144
supply chain.....	28, 131
sûreté de fonctionnement.....	72, 117
surveillance vibratoire .....	199, 200
système linéaire .....	26, 115, 122

<b>T</b> .....	
Taguchi .....	117, 126
tampon fileté.....	151, 162
tampon lisse.....	151, 162
Taylor Forge.....	114
thermographie .....	19, 24, 187
TMS.....	29, 78, 127, 212
TOFD .....	182, 185
tôle.....	62, 101, 136, 137, 138
tolérancement.....	73, 152, 160, 164
Tomographie rayons X.....	20, 187, 188
topographie .....	170
TORNOS DECO 2000.....	132, 142, 143
tour multibroche.....	132, 133
tournage.....	101, 131, 141, 142
tournage fraisage .....	134
traitement de surface .....	52, 53, 54, 63, 65
traitement des aciers.....	40, 61
traitement du signal .....	27, 28, 173, 174
traitement statistique .....	128, 189
traitement thermique.....	51, 52
traitements des données .....	128, 189
transactions création/cessation d'activité.....	209
transfert de cote.....	72, 74, 160
tresse .....	110, 114
tribologie.....	17, 55, 64
trigonométrie.....	126
TSUGAMI.....	143

tuyauterie.....	85, 97, 218, 219
-----------------	------------------

<b>U</b> .....	
ultrasons .....	20, 21, 181, 182, 185, 188, 189
usinage.....	16, 17, 101, 130, 131, 132, 133, 134, 135,
	136, 141, 142, 143, 144, 145
usinage du futur.....	16, 136
Usitronic®.....	27, 129
usure.....	17, 55, 64, 196

<b>V</b> .....	
valorisation déchets industriels.....	210
vanne .....	109, 110
VDI 2230.....	88, 94, 99, 100, 216
veille technologique .....	68
ventilateurs .....	205
vérification des presses .....	138, 157
vérification périodique .....	138, 150, 151, 157, 162
vibration.25, 27, 28, 116, 122, 155, 173, 174, 175, 199	
vide industriel .....	112
vieillesse.....	98
vissage.....	88, 94, 99, 100, 198, 216
voie sèche.....	56, 57

<b>W</b> .....	
Wöhler .....	59, 156

Création couverture : Agence Sister

Conception graphique : Cetim - Graph'm  [www.agence-graphm.com](http://www.agence-graphm.com)

N° de dossier : 1907-019  
Achévé d'imprimer en septembre 2019



Crédits photos :

© Halfpoint / © Omelchenko / © black\_mts / © bobo1980 / © Cetim / © dusanpetkovic / © Funtap / © golubovy / © Gorodenko / © IEDNlab /  
© jotily / © maskalin / © Monopoly919 / © P-H.Claudiel/Treizeheuresinq/Cetim / © sdecoret / © whyframeshot / © zhengzaishanchu



*Le Cetim est labellisé Institut Carnot, membre du réseau CTI et de l'Alliance Industrie du Futur*

Centre technique des industries mécaniques  
52, avenue Félix-Louat, 60300 Senlis - France +33 / 970 821 680 [sqr@cetim.fr](mailto:sqr@cetim.fr)

**[cetim.fr](http://cetim.fr)**

