

Executive certificate Tribologie

PROGRAMME CERTIFIANT

INTER

INTRA

SUR
MESURE

Obtenez la certification délivrée par l'École Centrale de Lyon : Executive Certificate en Tribologie, à l'issue d'une évaluation finale. Maîtrisez les concepts de la tribologie dans ses multiples aspects et intégrez ces apports dans les systèmes réels, dans l'ensemble du cycle : conception, usage et maintenance. Par une juxtaposition de présentations théoriques, d'activités pratiques et de travail à distance, les participants seront en contact avec des experts reconnus du domaine, issus du Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes.

Objectifs

Faire un point approfondi sur les questions de contact et de tribologie (frottement, usure, lubrification) / Donner les bases théoriques et l'actualité du domaine / Étudier des cas concrets : méthodologie, observation de pièces réelles / Mettre en situation au cours de séances sur des équipements de laboratoire : essais de tribologie, de fretting, plateforme de calcul, outils de caractérisation des surfaces, etc.

Compétences

- Identifier les phénomènes physiques mis en jeu dans un tribosystème
- Mesurer ses performances en termes de frottement, d'usure et de risques d'endommagement
- Diagnostiquer le fonctionnement d'un tribosystème dans son environnement réel
- Proposer des solutions, en appliquant une technique et une méthodologie adaptées
- Mettre en pratique les connaissances acquises sur les contacts, le frottement, l'usure et la lubrification

Public visé

Ingénieur en systèmes innovants ; ingénieur de conception chef de projets innovants ; directeur technique ou scientifique ; chef de service R&D.

Pédagogie / évaluation

Apports théoriques et méthodologiques, études de cas.
Travail de rédaction d'un sujet technique en tribologie, sur une durée de 10 semaines, encadré par un tuteur de l'École Centrale de Lyon, spécialiste du domaine. Évaluation par une soutenance orale.

Responsables pédagogiques

Vincent Fridrici

Maître de conférences à l'ECL, spécialiste en tribologie / usure

Denis Mazuyer

Professeur des universités à l'ECL, spécialiste en tribologie / lubrification

Fabrice Dassenoy

Professeur des universités à l'ECL, spécialiste en tribologie, lubrifiants et nanomatériaux

Les  de l'École Centrale de Lyon

Un contact rapproché avec des spécialistes du domaine

Une solide expérience dans le domaine et des données actualisées, avec l'appui d'un laboratoire de recherche CNRS reconnu

Des activités en e-learning (apprentissage à distance)

Un forum ouvert pendant la durée de la formation



Tribologie - Executive certificate

L'executive certificate est composé du module ① ST-TR1 « Les principes de la tribologie et leurs applications » (4 jours), ainsi que des 3 modules suivants :

Module ② ST-TR2

Le fretting : phénomènes, symptômes et remèdes

2 jours

Jour 1

- Rappel
- Problématique de la dégradation par « fretting »
- Analyse des conditions de glissement
- Essais de « fretting wear » sur bancs
- Modélisation de l'usure
- Expertise de pièces

Jour 2

- Rappel
- La fissuration en « fretting »
- Amorçage et propagation
- Essais de « fretting fatigue » sur bancs
- Expertise de pièces
- Modélisation de la fissuration
- Synthèse et évaluation

Module ③ ST-TR3

Expertise de pièces usées en tribologie

2 jours

Jour 1

- Usure et surfaces
- Atelier 1 : cas réels
- Observation et topographie des surfaces
- Atelier 2 : cas réels
- TP usure

Jour 2

- Usure des explants
- Caractérisation physico-chimique des surfaces usées
- Apport de la simulation expérimentale
- Les techniques de la caractérisation des surfaces : imagerie, topographie et caractérisation mécanique
- Atelier 3 : méthodologie
- Synthèse

Module ④ ST-TR4

Lubrifiants et additifs : fonctions, nature, modes d'actions et perspectives

2 jours

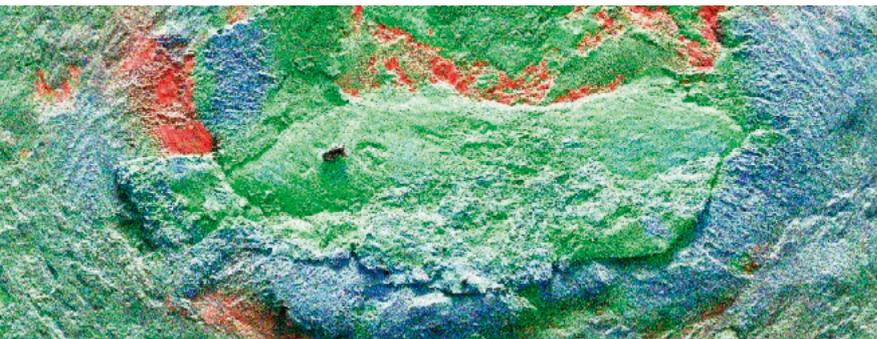
Jour 1

- Introduction
- Bases : propriétés physiques et caractéristiques
- Principe physique de la lubrification en film complet (portance, calcul HD, EHD, lambda, etc.)
- Performance des lubrifiants (essais tribologiques, PV, essais normalisés)
- Visite LTDS

Jour 2

- Les additifs : état de l'art
- Caractérisation des tribofilms
- Récents développements : les nanolubrifiants et les interactions additifs/ surfaces ferreuses et non-ferreuses
- Synthèse

L'executive certificate est modulable selon vos besoins et consiste à suivre ces 4 modules ou à suivre le module ST-TR1 + l'un de ces 3 modules + module ST-TR5 ou ST-TR9 inscrits également à notre catalogue.



Durée : 10 jours

Dates 2023 : début module ① (ST-TR1)

Dates des autres modules : nous consulter

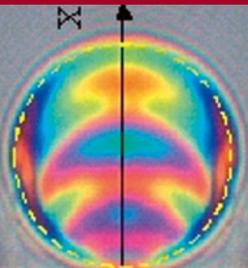
Lieu : École Centrale de Lyon

Prix : 6 800 €

Contact

Véronique Billat | Chef de projet et responsable commerciale
contact.formation-continue@ec-lyon.fr | +33 (0)4 72 18 67 12
www.ec-lyon.fr/formation/ecl-pro-formation-continue





Les principes de la Tribologie et leurs applications

PROGRAMME COURT

INTER

INTRA

SUR MESURE

Ce module présente les concepts de base de la tribologie : solides en contact, frottement, usure, lubrification. Par une juxtaposition de présentations théoriques, d'activités pratiques et de travail à distance, les participants acquerront des connaissances sur les différents aspects de cette thématique au contact des experts reconnus du domaine, issus du Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes (LTDS).

Objectifs



Connaître les éléments de base de la mécanique du contact statique et dynamique
Comprendre les origines du frottement / Appréhender les différents mécanismes d'usure de façons théorique et pratique / Intégrer les notions essentielles sur les lubrifiants et les différents régimes de lubrification / Analyser l'effet des matériaux, revêtements, lubrifiants, de la topographie de surface... sur le comportement d'un tribosystème.

Programme

Notions préliminaires | Effets d'échelle en tribologie

> Solides en contact

- Rappel des propriétés mécaniques des solides
- Mécanique du contact statique & dynamique
- Endommagement mécanique des matériaux
- Effets de la plasticité et de l'adhésion

> Lubrification

- Différents régimes de lubrification
- Lubrification fluide (théorie hydrodynamique et élasto hydrodynamique)
- Lubrifiants (bases, additifs et formulation)
- Lubrification mixte et limite
- Tribochimie
- Lubrification solide

> Frottement et usure

- Origine du frottement
- Analyse de l'usure
- Modes d'usure et quantification de l'usure
- Expertise (méthodologie & étude de cas)
- Apport des techniques d'imagerie et d'analyse des surfaces

> Méthodes expérimentales et simulation

- Topographie des surfaces rugueuses
- Modélisation expérimentale
- Simulation numérique en tribologie
- Expérimentation en tribologie : TP sur lubrification et usure

> Perspectives et bilan

> Pour aller plus loin

ST-TR2 : le fretting : phénomènes, symptômes et remèdes | ST-TR3 : expertise des pièces usées en tribologie | ST-TR4 : lubrifiants et additifs

Public visé

Ingénieurs ; techniciens supérieurs ; chercheurs en mécanique, en matériaux ou en chimie engagés dans la conception, la maintenance ou la recherche sur les tribosystèmes

Responsables pédagogiques

Vincent Fridrici

Maître de conférences à l'ECL, spécialiste en tribologie / usure

Denis Mazuyer

Professeur des universités à l'ECL, spécialiste en tribologie / lubrification

Durée : 4 jours

Dates 2023 : 7 | 8 et 21 | 22 mars
ou 12 | 13 et 26 | 27 octobre

Lieu : École Centrale de Lyon

Prix : 2 750 €

Contact

Véronique Billat | Chef de projet et responsable commerciale
contact.formation-continue@ec-lyon.fr | +33 (0)4 72 18 67 12
www.ec-lyon.fr/formation/ecl-pro-formation-continue



États de surface : ingénierie, caractérisation et fonctionnalités

PROGRAMME COURT

INTER

INTRA

SUR
MESURE

Ce module innovant vous propose d'acquérir des connaissances relatives aux états de surface, allant des modes d'élaboration à la caractérisation par des techniques de mesure sophistiquées 2D et 3D.

Par une juxtaposition de présentations théoriques et d'activités pratiques, les participants développeront des compétences dans cette thématique et seront en contact avec des experts reconnus du domaine issus du Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes.

Objectifs



Acquérir les bases de la caractérisation topographique des surfaces 2D et 3D et préciser l'état de l'art dans le domaine.

Mettre en lien les procédés d'élaboration et les propriétés topographiques avec les fonctionnalités des surfaces ainsi obtenues : étanchéité, conduction électrique et thermique, résistance à l'usure, etc.

Mettre en œuvre des mesures et traitements de données.

Programme

> Jour 1

- Introduction
- Revue des modes de génération des surfaces
- Métrologie 2D
- Normes

> Jour 2

- Mesure des états de surface 3D
- Mesure à l'échelle nanométrique : AFM
- Traitements statiques

> Jour 3

- Revue des paramètres fonctionnels
- Contacts et étanchéité
- Texture et fonctionnalités
- Bruit de rugosité

> Jour 4

- État de surface et nanotechnologie
- Application à la perception optique et tactile
- Perspectives et bilan

> Pour aller plus loin

ST-TR6 Pratique de la microscopie à force atomique (AFM)

ST-TR7 Microscopie AFM et/ou nanodureté

Public visé

Ingénieurs ; techniciens supérieurs ; chercheurs engagés dans la conception, la maintenance ou la recherche en ingénierie des surfaces

Responsables pédagogiques

Hassan Zahouani

Professeur des universités à l'ENISE / ECL, spécialiste en états de surfaces et biomatériaux

Vincent Fridrici

Maître de conférences à l'ECL, spécialiste en tribologie / usure

Durée : 4 jours

Dates 2023 : 23 au 26 mai
ou 15 au 18 novembre

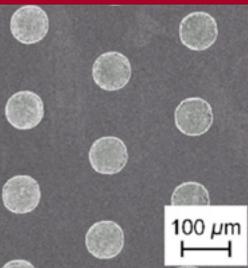
Lieu : École Centrale de Lyon

Prix : 2 750 €

Contact

Véronique Billat | Chef de projet et responsable commerciale
contact.formation-continue@ec-lyon.fr | +33 (0)4 72 18 67 12
www.ec-lyon.fr/formation/ecl-pro-formation-continue





Texturation et ingénierie de surface : mouillage, adhésion et topographie

PROGRAMME COURT

INTER

INTRA

SUR
MESURE

La fonctionnalisation des surfaces par modification topographique contrôlée (texturation de surface) joue un rôle de plus en plus important dans de nombreux domaines : optique, tribologie, physico-chimie... Le rôle de la topographie de surface sur les propriétés de mouillage et d'adhésion est notamment essentiel.

Objectifs

Présenter les théories du mouillage et de l'adhésion / Décliner les théories précédentes pour des surfaces texturées / Présenter les principaux outils de texturation de surface et les caractérisations topographiques associées / Mettre en œuvre expérimentalement des tests de mouillage, des calculs d'énergie de surface et des caractérisations topographiques / Développer les connaissances sur les relations texturation de surface-mouillage-adhésion.

Programme

Alternant séances de travaux théoriques et pratiques, les participants pourront appréhender les mécanismes mis en jeu dans les phénomènes de mouillage et d'adhésion en lien avec les caractéristiques morphologiques des surfaces.

> Mouillage

- Mouillage, capillarité, énergie de surface
- Mouillage par mesure d'angles de contact
- Mouillage, adhésion, énergie de surface et surfaces texturées

> Élaboration et

caractérisation de surfaces texturées

- Différents moyens de texturation de surface
- Tissu industriel de la texturation
- Présentation de Manutech USD
- Mesures et analyses topographiques de surfaces texturées
- Éléments de mouillage dynamique

> Perspectives et bilan

Public visé

Ingénieurs ; techniciens supérieurs ; chercheurs, fabricants et développeurs de techniques de fonctionnalisation des surfaces

Responsables pédagogiques

Stéphane Valette

Professeur des universités à l'ECL, spécialiste en texturation des surfaces

Vincent Fridrici

Maître de conférences à l'ECL, spécialiste en tribologie / usure

Durée : 2 jours

Dates 2023 : 3 | 4 mai

Lieu : École Centrale de Lyon

Prix : 1 990 €

Contact

Véronique Billat | Chef de projet et responsable commerciale
contact.formation-continue@ec-lyon.fr | +33 (0)4 72 18 67 12
www.ec-lyon.fr/formation/ecl-pro-formation-continue



Tribologie Matériaux - Surfaces

Que ce soit dans les secteurs du transport, de l'énergie, de la santé, du luxe, de la métallurgie... ou plus généralement de l'ingénierie mécanique, les matériaux et leurs surfaces jouent un rôle primordial dans le développement de systèmes sûrs, fiables et durables. Les formations proposées par l'École Centrale de Lyon sur cette thématique permettent aux participants d'acquérir des connaissances solides et de se tenir au courant des dernières avancées dans ce domaine.

Compétences spécifiques de l'École Centrale de Lyon

Les formations sont assurées par des enseignants-chercheurs, chercheurs et ingénieurs du Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes (UMR CNRS ECL / ENISE / ENTPE), laboratoire internationalement reconnu pour ses recherches dans les domaines de la tribologie, des surfaces et des matériaux.

Les apports théoriques sont complétés par des mises en œuvre pratiques qui, pour certains modules, sont réalisées directement sur les problématiques / échantillons des participants.

Les différents domaines de formation

Les formations proposées en tribologie – matériaux – surfaces sont regroupées en 3 domaines.

Domaine tribologie : 1 formation générique assurant un socle solide, complétée par 3 formations plus spécifiques

- ST-TR1 Les principes de la tribologie et leurs applications
- ST-TR2 Le fretting : phénomènes, symptômes et remèdes
- ST-TR3 Expertise de pièces usées en tribologie
- ST-TR4 Lubrifiants et additifs : fonctions, nature, modes d'actions et perspectives

Domaine les surfaces et leurs propriétés : 1 formation sur la topographie des surfaces avec 2 formations complémentaires sur l'AFM et la nano-indentation et 1 formation sur la texturation

- ST-TR5 États de surface : ingénierie, caractérisation et fonctionnalités
- ST-TR6 Pratique de la microscopie à force atomique (AFM)
- ST-TR7 Microscopie AFM et/ou nanodureté
- ST-TR9 Texturation et ingénierie de surface : mouillage, adhésion et topographie

Domaine matériaux :

- ST-TR8 Bio-ingénierie des tissus vivants

Nos experts

Denis Mazuyer
Professeur des universités à l'ECL, spécialiste en tribologie / lubrification

Hassan Zahouani
Professeur des universités à l'ENISE/ECL, spécialiste en état de surface et biomatériaux

Fabrice Dassenoy
Professeur des universités à l'ECL, spécialiste en tribologie, lubrifiants et nanomatériaux

Stéphane Valette
Professeur des universités à l'ECL, spécialiste en texturation des surfaces

Siegfried Fouvry
Directeur de recherche au CNRS, spécialiste en fretting-wear et fretting-fatigue

Jean-Luc Loubet
Directeur de recherche au CNRS, spécialiste en nano-indentation

Vincent Fridrici
Maître de conférences à l'ECL, spécialiste en tribologie / usure

> Pour aller plus loin

Possibilité de formations sur mesure sur des sujets spécifiques en lien avec la thématique (par ex. tribologie des polymères)

Contact

Véronique Billat | Chef de projets et responsable commerciale
contact.formation-continue@ec-lyon.fr | +33 (0)4 72 18 67 12
www.ec-lyon.fr/formation/ecl-pro-formation-continue

