



FORMATIONS

FAST Formations Accélérées
Scientifiques et Technologiques



École Nationale Supérieure de **Mécanique** et des **Microtechniques**

Besançon - France



SOMMAIRE

Comprendre les phénomènes vibratoires	p 4
Acoustique et vibro-acoustique : bruit des structures industrielles	p 5
Dynamique des structures avancées	p 6
Choix des matériaux et éco-conception	p 7
Tribologie et surfaces	p 8
Maîtrise des processus de mesure en métrologie et incertitudes de mesure	p 9
La cotation fonctionnelle 3D des pièces mécaniques	p 10
Les plans d'expériences statistiques	p 11
Mesure et analyse des états de surface	p 12
Initiation à l'assemblage industriel	p 13
Initiation à la robotique industrielle	p 14
Bases du prototypage électronique	p 15
Initiation à la programmation d'un objet connecté	p 16
Prototypage électronique avancé	p 17
Contrôles optiques et électriques de films minces micro / nanotechnologies	p 18
Lithographie optique, résines, électroformage et gravure – micro/nanotechnologies	p 19
Calcul formel et programmation symbolique en modélisation	p 20
PHM – Prognostic and Health Management	p 21
Programmation Python	p 22

Avec ses enseignements de haut niveau scientifique et technologique, l'École Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques - ENSMM - est une grande école d'ingénieurs reconnue en France avec une spécialité unique en Microtechniques. Elle est tutelle de FEMTO-ST qui est le plus important laboratoire français dans le domaine des sciences pour l'ingénieur et qui jouit d'une visibilité européenne et internationale.

Avec plus de 250 diplômés par année, l'ENSMM constitue un vivier d'ingénieurs extrêmement bien formés dans des domaines de spécialité très convoités que sont la micromécanique et les microtechniques.

L'ENSMM se positionne aussi en tant qu'acteur dans le domaine des formations tout au long de la vie et de la formation continue en proposant des formations ciblées aux entreprises dans le cadre de son dispositif FAST - Formations Accélérées Scientifiques et Technologiques - pour les accompagner sur la voie de l'innovation et de la compétitivité, profitant de la révolution numérique qui ouvre l'espace des possibilités pédagogiques innovantes.

Ces formations couvrent un large spectre de disciplines qui vont de la robotique à l'électronique et de la programmation d'objets connectés aux technologies de salle blanche en passant par l'écoconception, la métrologie ou encore la dynamique et vibro-acoustique des structures.

Destinées aux ingénieurs, aux techniciens et aux cadres au sens large, les formations FAST sont assurées par des chercheurs, des enseignants-chercheurs et des ingénieurs sur des équipements de pointe. Elles allient cours et ateliers encadrés et visent à donner les outils nécessaires à une mise en œuvre rapide des compétences acquises.

A l'écoute des préoccupations des entreprises, l'ENSMM peut, en plus des formations présentées dans le présent catalogue, proposer des formations spécifiques pour répondre à des demandes particulières.

Pr Jamal Takadoum
Coordinateur des formations FAST

Pr Pascal Vairac
Directeur de l'ENSMM



COMPRENDRE LES PHÉNOMÈNES VIBRATOIRES

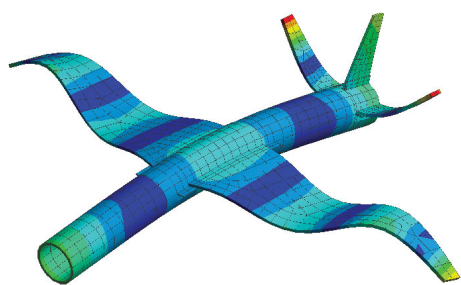
Cette formation a pour but de fournir les éléments permettant d'appréhender les phénomènes vibratoires mis en jeu dans les systèmes industriels. En partant de la description des phénomènes physiques de base, on aboutira à la présentation des méthodes utilisées en pratique pour la spécification, le diagnostic, l'analyse, et la prédiction des vibrations de structures. Cette formation alterne séances de cours et séances pratiques (codage Matlab, utilisation de codes éléments finis et mesures vibratoires).

OBJECTIFS

- Compréhension des notions de base en vibrations des structures (fréquences propres, ondes, modes, réponse libre et forcée, amortissement),
- Connaissance et utilisation des méthodes de simulation en vibrations des structures (approches analytiques simples, modèles éléments finis),
- Connaissance et utilisation de méthodes de caractérisation expérimentales simples en vibrations des structures (réponse libre, réponse forcée),
- Connaissance et utilisation de méthodes de réduction de niveaux vibratoires.

PROGRAMME

- Oscillateur mécanique à 1 degré de liberté (fréquence propre, amortissement, vibrations libres et forcées),
- Vibrations des structures continues (ondes, modes, vibrations des poutres et cas général),
- Résolutions numériques en vibrations (éléments finis, modes propres, vibrations libres et forcées),
- Applications : codage en langage Matlab de résolution de problèmes vibratoires simples (vibrations d'arbres de transmission), utilisation de codes éléments finis pour la détermination de modes propres et de réponses forcées (maquette d'avion), caractérisation vibratoire expérimentale (détermination des fréquences et déformées modales d'une table de guitare).



PUBLIC

Ingénieurs, bachelors.

PRÉREQUIS

Bases de la mécanique, mathématiques niveau L3 scientifique.

MODALITÉS

DURÉE

3 jours

LIEU

Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques de Besançon.

TARIF (HT)

1 500 €

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Emmanuel Foltête : Professeur des universités à l'ENSMM

INTERVENANTS

Emmanuel Foltête : Professeur des universités à l'ENSMM

Morvan Ouisse : Professeur des universités à l'ENSMM



ACOUSTIQUE ET VIBRO-ACOUSTIQUE : bruit des structures industrielles

Cette formation a pour but de fournir les éléments permettant d'appréhender les phénomènes vibroacoustiques mis en jeu dans les systèmes industriels. En partant de la description des phénomènes physiques de base, on aboutira à la présentation des méthodes utilisées en pratique pour la spécification, le diagnostic, l'analyse, et la prédiction des bruits d'origine industrielle. Elle se décompose en deux modules : l'un portant sur l'acoustique (propagation d'ondes en milieu aérien), l'autre portant sur la vibro-acoustique (couplage entre vibrations de structures et bruit rayonné).

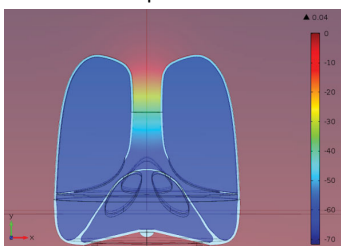
OBJECTIFS

Le module acoustique a pour objectif :

- d'acquérir les connaissances élémentaires relatives à la physiologie et aux aspects normatifs et environnementaux, associés aux phénomènes acoustiques,
- de comprendre les phénomènes physiques régissant la propagation d'ondes acoustiques aériennes,
- de comprendre et mettre en œuvre des méthodes numériques permettant la simulation de phénomènes acoustiques,
- de comprendre et mettre en œuvre des méthodes de caractérisation expérimentale en acoustique.

Le module vibro-acoustique a pour objectif :

- de comprendre les phénomènes physiques caractérisant le couplage entre les vibrations de structure et les ondes acoustiques,
- de comprendre et mettre en œuvre des méthodes numériques permettant la simulation de phénomènes vibro-acoustiques,
- de comprendre les phénomènes de propagation d'ondes vibratoires et acoustiques en hautes fréquences.



MODALITÉS

DURÉE

Module acoustique : 2,5 jours
Module vibro-acoustique : 2 jours

LIEU

Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques de Besançon.

TARIF (HT)

2,5 jours : 1 250 €
2 jours : 1 000 €

PROGRAMME

- Contexte socio-culturel
- Formulation de base en acoustique (hypothèses, équations, propagation et modes en 1D et 3D),
- Applications (radar, modes, tube d'impédance, silencieux, écran anti-bruit, matériaux absorbants),
- Méthodes numériques (éléments finis, éléments de frontière, matrices de transfert),
- Techniques expérimentales (environnements, capteurs, actionneurs, intensimétrie, antennerie),
- Couplage vibro-acoustique (couplage fluide-structure, rayonnement, transparence, matériaux poreux) applications (haut-parleur, guitare),
- Méthodes énergétiques et hautes fréquences (acoustique géométrique, Sabine, SEA).

PUBLIC

Ingénieurs, bachelor (Niveau L3).

PRÉREQUIS

Bases de la mécanique, mathématiques niveau L3 scientifique

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Morvan Ouisse : Professeur des universités à l'ENSMM

INTERVENANTS

Morvan Ouisse : Professeur des universités à l'ENSMM
Emeline Sadoulet-Reboul : Maître de conférences à l'université de Franche-Comté



DYNAMIQUE DES STRUCTURES AVANCÉES

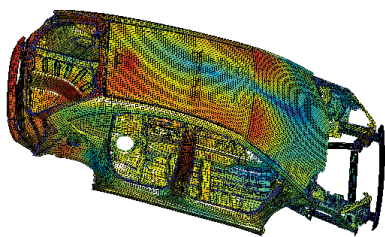
Cette formation a pour but de fournir les compétences permettant d'adresser des problèmes industriels mettant en jeu des phénomènes vibratoires complexes. La présentation des méthodes d'analyse, de simulation et de caractérisation permettant de répondre à des problématiques concrètes se concentre sur les points clés permettant leur mise en œuvre efficace. Ces méthodes sont appliquées durant la formation sur divers supports issus du monde industriel.

OBJECTIFS

- Compréhension des notions de base en vibrations des structures (fréquences propres, ondes, modes, réponse libre et forcée, amortissement),
- Connaissance et utilisation des méthodes de simulation en vibrations des structures (approches analytiques simples, modèles éléments finis),
- Connaissance et utilisation de méthodes de caractérisation expérimentale simples en vibrations des structures (réponse libre, réponse forcée),
- Connaissance et utilisation de méthodes de réduction de niveaux vibratoires.
- Mise en données de problèmes éléments finis en dynamique des structures (spécificités liées au maillage, aux assemblages, à l'amortissement, choix des stratégies et algorithmes de résolution),
- Application dimensionnement : essai de qualification sur une structure type industrielle (gestion de gabarits d'essais chocs, aléatoires, harmoniques),
- Application dimensionnement : choix et utilisation d'un critère de dimensionnement sur la base d'un cahier des charges,
- Amortissement passif par matériaux viscoélastiques en dynamique des structures ; identification d'un modèle viscoélastique et utilisation pour le dimensionnement d'un plot élastique,
- Moyens expérimentaux en dynamique des structures et méthodes d'identification modale,
- Application : réalisation d'essais sur une structure de type industriel et identification sur une structure de type industriel.

PROGRAMME

- Méthodologies de simulation (formulations de base, modes réels / modes complexes, méthodes de calcul de réponse à des excitations déterministes dans le domaine fréquentiel et dans le domaine temporel, réduction de modèle),
- Méthodes de calcul de réponse à des excitations aléatoires, modélisation de l'amortissement (visqueux, hystérétique, facteur de perte, modal), programmation des algorithmes de base,



MODALITÉS

DURÉE

4 jours

LIEU

Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques de Besançon.

TARIF (HT)

2 000 €

PUBLIC

Ingénieurs en mécanique

PRÉREQUIS

Bases de dynamique des structures

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Morvan Ouisse : Professeur des universités à l'ENSMM

INTERVENANTS

Morvan Ouisse : Professeur des universités à l'ENSMM
Emmanuel Foltête : Professeur des universités à l'ENSMM
Gaël Chevallier : Professeur des universités à l'université de Franche-Comté

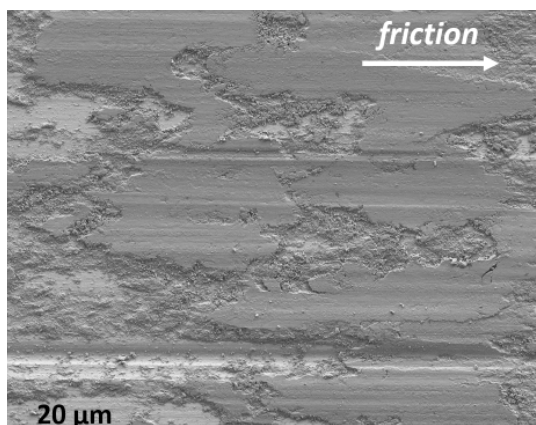


TRIBOLOGIE ET SURFACES

La tribologie (du grec « tribos » = frotter) est la science des contacts, du frottement, de l'usure et de la lubrification. Le monde industriel est particulièrement touché par la multitude et l'impact notoire des contacts tribologiques. Ces derniers concernent l'intégralité des secteurs industriels (automobile, biomédical, aéronautique, transformation des matériaux, microtechniques...etc) et sont notamment à l'origine d'usure des pièces et de pertes énergétiques dont le coût global avoisine les 1,5% du PIB dans les pays industrialisés. Cette formation a vocation à appréhender les concepts clés permettant d'expertiser un système tribologique, et à comprendre comment un tel système peut être amélioré.

OBJECTIFS

- Transmettre les notions essentielles mais exhaustives permettant de définir et d'analyser un contact tribologique,
- Evaluer l'influence des facteurs environnementaux qui conduisent à des modifications des comportements tribologiques,
- Connaitre et apprendre à utiliser les techniques d'analyse associées à la caractérisation des surfaces tribologiques,
- Découvrir les techniques innovantes de modification des surfaces permettant d'améliorer leurs performances tribologiques en termes de frottement et d'usure.



PROGRAMME

La formation alternera des séances de cours illustrés d'exemples concrets de contacts tribologiques variés, et des séances de travaux pratiques en tribométrie (mesure du frottement, post-traitement et analyses des données) et caractérisation des surfaces de frottement au cours desquelles l'apprenant manipulera lui-même des dispositifs d'essais et des appareils de caractérisation des surfaces.

Notions abordées : topographie de surface, mécanique du contact, physicochimie des surfaces, frottement, usure, tribochimie, concept de 3^{ème} corps, tribologie environnementale, fonctionnalisation et texturation de surface, revêtements et dépôts d'usage tribologique.

PUBLIC

Techniciens supérieurs et ingénieurs de l'industrie et des centres de recherche.

PRÉREQUIS

Niveau Bac+2, L2 scientifique

MODALITÉS

DURÉE

3 jours

LIEU

Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques de Besançon

TARIF (HT)

1 500 €

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Pierre-Henri Cornuault : Maître de conférences à l'ENSMM

INTERVENANTS

Mohamed Assoul : Maître de conférences à l'université de Franche-Comté

Luc Carpentier : Maître de conférences à l'université de Franche-Comté

Guillaume Colas : Chargé de recherche au CNRS

Pierre-Henri Cornuault : Maître de conférences à l'ENSMM

Xavier Roizard : Maître de conférences à l'université de Franche-Comté



MAÎTRISE DES PROCESSUS DE MESURE EN MÉTROLOGIE ET INCERTITUDES DE MESURE

Cette formation a pour but de fournir les bases de la maîtrise des processus de mesure et du calcul des incertitudes de mesure. A partir d'exemples industriels, la formation aborde le calcul d'incertitudes selon la méthode normalisée GUM – guidelines for the expression of uncertainty in measurement –, ainsi que l'étude de la capabilité de mesure.

OBJECTIFS

- Connaître l'intégralité des interacteurs dans un processus de mesure (méthode, opérateur, instrument...),
- Choisir un instrument de mesure et notion d'erreur maximale tolérée,
- Management des instruments de mesure et des erreurs de mesure,
- Calcul d'incertitudes selon GUM,
- Etude de la capabilité de mesure.



PROGRAMME

- La fonction métrologie dans l'entreprise,
- Gestion des instruments de mesure,
- Les méthodes de mesure,
- De l'erreur à l'incertitude,
- Les facteurs d'influence,
- Management des erreurs,
- Traitement statistique des erreurs – Calcul d'incertitudes normalisé,
- Capabilité de mesure Cmc.

PUBLIC

Ingénieurs, bachelors.

PRÉREQUIS

- Bases mathématiques des probabilités et des statistiques
- Connaissance de l'ISO 9001 et de l'amélioration continue
- Connaissance des moyens de mesure classiques et de leur mise en œuvre.

MODALITÉS

DURÉE

2 jours

LIEU

Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques de Besançon.

TARIF (HT)

1 000 €

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Christophe Dielemans : Professeur agrégé en Sciences de l'ingénieur à l'ENSMM

INTERVENANTS

Christophe Dielemans : Professeur agrégé en Sciences de l'ingénieur à l'ENSMM

Pierrick Malecot : Maître de conférences à l'ENSMM

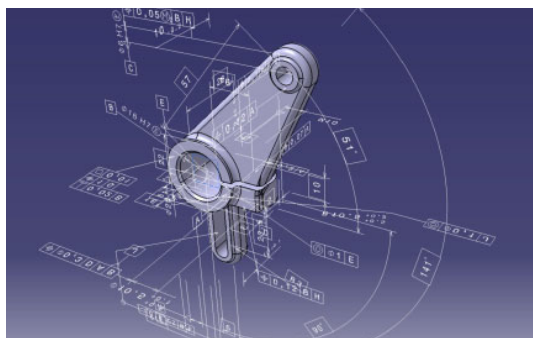


LA COTATION FONCTIONNELLE 3D DES PIÈCES MÉCANIQUES

Cette formation a pour but de fournir les bases de la cotation fonctionnelle tridimensionnelle des pièces mécaniques. Sur la base des normes ISO-GPS, une méthode de cotation fonctionnelle des produits d'un assemblage est présentée et le calcul des tolérances est fait avec l'assistance d'un logiciel de cotation 3D.

OBJECTIFS

- Connaître les normes en vigueur pour la spécification géométrique des produit ISO-GPS,
- Savoir interpréter une spécification par dimension, par zone, par gabarit,
- Concevoir un processus de mesure sur les moyens de contrôle usuels en respect des normes ISO-GPS,
- Maîtriser la mise en œuvre d'une méthode de cotation fonctionnelle de pièces de mécanique de précision dans un assemblage,
- Mettre en œuvre un calcul des tolérances dans un logiciel de cotation 3D.



PROGRAMME

- Comprendre l'utilité d'un langage normalisé pour les mécaniciens,
- Opérateur de spécification,
- Opérateur de vérification sur les moyens de contrôle usuels,
- Méthode de cotation fonctionnelle 3D,
- Optimisation des tolérances.

PUBLIC

Ingénieurs, bachelors.

PRÉREQUIS

- Bases mathématiques en analyse,
- Bases du dessin technique,
- Bases de la CAO,
- Base de la cotation fonctionnelle unidirectionnelle - chaîne de cotes.

MODALITÉS

DURÉE

4 jours

LIEU

Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques de Besançon.

TARIF (HT)

2 000 €

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Christophe Dielemans : Professeur agrégé en Sciences de l'ingénieur à l'ENSMM

INTERVENANTS

Christophe Dielemans : Professeur agrégé en Sciences de l'ingénieur à l'ENSMM



LES PLANS D'EXPÉRIENCES STATISTIQUES

Cette formation a pour but de fournir les bases de l'utilisation et de la mise en œuvre des plans d'expériences statistiques. A travers des exemples industriels, la formation abordera les plans complets, les plans fractionnaires classiques et les plans de Taguchi. Il sera abordé la notion d'optimalité des plans d'expériences.

Des exercices pratiques avec assistance informatique seront proposés

OBJECTIFS

- Connaître les avantages et les inconvénients de la mise en œuvre des plans d'expériences,
- Mettre en œuvre les plans d'expériences complets,
- Maîtriser les outils de base pour la mise en œuvre des plans d'expériences (test de Student, analyse de la variance, tracé normal),
- Mettre en œuvre les plans fractionnaires classiques,
- Maîtriser les alias des plans fractionnaires,
- Mettre en œuvre un plan d'expériences Taguchi,
- Connaître la notion d'optimalité d'un plan d'expériences.

PROGRAMME

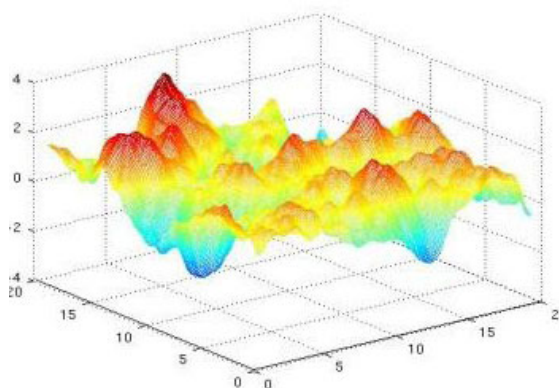
- Généralités,
- Les plans complets,
- Les plans fractionnaires classiques,
- Les plans Taguchi,
- Les plans optimaux.

PUBLIC

Ingénieurs, bachelors.

PRÉREQUIS

Bases mathématiques des probabilités et des statistiques.



MODALITÉS

DURÉE

3 jours

LIEU

Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques de Besançon.

TARIF (HT)

1 500 €

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Christophe Dielemans : Professeur agrégé en Sciences de l'ingénieur à l'ENSMM

INTERVENANTS

Christophe Dielemans : Professeur agrégé en Sciences de l'ingénieur à l'ENSMM

Pierrick Malecot : Maître de conférences à l'ENSMM



MESURE ET ANALYSE DES ETATS DE SURFACE

Cette formation a pour but de fournir les bases de la mesure et de l'analyse des états de surface linéique et surfacique. Les moyens de mesures linéique et surfacique sont présentés et les normes ISO-GPS sont ensuite détaillées et expliquées. Enfin la mise en place d'une analyse normalisée est faite dans un logiciel spécialisé.

OBJECTIFS

- Connaître les normes en vigueur pour la spécification des états de surface ISO-GPS,
- Savoir interpréter une spécification d'état de surface,
- Réaliser une mesure sur les moyens de contrôle usuels en respect des normes ISO-GPS,
- Mettre en œuvre l'analyse des mesures réalisées conformément à la norme,
- Conclure sur la qualité de l'état de surface.

PROGRAMME

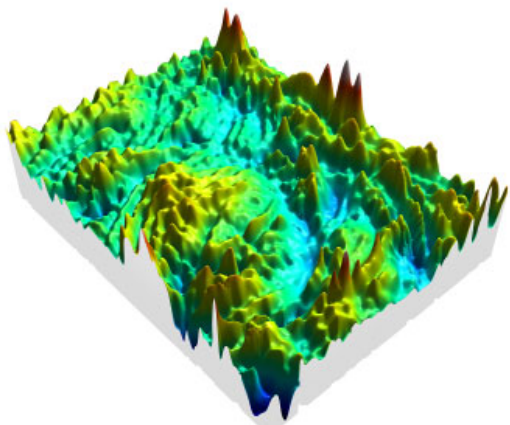
- Comprendre l'utilité d'un langage normalisé pour les mécaniciens,
- Opérateur de spécification et de vérification pour les états de surface linéiques ,
- Opérateur de spécification et de vérification pour les états de surface surfacique ,
- Mise en œuvre sur machines et logiciels.

PUBLIC

Ingénieurs, bachelors.

PRÉREQUIS

- Bases de filtrage,
- Bases de fabrication,
- Bases de dessin technique,
- Bases d'optique.



MODALITÉS

DURÉE

3 jours

LIEU

Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques de Besançon.

TARIF (HT)

1 500 €

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Pierrick Malécot : Maître de conférences à l'ENSMM

INTERVENANTS

Pierrick Malécot : Maître de conférences à l'ENSMM



INITIATION À L'ASSEMBLAGE INDUSTRIEL

Cette formation s'adresse aux techniciens méthodes des industries manufacturières, désireuses de connaître les problématiques et les techniques liées aux activités d'assemblage présentes au sein d'une entreprise industrielle.

Il s'agit d'une présentation d'initiation aux problématiques du domaine afin que le stagiaire identifie les facteurs clés de réussite de toute démarche de conception d'un système d'assemblage.

OBJECTIFS

- Etre capable de comprendre les enjeux, les capacités et les limites de l'assemblage industriel,
- Connaître les méthodes et les moyens liés à la conception et la mise en œuvre d'un système d'assemblage industriel.

PROGRAMME

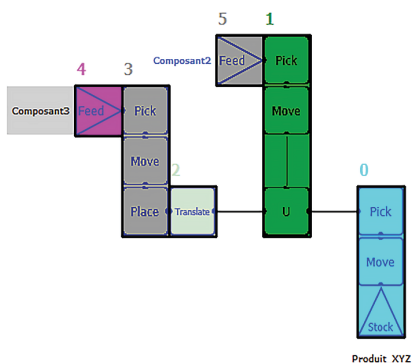
Cours

- Importance de l'assemblage,
- Spécificités de l'assemblage par rapport à l'usinage,
- Définitions de base,
- Analyse des systèmes d'assemblage,
- Constitution des produits et des familles de produits,
- Typologie des opérations d'assemblage - Introduction aux schémas fonctionnels,
- Typologie des procédés d'assemblage,

- Typologies des équipements,
- Typologies des systèmes d'assemblage,
- Description générale de la démarche de conception d'un système d'assemblage.

Travaux dirigés

- Présentation d'outils liés à l'évaluation de solutions représentées par un schéma fonctionnel.



PUBLIC

Toute personne désireuse de comprendre les enjeux, les points clés et les limites de la mise en œuvre de systèmes d'assemblage.

PRÉREQUIS

Culture technique de base.

MODALITÉS

DURÉE

1 jour

LIEU

Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques de Besançon.

TARIF (HT)

500 €

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Christophe Perrard : Maître de conférences à l'Université de Franche-Comté

INTERVENANTS

Christophe Perrard : Maître de conférences à l'Université de Franche-Comté
Olivier Lehmann : Ingénieur de recherche à l'institut FEMTO-ST



INITIATION À LA ROBOTIQUE INDUSTRIELLE

Vous n'avez jamais touché un robot industriel ? Vous pensez que ça n'est pas pour vous ? Cette journée est donc pensée pour vous !

La robotique industrielle et la robotique collaborative prennent une part toujours plus importante dans les ateliers de production d'aujourd'hui. Cependant, malgré des progrès constants dans des interfaces qui se veulent toujours plus simples, la mise en œuvre des robots n'est pas toujours idéalement appréhendée dans les entreprises.

Afin de faire le point sur ces technologies en constante évolution, le cluster Robotics Valley, Femto Engineering et le pôle robotique bisontin S.mart vous invitent à une journée d'information et de prise en main sur notre matériel de formation.

OBJECTIFS

Etre capable de comprendre les enjeux, les capacités et les limites de la robotique industrielle, Connaître les méthodes et les moyens liés à la mise en œuvre d'un robot industriel.

PROGRAMME

Cours

- Définitions préliminaires,
- Les tendances technico-économiques en matière de robotique,
- Les différents types d'architectures de robots,
- Modélisations des robots,
- Programmation classique des robots,

- La PHL (programmation hors ligne),
- Exemples de performances de quelques robots industriels,
- Déroulé d'un projet d'intégration robotique,
- Exemple de quelques applications robotiques industrielles classiques,
- Perspectives techniques en matière de robotique,
- Conclusions.

Travaux pratiques

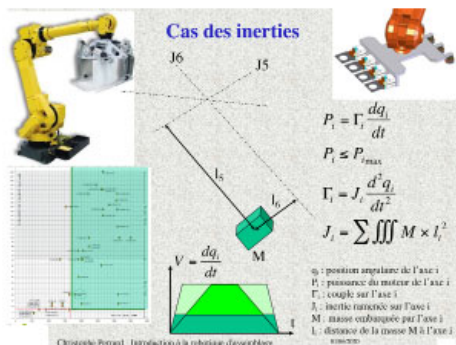
- Intérêt et utilisation des transformées outil (Epson C3),
- Intérêt et utilisation des repères de travail (UR5-e),
- Gestion des entrées/sorties pour piloter une cellule d'usinage (Fanuc Arc-Mate 100),
- Trajectoire sur pièce portée et outil fixe (Stäubli TX90).

PUBLIC

Toute personne désireuse de comprendre les enjeux, les points clés et les limites de la mise en œuvre de la robotique industrielle (Direction, commerciaux, chargés de projet ou chargés d'affaires, automaticiens, techniciens de maintenance, opérateurs, ...).

PRÉREQUIS

Aucun



MODALITÉS

DURÉE

1 jour

LIEU

Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques de Besançon.

TARIF (HT)

500 €

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Christophe Perrard : Maître de conférences à l'Université de Franche Comté

INTERVENANTS

Christophe Perrard : Maître de conférences à l'Université de Franche Comté

Olivier Lehmann : Ingénieur de recherche à l'Institut FEMTO-ST



BASES DU PROTOTYPAGE ÉLECTRONIQUE

L'ENSMM dispose d'une plateforme de prototypage de circuits électroniques et propose une formation complète à la conception et réalisation de circuits électroniques par prototypage rapide avec différentes options possibles en fonction des besoins. Cette filière originale s'appuie sur la réalisation d'un objet connecté personnel intégrant tous les aspects de l'électronique actuelle ainsi que sa programmation.

OBJECTIFS

Etre capable de mettre en œuvre une chaîne de prototypage électronique rapide.

PROGRAMME

1/ Saisie de schéma et simulation

Conception Electronique : analyse de documentation, simulation fonctionnelle et mise en pratique sur un objet connecté sous CAO.

2/ Design de circuit imprimé

Présentation des différentes technologies des circuits imprimés, des boîtiers, assemblage et design d'un shield compatible arduino.

3/ Réalisation par prototypage rapide d'un circuit imprimé CMS double face

Réalisation du circuit par fraissage anglais automatique et des vias chimiques.

4/ Assemblage et test d'une carte électronique CMS

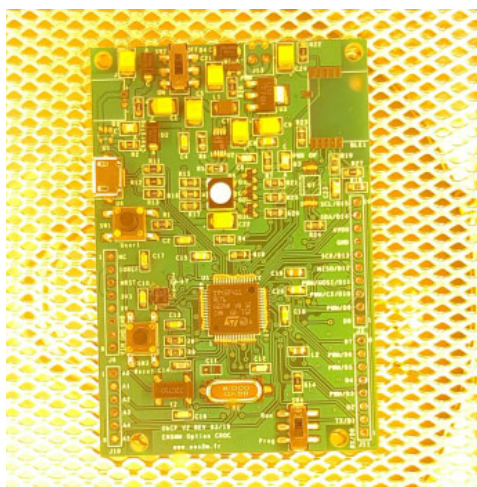
Montage d'une carte circuit imprimé, brasure par four à refusion et conventionnelle, test des fonctionnalités

PUBLIC

Techniciens supérieurs et ingénieurs de l'industrie et des centres de recherche

PRÉREQUIS

Connaissance de base en électronique



MODALITÉS

DURÉE

5 jours

LIEU

Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques de Besançon.

TARIF (HT)

2 500 €

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Fabrice Sthal : Professeur des universités à l'ENSMM

INTERVENANTS

Fabrice Sthal : Professeur des universités à l'ENSMM

Joel Imbaud : Maître de conférences à l'ENSMM

David Vernier : Ingénieur d'études à l'ENSMM

Philippe Abbe : Ingénieur d'études à l'ENSMM



INITIATION À LA PROGRAMMATION D'UN OBJET CONNECTÉ

L'ENSMM dispose d'une plateforme de prototypage de circuits électroniques et propose une formation complète à la conception et réalisation de circuits électroniques par prototypage rapide avec différentes options possibles en fonction des besoins. Cette filière originale s'appuie sur la réalisation d'un objet connecté personnel intégrant tous les aspects de l'électronique actuelle ainsi que sa programmation.

OBJECTIFS

Programmer un objet connecté à base de microcontrôleur de chez ST-Microélectronique.

PUBLIC

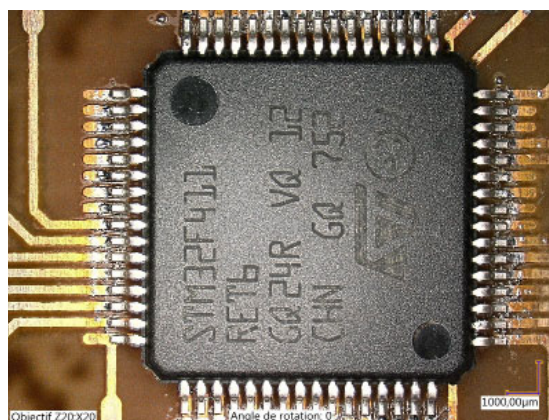
Techniciens supérieurs et ingénieurs de l'industrie et des centres de recherche.

PRÉREQUIS

Connaissances de base en électronique.

PROGRAMME

- Introduction aux microcontrôleurs,
- Concept de base de la programmation microcontrôleur,
- Utilisation de mbed,
- Mis en œuvre de capteurs,
- Utilisation d'un module Bluetooth entre l'Obc personnel et un smartphone,
- Introduction à l'utilisation d'un environnement C/C++ dédié.



MODALITÉS

DURÉE

3 jours

LIEU

Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques de Besançon.

TARIF (HT)

1 500 €

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Fabrice Sthal : Professeur des universités à l'ENSMM

INTERVENANTS

Fabrice Sthal : Professeur des universités à l'ENSMM

Joel Imbaud : Maître de conférences à l'ENSMM

David Vernier : Ingénieur d'études à l'ENSMM

Philippe Abbe : Ingénieur d'études à l'ENSMM



PROTOTYPAGE ÉLECTRONIQUE AVANCÉ

L'ENSMM dispose d'une plateforme de prototypage de circuits électroniques et propose une formation complète à la conception et réalisation de circuits électroniques par prototypage rapide avec différentes options possibles en fonction des besoins. Cette filière originale s'appuie sur la réalisation d'un objet connecté personnel intégrant tous les aspects de l'électronique actuelle ainsi que sa programmation.

OBJECTIFS

- Optimisation d'une chaîne de conception électronique.
- Introduction au prototypage de circuits multicouches.

PROGRAMME

Saisie de schéma et simulation

Conception Electronique : Rappel des bases (analyse de documentation, simulation fonctionnelle). Introduction à l'optimisation des circuits.

Design de circuit imprimé

Rappel des bases. Introduction aux design multicouches.

Réalisation par prototypage rapide d'un circuit imprimé multicouches CMS

Réalisation du circuit par fraisage anglais automatique, des vias chimiques, multicouches, brasage unitaire d'un composant BGA.

Assemblage et test d'une carte électronique CMS

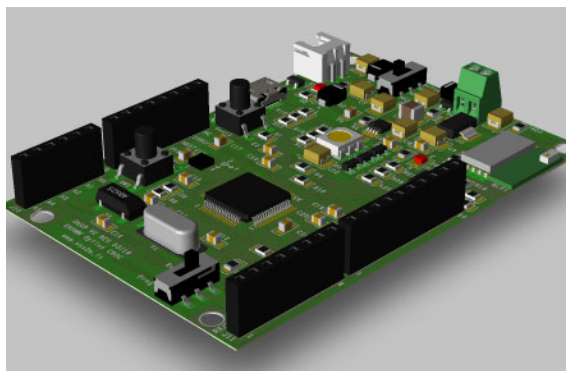
Montage d'une carte circuit imprimé, brasure par four à reflux et conventionnelle, test des fonctionnalités.

PUBLIC

Techniciens supérieurs et ingénieurs de l'industrie et des centres de recherche

PRÉREQUIS

Formation de base du prototypage électronique



MODALITÉS

DURÉE

5 jours

LIEU

Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques de Besançon.

TARIF (HT)

2 500 €

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Fabrice Sthal : Professeur des universités à l'ENSMM

INTERVENANTS

Fabrice Sthal : Professeur des universités à l'ENSMM

Joel Imbaud : Maître de conférences à l'ENSMM

David Vernier : Ingénieur d'études à l'ENSMM

Philippe Abbe : Ingénieur d'études à l'ENSMM



CONTRÔLES OPTIQUES ET ÉLECTRIQUES DE FILMS MINCES MICRO / NANOTECHNOLOGIES

Cette formation a pour objectif une remise à niveau de techniciens supérieurs ou ingénieur à des techniques de caractérisation de matériaux conducteurs, semi-conducteurs ou isolants élaborés en environnement salle blanche et sous forme de films minces. Les principes physiques généraux seront présentés suivi de travaux pratiques en salle blanche portant sur deux techniques optiques et deux techniques électriques. A l'issue de cette formation, les candidats devront être en mesure d'adopter un comportement proactif sur les points de contrôle de procédé en micro/nanotechnologies.

OBJECTIFS

A l'issue de ce cours, le participant aura acquis des bases théoriques et pratiques de caractérisation optiques et électrique de films minces.

Il devra être en mesure de définir la technique adaptée à son besoin et mettre en œuvre des techniques de contrôle de procédé. La présentation de méthodologies et normes de mesure permettront de positionner les produits élaborés suivant des standards internationaux.

PROGRAMME

Journée 1 - Contrôle Ellipsométrique

Théorie : optique, interférence, indice optique

Pratique : mesures d'épaisseurs, mesure d'indice optique, modèle ou traitement point par point, modèles multi-couches.

Journée 2 - Contrôle par spectroscopie Raman

Théorie : spectroscopie Raman et modes vibrationnels

Pratique : acquisition de spectre, identification des signatures spectrale, défauts, traitement des données

Journée 3 - Contrôle électrique

Théorie : transport dans les conducteurs et semi-conducteurs

Pratique : Mesures avec une station sous pointe, Configuration de mesures électriques des propriétés de conduction de films minces

Journée 4 - Contrôle diélectrique

Théorie : constante diélectrique, impédance, pertes

Pratique : Utilisation d'un analyseur de réseau. Calibration, mesure de l'impédance d'un composant.

PUBLIC

Technicien ou ingénieur opérationnel

PRÉREQUIS

Niveau bac+2 (L2) scientifique



MODALITÉS

DURÉE

2 jours : Journées 1 et 2 ou journées 3 et 4

4 jours : Journées 1, 2, 3 et 4

LIEU

Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques de Besançon.

TARIF (HT)

2 jours : 1 000 €

4 jours : 2 000 €

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Samuel Margueron : Maître de conférences à l'ENSMM

INTERVENANTS

Samuel Margueron : Maître de conférences à l'ENSMM

Joël Agnus : Ingénieur de recherche à l'ENSMM



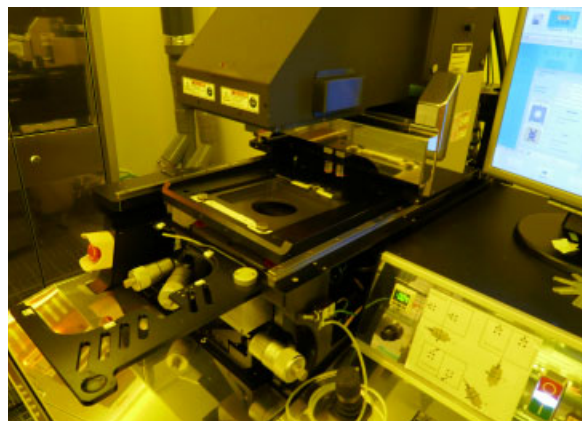
LITHOGRAPHIE OPTIQUE, RÉSINES, ÉLECTROFORMAGE ET GRAVURE – MICRO/NANO- TECHNOLOGIES

Cette formation est destinée à apprendre les techniques de fabrication de masques et pièces en résine organique et métallique. Le cours est composé d'une partie théorique et de travaux pratiques en salle blanche. La formation est appliquée aux principes des résines positives, négatives et positives inversibles ainsi qu'aux résines épaisses obtenues par spray et aux masques réalisés par électro-dépôts.

À l'issue de cette formation, les étudiants doivent être en mesure de suivre un procédé en utilisant les fiches techniques des fabricants, d'identifier les défauts et savoir ajuster les paramètres pour optimiser les résultats finaux. La présentation de méthodologies et des paramètres importants permettront d'optimiser le développement de nouveaux produits.

OBJECTIFS

À l'issue de ce cours, l'étudiant aura acquis des bases théoriques et pratiques d'enduction de résine (spin coating et spray), de lithographie optique et obtention de masques et pièces métalliques par électro-dépôt (électroformage) et de gravure chimique. Il devra être en mesure de définir la technique adaptée à son besoin, savoir identifier les paramètres importants et corriger les paramètres de procédés.



PROGRAMME

Journée 1 et 2 - Enduction de résine et lithographie.

Théorie : résines positive/négative/ positive inversible, lithographie optique.

Pratique : réalisation de motifs, contrôle et optimisation.

Journée 3 - Enduction de résines épaisses et lithographie.

Théorie et pratique.

Journée 4 - Electro-dépôt/électro-formage, réalisation de masques et micro-pièces. Théorie et pratique.

Journée 5 - Etching, gravures chimiques KOH et HF.

Théorie et pratique. Principe de sélectivité.

PUBLIC

Technicien ou ingénieur opérationnel

PRÉREQUIS

Niveau bac+2 (L2) scientifique

MODALITÉS

DURÉE

2, 3 ou 5 jours

LIEU

Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques de Besançon

TARIF (HT)

2 jours : 1 000 €

3 jours : 1 500 €

5 jours : 2 500 €

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Samuel Margueron : Maître de conférences à l'ENSMM

INTERVENANTS

Samuel Margueron : Maître de conférences à l'ENSMM

Stéphane Gauthier : Enseignant PRAG/PRCE à l'ENSMM

Laurent Robert : Ingénieur de recherche à FEMTO-ST



PHM

Prognostic and Health Management

Ce cours vise à apporter un éclairage sur le nouveau concept de management de l'état de santé des équipements industriels. Il fait lien avec l'ingénierie de la fiabilité. L'accent est mis sur les prérequis nécessaires à la mise en œuvre d'une politique de maintenance prédictive. Dans ce cours une mise en application des concepts est proposée. Les outils logiciels sont basés sur le langage python et ses bibliothèques associées (numpy, pandas et scikit-learn).

OBJECTIFS

- Comprendre les concepts de base du PHM
- Du management des données au pronostic
- Utiliser quelques outils statistiques pour le PHM
- Utiliser quelques outils d'intelligence artificielle pour le PHM

PROGRAMME

- Quelques éléments sur la fiabilité et lien avec le PHM
- Concept et piliers du PHM
- Problèmes de la gestion et de la qualité des données
- Lien entre les outils d'exploitation de données et les piliers de la PHM
- Outils statistiques
- Quelques outils d'évaluation de la santé
 - Traitement des signaux
 - Analyse en composantes principales
- Outils de diagnostic
 - Clustering
- Quelques outils de pronostic de défaillance
 - Régression linéaire
 - Arbre de décision
 - Random Forest
 - Réseaux de neurones, deep learning
- Mise en pratique en Python (bibliothèque : numpy, scikit-learn, pandas)

PUBLIC

Ingénieur fiabilité / gestion de la maintenance,
Ingénieur sciences des données

PRÉREQUIS

Quelques bases sur la fiabilité
Les bases de la programmation python



MODALITÉS

DURÉE

3 jours

LIEU

Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des
Microtechniques de Besançon.

TARIF (HT)

1 500 €

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Zeina Al-Masry : Maître de conférences à l'ENSMM

INTERVENANTS

Zeina Al-Masry : Maître de conférences à l'ENSMM
Christophe Varnier : Maître de conférences à l'ENSMM



PROGRAMMATION PYTHON

La programmation orientée objet (POO) est un paradigme de programmation moderne. Ce cours vise à faire découvrir les notions sous-jacentes (objet, classe, héritage). La programmation orientée objet impose une structuration claire. Elle offre la possibilité de concevoir des programmes mieux structurés et permet une programmation plus professionnelle car plus fiable et plus propre. Ce cours s'attarde sur les concepts de classe, d'objet, d'héritage et de conception de programme.

OBJECTIFS

- Découverte du concept de programmation objet
- Apprendre à structurer et concevoir une application Python
- Mise en œuvre dans un travail pratique



PROGRAMME

- La programmation objet en langage Python
 - Concepts de base
 - Objets
 - Classes
 - Héritage
- Quelques API de base
 - Lecture/écriture de fichier
 - Faire des graphiques
- Travaux pratiques

PUBLIC

Ingénieurs, chefs de projets proches du développement

PRÉREQUIS

Quelques bases de programmation (autre langage éventuellement)
Quelques bases algorithmiques

MODALITÉS

DURÉE

3 jours

LIEU

Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques de Besançon.

TARIF (HT)

1 500 €

RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Christophe Varnier : Maître de conférences à l'ENSMM

INTERVENANTS

Christophe Varnier : Maître de conférences à l'ENSMM

Guillaume Laurent : Maître de conférences à l'ENSMM

Jean-Marc Nicod : Professeur des universités à l'ENSMM



Contact

Anne Rondot
fast@ens2m.fr
Tél. : 03 81 40 27 12



École Nationale Supérieure
de **Mécanique** et des **Microtechniques**

26, rue de l'épitaphe
25030 BESANÇON CEDEX
FRANCE

ens2m.fr