

# CHIMIE PARISTECH - PSL

## Syllabus

### 2<sup>ème</sup> année du cycle ingénieur



ParisTech



**Le premier semestre de deuxième année** présente les différents domaines d'applications de la chimie : matériaux, polymères, biochimie, énergie).

**Le deuxième semestre** propose un choix de cinq options au second semestre : analytical and biological chemistry (en anglais), procédés, materials (en anglais), chimie moléculaire, biotechnologies (en échange avec l'ESPCI). Les enseignements deviennent plus approfondis dans chaque option.

Les cours de management sont axés sur la vie et le travail dans l'entreprise.

Les élèves réalisent un projet d'innovation en groupe sur toute l'année. Ce projet est soumis par un client. Le projet est découpé en trois phases : inspiration, élaboration, réalisation. Pendant le premier semestre ils écrivent un cahier des charges et ils étudient l'état de l'art et la littérature (scientifique, brevet, internet). Ils élaborent une proposition innovante qu'ils font valider par leur comité de pilotage. Pendant le second semestre ils réalisent un prototype prouvant la faisabilité de leur proposition.

De début Avril à fin Aout, les élèves font un stage de 5 mois en entreprise ou en université, en France ou à l'étranger.

## 1<sup>er</sup> Semestre

### **Matériaux et procédés (6 ECTS)**

- Calculs des réacteurs et sécurité des procédés
- Matériaux métalliques
- Formation expérimentale Matériaux métalliques : structure et réactivité
- Formation expérimentale en génie chimique

### **Chimie moléculaire et biologique (6 ECTS)**

- Biochimie
- Chimie des polymères
- Formation expérimentale Polymères
- Formation expérimentale en Biochimie

### **Chimie physique (6 ECTS)**

- Thermostatique et Modélisation moléculaire
- Physico-chimie analytique pour la bioanalyse et l'environnement

### **Innovation et numérique (6 ECTS)**

- Ingénieur numérique
- Projet informatique
- Projets d'innovation en groupe

### **Management : Les ressources humaines (6 ECTS)**

- Management et gestion des ressources humaines
- Anglais

### **Cours optionnels**

- Semaine Athens
- Sport
- Langue vivante 2

## 2<sup>ème</sup> Semestre : Une option à choisir parmi 5

### **OPTION - Analytical and Biological Chemistry (12 ECTS)**

Base de l'ingénieur (4 ECTS) :

- Bioinorganic Chemistry
- Conférences Energies
- Modélisation moléculaire

Module d'option (8 ECTS) :

- Dernières avancées en chimie analytique pour la biotechnologie et le diagnostic clinique (bioanalytical chemistry)
- Chemistry probes for bioimaging
- Basic concepts of cellular biology
- Practical Biotechnology

### **OPTION - Chimie Moléculaire (12 ECTS)**

Base de l'ingénieur (4 ECTS) :

- Chimie organométallique
- Conférences Energies
- Modélisation moléculaire

Module d'option (8 ECTS) :

- Hétéroéléments et catalyse appliquée
- Synthèse Asymétrique et Rétrosynthèse
- Formation expérimentale en chimie moléculaire

### **OPTION - Matériaux (12 ECTS)**

Base de l'ingénieur (4 ECTS) :

- Inorganic chemistry: from molecules to materials
- Conférences Energies
- Modélisation

Module d'option (8 ECTS) :

- Physics III: Electronic Properties of Solids
- Surface and mechanical properties materials
- Inorganic materials elaboration
- Practical work in materials science

### **OPTION - Procédés (12 ECTS)**

Base de l'ingénieur (4 ECTS) :

- Corrosion (Electrochemical Stability of Materials)
- Conférences Energies
- Modélisation

Module d'option (8 ECTS) :

- Simulation des procédés
- Optimisation et Contrôle des Procédés
- Flow chemistry
- Formation expérimentale option procédés

### **Cours transverses (étudiants internationaux) (au choix, s'intègrent dans une option)**

Biointerfaces (à la place de Modélisation)

Processing and formulation (à la place de Conférences Energies)

### **OPTION - Biophysique Et Matière Molle (18 ECTS)**

Option d'échange avec l'ESPCI (Biotechnologies)

### **Management : Les ressources humaines (6 ECTS)**

Projets d'innovation en groupe

Management et gestion des ressources humaines

Anglais

### **Projet professionnel (12 ECTS)**

Stage 2A (5 mois)

### **Cours optionnels**

Semaine PSL

Sport

Langue vivante 2

Possibilité de prendre une année césure

# 1<sup>er</sup> SEMESTRE

<b>2A S3</b>	<b>MH23ES.GC</b>	<b>Calculs des réacteurs et sécurité des procédés</b> <i>Mots clés</i> : Réactions et réacteurs chimiques, Réacteurs idéaux, Méthodes analyse des risques (HAZOP, Arbre événement, arbre défaillances, What if)			
Responsable : Michael Tatoulian, C. Guyon, M. Zhang, S. Ognier, F. Rousseau, W. Benaïssa (Solvay), Mickael Arnold (Sanofi), Vincent Piepiora (Total – Energo) michael.tatoulian@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS</i> :	<i>Cours</i> 22.5 h	<i>TD</i> 3 h	<i>TP</i>	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation</i> : examen écrit
<b>Descriptif :</b> Le concept « chemical reaction engineering » représente au sens anglo-saxon la démarche requise par l'ingénieur pour mettre en œuvre la transformation de réactifs choisis en produits désirés. De ce fait, le réacteur associe les mécanismes réactionnels du chimiste qui définissent l'ordre des étapes nécessaires à l'obtention des produits recherchés, aux mécanismes de transfert (matière, chaleur et quantité de mouvement) afin de permettre aux mécanismes réactionnels de s'établir avec une cinétique contrôlée, une sélectivité précise et une reproductibilité définie. La mise en œuvre optimale de la transformation chimique impose de savoir choisir le réacteur le plus adapté (agité, tubulaire, marche continue, discontinue), et de définir les conditions opératoires. Dans un premier temps nous présenterons les spécificités des différents réacteurs idéaux et leurs équations caractéristiques permettant d'accéder aux performances du procédé (conversion, sélectivité). Puis nous aborderons des situations plus proches de la réalité en tenant compte de la thermicité des réactions en effectuant des bilans de chaleur sur ces mêmes réacteurs. Enfin, les étudiants devront procéder à l'analyse de la sûreté de fonctionnement des procédés chimiques grâce à l'utilisation de différentes méthodes d'analyse des risques spécifiques aux procédés (HAZOP, What-if, Arbre des défaillances, arbre d'événements...).Ces cours seront complétés par des interventions d'industriels illustrant les problématiques du développement de procédés chimiques en réacteur batch (Sanofi), de l'instrumentation d'un procédé (Total) et de la problématique de la sécurité des procédés et des emballages thermiques (Solvay, INERIS).					
<b>Objectifs d'apprentissage :</b> A la fin du cours, les étudiants doivent pouvoir: Etre capable de comprendre les spécificités des grands réacteurs industriels Etre capable d'écrire un bilan matière et un bilan thermique dans le cas de réacteurs idéaux Etre capable de dimensionner un réacteur et de calculer ses performances Etre capable de s'assurer de la sûreté de fonctionnement d'un procédé en utilisant les méthodes d'analyse des risques					
<b>Pré-requis :</b> Chimie générale - cinétique					
<b>Langue du cours</b> : français <b>Documents, lien</b> : polycopié <a href="https://coursenligne.chimie-paristech.fr">https://coursenligne.chimie-paristech.fr</a>					

<b>2A S3</b>	<b>MH23ES.MM</b>	<b>Matériaux Métalliques</b> <i>Mots clés : Métallurgie structurale, alliages, diagrammes de phases</i>			
Responsable : Frédéric PRIMA Professeur frederic.prima@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i> 21 h	<i>TD</i> 3 h	<i>TP</i> 14 h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation : examen écrit</i>
<p><b>Descriptif :</b>  Ce cours a pour objectif de donner aux étudiants des bases en métallurgie structurale.  Il aborde différents aspects liés :  Aux microstructures des alliages métalliques : aspects structuraux (défauts), aspects chimiques (diffusion), aspects thermodynamiques  A l'étude des relations structures/propriétés (introduction)  A la solidification des alliages (la genèse de ces microstructures)  Aux diagrammes de phases (binaires et ternaires)  Aux transformations de phases : aspects cinétiques, thermodynamiques et cristallographiques  Aux procédés industriels de fabrication des matériaux métalliques (traitements thermomécaniques)  Le cours est complété par 2 journées de travaux pratiques sur la métallurgie illustrant la relation entre la microstructure et les propriétés mécaniques (études de trempe et de traction)</p>					
<p><b>Objectifs d'apprentissage :</b>  Au terme de ce cours l'étudiant maîtrise les différents concepts de la métallurgie.  Il sait faire le lien entre les aspects thermodynamiques et les microstructures des matériaux métalliques  Il comprend la relation entre les aspects microscopiques d'un matériau et ses propriétés macroscopique en terme de comportement mécanique.  Il peut élaborer une stratégie de synthèse en rapport avec les propriétés attendues d'un alliage.</p>					
<p><b>Pré-requis :</b>  niveau licence en thermodynamique et chimie du solide</p>					
<p><b>Langue du cours :</b> français  <b>Documents, lien :</b></p>					

<b>2A</b> <b>S3</b>	<b>MH23FE.MSR Travaux pratiques de métallurgie</b>				
<i>Mots clés : métallurgie</i>					
Responsable : polina.volovitch@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i>	<i>TD</i>	<i>TP</i> 14 h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation : examen écrit</i>
<p><b>Descriptif :</b>  Les élèves expérimentent les transformations de phases et les méthodes de mesures de propriétés mécaniques.  Titre des expériences :  Etude de gros cristaux d'aluminium obtenus par la méthode de l'écroutissage critique  Détermination du coefficient de transfert (en régime transitoire) de chaleur convective moyen entre un solide et un fluide  Durcissement structural : étude des propriétés mécaniques de matériaux métalliques  Etude des transformations de phase : cas des transformations diffusives et displacives dans les aciers</p>					
<p><b>Objectifs d'apprentissage :</b>  Connaitre et expérimenter la relation structures microscopiques- propriétés macorscopiques  Savoir rédiger un rapport et présenter un résultat expérimental  Savoir analyser les résultats et commenter la reproductibilité des expériences et discuter les incertitudes.</p>					
<b>Pré-requis :</b> cours de métallurgie structurale 2A					
<p><b>Langue du cours :</b> français  <b>Documents, lien :</b></p>					

<b>2A S3</b>	<b>Formation expérimentale en génie chimique (2ème année)</b>				
	<b>MH23FE.GC</b> <i>Mots clés</i> : Ingénierie chimique, réacteurs, opérations unitaires, procédés, simulation, Hysys, Comsol				
Responsable : Frederic Rousseau Associate Professor frederic.rousseau@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS</i> :	<i>Cours</i>	<i>TD</i>	<i>TP</i> 22.5 h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation</i> : rapports écrits (synthèse du travail et bilan des compétences)
<p><b>Descriptif :</b>  Cette Unité d'Enseignement a pour objectif de mettre en pratique les notions de génie chimique que les élèves ont acquis en cours, en TD ou en TP en première année et au cours du premier semestre de la 2A. Les élèves, par groupe de trois, pilotent et étudient des installations expérimentales pilotes (réacteurs tubulaires ou agités, calorimètre type DSC). Ceci permet ainsi aux élèves d'agir sur les propriétés et particularités des principaux réacteurs employés dans la chimie. Ils découvrent également le principe d'acquisition de mesures de cinétiques de réactions chimiques à l'aide de la calorimétrie. Ils construisent enfin des simulations de procédés industriels à partir de logiciels type ASPEN HYSYS et COMSOL en régime stationnaire. Les élèves apprennent ainsi les bonnes pratiques de la simulation en génie chimique et acquièrent les notions de degrés de liberté. Ils apprennent également à rester critiques vis-à-vis des résultats obtenus par ces outils.</p>					
<p><b>Objectifs d'apprentissage :</b>  Au terme de l'UE, l'étudiant connaîtra les spécificités et propriétés des réacteurs chimiques employés dans la recherche et l'industrie. Il sera apte à la mise en œuvre des mesures de cinétiques à partir d'un calorimètre type DSC. Il sera également capable, selon la complexité du problème, de sélectionner le logiciel le plus pertinent pour étudier un réacteur simple ou un procédé complet en régime stationnaire.  L'élève maîtrisera un savoir-faire consistant en la construction et l'optimisation d'une simulation en régime stationnaire comprenant un réacteur et différentes opérations de montée en pression, chauffage, de séparation, de purification... Il saura rester critique vis-à-vis des hypothèses formulées et des résultats obtenus à partir d'outils de simulation.</p>					
<p><b>Pré-requis :</b>  notions de transferts de quantité de mouvement, matière et énergie / opérations unitaires / calculs de réacteurs</p>					
<p><b>Langue du cours</b> : français  <b>Documents, lien</b> : photocopiés papiers et pdf</p>					

<b>2A S3</b>	<b>MH23ES.BIO Biochimie fondamentale</b> <i>Mots clés : biochimie, protéine, enzymologie, acide nucléique, glucide, lipide</i>				
Responsable : Olivier Ploux Professeur olivier.ploux@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i> 16.5 h	<i>TD</i> 6 h	<i>TP</i> 0 h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation :</i> Examen écrit de 1:30 h (sans document, sans calculatrice)
<b>Descriptif :</b> Dans cette unité d'enseignement seront abordés les processus fondamentaux du fonctionnement des organismes vivants d'un point de vue moléculaire. La structure et la fonction des grandes classes de macromolécules biologiques seront décrites, et seront abordés d'un point de vue moléculaire les grands principes de la biologie : flux d'information, évolution. Interaction non-covalentes ; Protéines : structure et fonction ; Enzymologie : propriétés fondamentales des enzymes et applications; Acides nucléiques : structure et fonction ; réplication, transcription, traduction. Glucides : structure, réactivité et fonction ; Lipides et membranes biologiques.					
<b>Objectifs d'apprentissage :</b> A l'issue de ce cours, l'étudiant devrait connaître les principales interactions non-covalentes importantes en chimie du vivant: électrostatiques, Van der Waals, hydrogène, et hydrophobe. L'étudiant devrait être capable de décrire la structure primaire, secondaire, tertiaire et quaternaire des protéines, et de définir la structure native des protéines et d'en donner ses propriétés. L'étudiant devra être capable de décrire la cinétique enzymatique de Michaelis-Menten, d'expliquer le fonctionnement des enzymes (type de catalyse, mécanisme réactionnel de protéases typiques) et de comprendre l'effet d'inhibiteurs compétitifs réversibles et d'inhibiteurs de type covalent. L'étudiant devra être capable de décrire la structure des acides nucléiques (ADN et ARN) et le transfert d'information dans la cellule (réplication, transcription, et traduction), ainsi que la synthèse de désoxy-oligonucléotides, la PCR et le séquençage de l'ADN par la méthode de Sanger. L'étudiant devra être capable de décrire la structure des hexoses et cétooses de 3 carbones à 6 carbones (projection de Fischer, représentation de Haworth forme chaise), de connaître leur réactivité principale (cyclisation, mutarotation, isomérisation). L'étudiant devra être capable de décrire la structure des lipides principaux et de leur constituant (acides gras, triglycérides, phospholipides) et de décrire la structure des bicouches lipidiques et de la fonction des membranes biologiques.					
<b>Pré-requis :</b> Chimie structurale : atomes, molécules et liaisons covalentes ; polarisation des liaisons ; mésomérie ; interactions non-covalen					
<b>Langue du cours :</b> français <b>Documents, lien :</b> Un support de cours au format électronique (pdf) correspondant aux diapositives vues en cours est disponible. Les textes des TDs					

<b>2A S3</b>	<b>MH23ES.POL Chimie des polymères</b> <i>Mots clés :</i>				
Responsable : THOMAS Christophe Professeur christophe.thomas@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i> 12 h	<i>TD</i> 10.5 h	<i>TP</i>	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation :</i> Principes de base de chimie organique
<b>Descriptif :</b> Ce cours introduit les notions de base sur les grandes méthodes de synthèse des polymères. Ce cours permet de donner aux étudiants les outils fondamentaux nécessaires à la compréhension des relations structure/propriétés des polymères. Ce cours permet également de montrer aux étudiants comment le contrôle des réactions de polymérisation par un choix judicieux des systèmes amorceurs ou catalyseurs et des conditions expérimentales de synthèse permet d'obtenir des structures et des architectures macromoléculaires parfaitement définies.					
<b>Objectifs d'apprentissage :</b> Au terme du cours, l'étudiant sera capable de manipuler les grands concepts de la chimie des polymères et de proposer des méthodes adaptées à la caractérisation des polymères en solution et à l'état solide et de les maîtriser pour certaines d'entre elles (DSC, SEC, RMN, MALDI-ToF).					
<b>Pré-requis :</b>					
<b>Langue du cours :</b> français <b>Documents, lien :</b>					

<b>2A S3</b>	<b>Travaux Pratiques de Polymères</b>				
	<b>MH23FE.POL</b> <i>Mots clés</i> : polymères, synthèse, polymérisation radicalaire, polymérisation par ouverture de cycle, ROP, hydrogels, polymères biodégradables				
Responsable : Carine Robert Maître de Conférences carine.robert@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS</i> :	<i>Cours</i>	<i>TD</i>	<i>TP</i> 22.5 h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation</i> : compte-rendu de TP sur le projet
<b>Descriptif :</b> Travaux pratiques en chimie des polymères. Un projet de synthèse par binôme de la synthèse à la caractérisation du matériau et sa mise en forme. Le binôme doit purifier les monomères et les solvants, réaliser les synthèses sous atmosphère contrôlée, suivre la réaction, purifier le polymère, le caractériser par RMN, DSC et SEC puis le mettre en forme pour vérifier ses propriétés physico-chimiques.					
<b>Objectifs d'apprentissage :</b> L'étudiant sera capable de mettre en oeuvre une réaction de synthèse de polymérisation selon les caractéristiques du matériau souhaité (thermoplastique, élastomère, hydrogel, polymère biodégradable).					
<b>Pré-requis :</b> cours de Polymères S3					
<b>Langue du cours</b> : français <b>Documents, lien</b> : fascicule <a href="https://coursenligne.chimie-paristech.fr/course/view.php?id=295">https://coursenligne.chimie-paristech.fr/course/view.php?id=295</a>					

<b>2A S3</b>	<b>MH23FE.BIO Formation Expérimentale en Biochimie</b> <i>Mots clés : Protéines, ADN, Extraction, Analyse</i>				
Responsable : Corinne MARIE corinne.marie@chimie-paristech.fr					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i> 22.5 h	<i>TD</i>	<i>TP</i>	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation :</i> Evaluation d'un compte-rendu - Appréciation du savoir-Faire et savoir-Etre
<b>Descriptif :</b> La modification du vivant est devenue un enjeu stratégique majeur pour l'optimisation de nombreux procédés industriels. Dans le cadre de cette formation expérimentale, nous souhaitons initier le futur ingénieur chimiste à différentes techniques couramment utilisées pour modifier et analyser l'ADN ou les protéines d'une cellule. Elle vise également à illustrer les connaissances abordées dans le cadre du cours et les Travaux dirigés de Biochimie.					
<b>Objectifs d'apprentissage :</b> Au terme de la formation, l'étudiant sera capable d'extraire et d'analyser deux grandes familles de biomolécules telles que les protéines et l'ADN dont les structures et caractéristiques ont été présentées dans le cadre du cours de Biochimie. L'étudiant devra également effectuer des recherches bibliographiques afin de déterminer les limites des techniques proposées et, le cas échéant, proposer des protocoles alternatifs en précisant leurs avantages et inconvénients. Outre, l'acquisition de nouvelles techniques, l'étudiant devra résumer les résultats expérimentaux obtenus en les discutant et en les comparant avec les données bibliographiques.					
<b>Pré-requis :</b> Connaissances sur la structure de l'ADN, des protéines et des principaux compartiments cellulaires					
<b>Langue du cours :</b> français <b>Documents, lien :</b> Présentations PowerPoint et Polycopiés					

<b>2A S3</b>	<b>MH23ES.TMM</b>	<b>Thermostatique et Modélisation moléculaire</b>			
<i>Mots clés</i> : modélisation moléculaire					
Responsable : Carlo Adamo Professeur carlo.adamo@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS</i> :	<i>Cours</i> 10.5 h	<i>TD</i> 7.5 h	<i>TP</i>	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation</i> : Examen écrit
<b>Descriptif :</b> Ce module vise à former l'élève ingénieur aux principales méthodes de modélisation moléculaire. Les principales notions abordées sont : les méthodes classiques (mécanique et dynamique moléculaire) pour la description de la matière (de la molécule aux biosystèmes) ainsi que leur couplage avec des méthodes quantiques ab-initio ou semi-empiriques, la description de l'environnement chimique avec une attention particulière aux méthodes de solvatation, et l'exploration des surfaces d'énergie potentielle. La formation est basée sur des séances de cours et TD alternées. Pendant les TD, grâce à l'utilisation d'un logiciel de calcul, les élèves peuvent appliquer les méthodes illustrées en cours pour prédire la solvatation et la réactivité de systèmes organiques simples.					
<b>Objectifs d'apprentissage :</b> L'étudiant devra être capable : - de comprendre les bases de la mécanique moléculaire et de la dynamique moléculaire - de choisir la méthode la plus adaptée pour modéliser l'environnement (solvant) - de décrire la réactivité chimique					
<b>Pré-requis :</b>					
<b>Langue du cours</b> : français <b>Documents, lien</b> : photocopiés de cours et de TD					

<b>2A S3</b>	<b>Physico-chimie analytique pour la bioanalyse et l'environnement</b> <b>MH23ES.PCA</b> <i>Mots clés : traitement de l'échantillon, séparation, détection, analyte à l'état de traces voire ultratracés</i>				
Responsable : Varenne Anne Professeur anne.varenne@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i> 24 h	<i>TD</i>	<i>TP</i>	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation : QCM, Rapport écrit et presentation orale du projet</i>
<p><b>Descriptif :</b></p> <p>Les enseignements théoriques permettent d'aborder les méthodologies primordiales dans tous les domaines nécessitant du contrôle et de l'analyse, permettant l'accès à des informations quantitatives et d'interactions en solutions. Il s'agit essentiellement des méthodes séparatives et électroanalytiques, sous forme classique ou miniaturisée. Les aspects de séparation, de traitement de l'échantillon, de couplage des méthodes séparatives avec des méthodes de détection sensibles et spécifiques (fluorescence, spectrométrie de masse....) sont ainsi abordés. De plus, la thématique « contrôle de qualité » est présentée, incluant les normes, la traçabilité et l'analyse du cycle de vie. Il est en effet de plus en plus demandé à l'ingénieur de contrôler la pureté et la stabilité d'un produit par des méthodes traçables (traçabilité analytique des mesures, validation d'une méthode, échantillonnage, étalonnage, méthodes statistiques, rapport et archivage, réglementation, essais d'aptitude), en vue de leur accréditation par les normes en vigueur, qui se situent maintenant à un niveau international. Dans le cadre du développement durable, l'analyse du cycle de vie (ou écobilan) des produits est présentée.</p> <p>Le module est constitué d'un travail sur projet (6 à 7 étudiants par projet) avec appui d'un support d'enseignements théoriques mis en ligne et de conférences faites par des spécialistes de différents domaines. L'objectif de ce projet est de trouver dans la littérature scientifique des méthodes (électrochimique, chromatographique et électrophorétiques) permettant d'effectuer la quantification de traces/ultratracés (impuretés de synthèse, polluants, biomolécules à application pharmaceutique...) dans des matrices complexes, définis par le projet. Les différentes méthodes sélectionnées seront comparées en termes de qualité de précision, facilité d'analyse, etc..... et un choix sera fait sur la méthode la plus adéquate.</p>					
<p><b>Objectifs d'apprentissage :</b></p> <p>L'objectif de ce module est d'obtenir une vision complète et critique des différentes méthodologies d'analyse de traces voire ultra-traces dans des matrices complexes (biologiques ou environnementales). L'étudiant doit trouver, analyser et critiquer la bibliographie existante dans le domaine proposé, puis s'aider de ses connaissances pour sélectionner la méthode la plus adéquate voire être force de proposition pour imaginer une méthodologie nouvelle. Toutes les étapes d'une méthode d'analyse sont étudiées (prélèvement, traitement, séparation, détection).</p>					
<p><b>Pré-requis :</b></p> <p>Notions issues des cours de chimie des solutions, méthodes séparatives, électrochimie, physico-chimie aux interfaces de 1A</p>					
<p><b>Langue du cours :</b> français  <b>Documents, lien :</b> Articles en anglais</p>					

<b>2A S3</b>	<b>MH23FE.PI</b>	<b>Projet informatique</b> <i>Mots clés : projet, numérique, C</i>			
Responsable : Frédéric Labat Maître de Conférences frederic.labat@chimie-paristech.fr					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i>	<i>TD</i>	<i>TP</i> 45 h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation : Rapport écrit et soutenance orale</i>
<p><b>Descriptif :</b> Ce module vise à former l'élève ingénieur à la résolution d'un problème scientifique concret nécessitant l'élaboration d'une application informatique. Par le travail sous la forme de binômes, il vise également à apprendre à travailler en équipe et à savoir présenter son travail de manière claire et concise, sous la forme d'un rapport écrit et d'une soutenance orale à l'aide d'un diaporama. Les projets proposés sont choisis dans des domaines variés tels que la chimie, la physique, la biochimie, l'infographie, ou encore la cryptographie. Ils visent à développer les compétences suivantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- analyse d'un sujet scientifique et choix de la méthode de résolution</li> <li>- traduction du problème en langage informatique</li> <li>- codage et validation du programme</li> <li>- analyse scientifique des résultats obtenus</li> </ul>					
<p><b>Objectifs d'apprentissage :</b> L'étudiant devra être capable :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- d'analyser un sujet scientifique et choix de la méthode de résolution</li> <li>- de traduire un problème scientifique en langage informatique</li> <li>- de coder et de valider un programme</li> <li>- d'analyser scientifiquement les résultats obtenus</li> </ul>					
<p><b>Pré-requis :</b> Programmation en C: bases et algorithmique</p>					
<p><b>Langue du cours :</b> français <b>Documents, lien :</b></p>					

<b>2A S3</b>	<b>Ingénieur Numérique</b>				
<b>MH23ES.IN</b>		<i>Mots clés : Systèmes d'Information, bases de données, Internet, Sécurité Informatique, développement web, réseaux, science des données</i>			
Responsable : Julien CIAFFI, PRAG, Chimie ParisTech julien.ciaffi@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i> 6 h	<i>TD</i> 9 h	<i>TP</i> 9 h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation : 100% écrit</i>
<b>Descriptif :</b> Nous baignons dans un réseau de plus en plus complexe et omniprésent de serveurs, d'ordinateurs, de téléphones intelligents et autres objets connectés. L'information qui y circule est vitale pour les personnes et les organisations. L'objectif de cette UE est de mieux comprendre le fonctionnement technique de ces réseaux pour les utiliser plus intelligemment.					
<b>Objectifs d'apprentissage :</b>					
<u>Bases de données relationnelles</u>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lire un model relationnel de données</li> <li>- Interroger une base de données avec des requêtes SQL</li> <li>- Importer et exporter des données dans une BD</li> <li>- Modifier l'encodage de fichiers : UTF8 ou ISO 8859-1</li> </ul>					
<u>Système</u>					
- Décrire les principales caractéristiques de son ordinateur : système d'exploitation, processeur, mémoire, disques dur, dossiers partagés					
<u>Réseaux</u>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir et justifier les principaux composants d'une infrastructure réseau : switch, routeur, pare-feu, DNS, VPN, proxy, serveur</li> <li>- Décrire le modèle OSI</li> <li>- Observer les paquets réseaux avec Wireshark</li> </ul>					
<u>Web</u>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construire un site web élémentaire avec HTML, CSS, Javascript</li> <li>- Voler une session web en modifiant ses cookies</li> <li>- Expliquer quelles informations privées sont susceptibles d'être collectées par les serveurs</li> <li>- Se protéger contre cette collecte</li> <li>- Décrire le Darknet Tor</li> <li>- Expliquer l'impact écologique d'Internet</li> </ul>					
<u>Sécurité Informatique</u>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir une politique de sécurité : disponibilité, intégrité, confidentialité des données informatiques</li> <li>- Expliquer les principaux moyens techniques pour la mettre en œuvre : chiffrement, gestion des mots de passe, authentification à plusieurs facteurs, contrôle d'accès, ...</li> <li>- Lister et appliquer les bonnes pratiques pour se protéger des attaques informatiques. En particulier utiliser un gestionnaire de mot de passe.</li> <li>- Mettre en œuvre des attaques classiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>o MITM</li> <li>o Injection SQL</li> <li>o Craquer un mot de passe ou son hash par une attaque par force brute</li> </ul> </li> </ul>					
<u>Science des données</u>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliser des algorithmes d'apprentissages automatiques (arbres de décision et régression polynomiale)</li> <li>- Distinguer les phases d'apprentissage et de test</li> <li>- Mesurer la performance de ces algorithmes</li> </ul>					
<b>Pré-requis :</b> Aucun					
<b>Langue du cours :</b> français					
<b>Documents, lien :</b> <a href="https://coursenligne.chimie-paristech.fr/">https://coursenligne.chimie-paristech.fr/</a>					

<b>2A S3S4</b>	<b>MH23TC.PIG MH24TC.PIG</b>	<b>Projet d'innovation en groupe</b>			
<i>Mots clés :</i>					
Responsable : Philippe Barboux Professeur philippe.barboux@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Projet</i> 50h	<i>TD</i> h	<i>TP</i> h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation :</i> Rapport 50% Exposé oral 50%
<b>Descriptif :</b>					
<p>Le but de ces projets est de continuer l'apprentissage de gestion de projet et de travail en équipe au travers du développement d'un projet d'innovation technologique. On entend par projet technologique une étude ayant vocation à développer une idée initiée par un « client ». Cela doit procéder d'une démarche d'innovation visant à créer « un nouveau produit, un nouveau service, un nouveau bien » en ajoutant qu'on pourra inclure un nouveau procédé, une nouvelle recette plus proches de la chimie.</p> <p>Déroulement du projet Les projets se déroulent en cinq phases</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Recherche de sujets et organisation de l'équipe et du projet</li> <li>2) Etude de l'état de l'art et analyse des ressources (brevets, publications, internet, visite client)</li> <li>3) Elaboration du projet et phase de proposition au comité de pilotage. Discussion critique et défense du projet.</li> </ol> <p>Commande éventuelle du matériel</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4) Réalisation technique, mise au point</li> <li>5) Restitution (vidéo 10 minutes ou rapport écrit 15 pages puis défense orale du projet).</li> </ol>					
<b>Objectifs d'apprentissage :</b>					
L'objectif de l'apprentissage est d'apprendre à développer des compétences interdisciplinaires dans le domaine de la gestion de projet (emploi du temps échancier, programmation) et dans le domaine scientifique et technique (analyse de l'état de l'art, bibliographie, prise d'initiative, design et développement d'un produit innovant)					
<b>Pré-requis :</b>					
<b>Langue du cours :</b>					
<b>Documents, lien :</b>					

<b>2A S4</b>	<b>MH24TC.MRT</b>	<b>MANAGEMENT ET GESTION DES RESSOURCES HUMAINES</b>			
<i>Mots clés : management, leadership, GRH, RPS et santé au travail, diversité, droit du travail</i>					
Responsable : Philippe Vernazobres Maître de conférences philippe.vernazobres@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i> 24 h	<i>TD</i> 13 h	<i>TP</i>	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation : rédaction d'un bilan de compétences + QCM.</i>
<p><b>Descriptif :</b></p> <p>Cet enseignement aborde les principaux aspects du management et de la Gestion des Ressources Humaines, utiles à un ingénieur pour son intégration dans un contexte professionnel et l'exercice de ses fonctions :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Être Manager et travailler avec les RH</li> <li>- Recruter et être recruté</li> <li>- Développer les talents et les équipes</li> <li>- Gérer les carrières et promouvoir la diversité</li> <li>- Motiver et cultiver sa motivation</li> <li>- Développer son leadership et son influence</li> <li>- Gérer son temps, déléguer et prendre des décisions</li> <li>- Être acteur du bien-être et de la santé au travail : prévenir les risques psychosociaux (RPS) et promouvoir la qualité de vie au travail (QVT)</li> <li>- Comprendre le Droit du Travail</li> </ul> <p>Au-delà des cours, trois ateliers d'½ journée – par groupes de 15/20 élèves - sont organisés afin de les préparer à aborder le marché du travail et la recherche de stages : A1 : Bilan de compétences - A2 : Entretiens d'embauche - A3 : Assesment Centers.</p> <p>Enfin, afin de mieux se connaître, chaque élève est invité à passer le MBTI, questionnaire de compréhension de ses préférences psychologiques et de ses modes de fonctionnement privilégiés au travail, largement utilisé en entreprise.</p>					
<p><b>Objectifs d'apprentissage :</b></p> <p>Au terme du module, l'étudiant sera capable de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprendre les enjeux et pratiques du management et du leadership, et les mettre en œuvre dans le cadre d'un travail d'ingénieur.</li> <li>• Comprendre, analyser et appliquer les processus RH en tant qu'ingénieur, et travailler en collaboration avec des professionnels des RH.</li> <li>• Comprendre les enjeux et les pratiques de la prévention des RPS, et les mettre en œuvre en tant qu'ingénieur, au service de la santé et de la Qualité de Vie au Travail (QVT).</li> <li>• Postuler à un emploi ou un stage (entretiens, Assesment Center...)</li> <li>• Comprendre le cadre global d'application du Droit du travail.</li> <li>• Analyser un contrat de travail et comprendre ses conséquences juridiques.</li> <li>• Mieux se connaître, s'autoévaluer, développer ses compétences (savoir être, soft skills) : prendre conscience de ses ressources managériales et de leadership et les développer, à travers les dispositifs proposés : MBTI, bilan de compétences...</li> </ul>					
<p><b>Pré-requis :</b></p> <p>suivi et validation des enseignements de management de 1ère année de l'école.</p>					
<p><b>Langue du cours :</b> français</p> <p><b>Documents, lien :</b> photocopiés</p>					

<b>2A</b> <b>S3S4</b>	<b>MH23TC.ANG; Anglais scientifique et professionnel</b> <b>MH24TC.ANG</b> <i>Mots clés : Anglais, Scientifique, Professionnel, Compétences Interculturel</i>				
Responsable : Daria Moreau Chargée de mission langues et management commercial daria.moreau@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i> 0 h	<i>TD</i> 30 h	<i>TP</i> 0 h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation :</i> Validation des 5 compétences (de la grille du CECRL) au moins au niveau B2/C1
<p><b>Descriptif :</b></p> <p>Les cours d'anglais ont pour objectif d'améliorer les compétences en anglais et d'enseigner l'autonomie linguistique afin de préparer les étudiants à utiliser l'anglais technique et scientifique dans un contexte professionnel international et interculturel. Les cours se déroulent dans des groupes de niveau établis en début d'année sur la base du test de placement et des évaluations orales. Pour les élèves de niveau supérieur (bilingues ou C2 de la grille du CECRL), il est possible de remplacer le suivi de cours en présentiel par un travail de recherche encadré par un enseignant du Département. Des élèves de niveau faible peuvent avoir l'aide d'un tuteur. Les cours en classe sont accompagnés d'un "e-learning" adapté et varié (l'application Yesmag qui a pour but de faciliter la lecture en VO ; les activités linguistiques multiples sur Moodle ; l'auto-apprentissage dans le laboratoire de langues).</p> <p>Les cours d'anglais visent la maîtrise :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- des débats sur n'importe quel sujet (culturel, économique, technique, scientifique, etc.), sans formation préalable ni formation spéciale afin de pouvoir prendre part à un échange collectif,</li> <li>- des discussions sur des sujets culturels spécifiques aux pays anglo-saxons ainsi que sur des articles scientifiques,</li> <li>- des présentations de projets authentiques réalisés dans le cadre de cours transversaux,</li> <li>- de la pratique de la compréhension orale et écrite,</li> <li>- de la synthèse et la comparaison de documents techniques authentiques,</li> <li>- l'analyse des offres de stages dans les pays anglophones et les simulations d'entretiens d'embauche,</li> <li>- de l'écriture de lettres de motivation,</li> <li>- de la connaissance du vocabulaire technique et scientifique,</li> <li>- de la rédaction de rapports sur un large éventail de sujets,</li> <li>- des exercices de préparation au TOEIC (un examen blanc du TOEIC aura lieu à la fin de chaque semestre),</li> </ul>					
<p><b>Objectifs d'apprentissage :</b></p> <p>L'étudiant accroîtra ses connaissances approfondies de la grammaire et du vocabulaire thématique et scientifique en communiquant parfaitement en anglais écrit et oral dans une situation professionnelle au sein d'une entreprise multiculturelle / L'étudiant sera en mesure d'accéder rapidement à des sources de stage ou d'emplois, d'analyser et de synthétiser les attentes de l'employeur et de répondre en anglais à l'offre d'intérêt / L'étudiant rédigera une lettre de motivation et / ou un CV vidéo en anglais pour l'offre de stage de son choix, en tenant compte des particularités culturelles d'un pays anglophone / L'étudiant sera ouvert au travail collaboratif / L'étudiant aura la connaissance de la culture d'au moins un pays anglophone / L'étudiant donnera une présentation de son projet transversal sans notes d'au moins 15 minutes (avec ou sans Power Point) / L'étudiant participera à un débat sur un sujet de la vie quotidienne, technique ou scientifique / L'étudiant répondra à des questions factuelles sur le sujet donné / L'élève synthétisera un texte scientifique ou un document audio, identifiera les informations pertinentes et les présentera à un public / L'étudiant comprendra la structure du test TOEIC et développera sa stratégie personnelle pour maximiser son score à l'examen.</p>					
<p><b>Pré-requis :</b> B2</p>					
<p><b>Langue du cours :</b> anglais</p> <p><b>Documents, lien :</b> documents audio et vidéo ; exemples de documents authentiques, factuels  <a href="https://coursenligne.chimie-paristech.fr/course/view.php?id=31">https://coursenligne.chimie-paristech.fr/course/view.php?id=31</a></p>					

<b>2A</b> <b>S3</b>	<b>Semaine ATHENS</b> <i>Mots clés : Athens</i>				
Responsable : Pascal Bigey <a href="mailto:pascal.bigey@chimieparistech.psl.eu">pascal.bigey@chimieparistech.psl.eu</a>					
<i>ECTS : 2</i>	<i>Cours</i>	<i>TD</i>	<i>TP</i>	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation :</i>
<p><b>Descriptif :</b>          Cette semaine se déroule dans les grandes écoles et universités européennes qui constituent le réseau ATHENES, elle vous permet de choisir des cours que vous ne suivez pas dans vos cours. Plusieurs de ces cours sont donnés par des professeurs du secteur académique et des experts du monde industriel.</p> <p><b>Pour l'organisation de la semaine et le choix des sessions se reporter au Syllabus version WEB.</b></p>					

<b>2A</b> <b>S3</b>	<b>Sport</b> <i>Mots clés : sport</i>				
Responsable :					
ECTS : 1	Cours	TD	TP	Tutorat	Modalités d'évaluation :
<p><b>Descriptif :</b></p> <p>Les élèves de l'école disposent d'une demi-journée libre le jeudi après-midi pour la pratique du sport.</p> <p>Des ECTS leur sont attribués lorsqu'une pratique régulière est validée par un enseignant ou un responsable du sport pratiqué.</p> <p>Les élèves de l'ENSCP forment des équipes masculines et féminines de handball et de volleyball.</p> <p>D'autres sports peuvent être pratiqués dans le cadre plus large de l'Université PSL.</p> <p><a href="https://www.psl.eu/vie-de-campus/sport">https://www.psl.eu/vie-de-campus/sport</a></p>					

2A  
S3

## **Langues étrangères optionnelles**

*Mots clés :*

Responsable : Daria Moreau [daria.moreau@chimieparistech.psl.eu](mailto:daria.moreau@chimieparistech.psl.eu)

ECTS : 1

Cours

TD

TP

Tutorat

Modalités d'évaluation : examen écrit

**Langues proposées :** Allemand, Arabe, Chinois, Espagnol, Français Langue Etrangère, Italien, Japonais, Portugais, Russe

Descriptif pour Français Langue Etrangère

Deux groupes de niveaux (B1 et B2) accueillent les élèves ingénieurs de ParisTech et de l'ESPCI, qui suivent ensemble les cours, une fois par semaine, selon leur niveau.

Objectif des cours : Pour tous les étudiants, il s'agit d'atteindre le niveau C1, mais le niveau B2 est accepté par l'école pour valider le cycle ingénieur. L'accent est mis 1) sur la capacité de suivre les cours de sciences et d'y participer : compréhension orale et écrite, production écrite et orale 2) sur la communication avec les étudiants français et la vie sociale en France, afin de faciliter l'intégration à l'École et en France.

Méthodes : Compréhension de la langue quotidienne à travers le cinéma, des émissions de radio ou télévision (programmes de vulgarisation scientifiques tels que « C'est pas sorcier ». Amélioration de l'écrit à travers des ateliers d'écriture et de réécriture (les textes des étudiants sont projetés sur un écran et réécrits collectivement). La capacité d'écoute et d'expression est encouragée à travers des exercices de résumé des programmes audio-visuels, et des débats, la présentation de « powerpoints » culturels confiés aux étudiants en petits groupes.

Note : Des sorties culturelles et gastronomiques sont proposées (musée du Louvre, de la Renaissance, visite d'un vignoble de la région champenoise...)

**OPTION Analytical and Biological Chemistry**

<b>2A S4</b>	<b>MH24OP.CBI Bioinorganic Chemistry</b> <i>Key words : Medicinal Inorganic Chemistry, Bioorganometallic Chemistry, Bioinorganic Chemistry, Inorganic Chemical Biology.</i>				
Responsible : Gilles Gasser gilles.gasser@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Course</i>	<i>Tutorials</i>	<i>Practical work</i>	<i>Mentoring</i>	<i>Evaluation method : Written Exam.</i>
	15 h	0 h	0 h		
<p><b>Course outline :</b>                  Nature utilizes metal ions and metal complexes to undertake several crucial processes. In fact, a human being requires about 25 elements to have a healthy life, half of them being metals! The chemical study of metals in biology is referred as bioinorganic chemistry. This area of research encompasses the study of metallo-enzymes (i.e. vitamin B12) or biological processes such as respiration. In this course, a general overview of the role of metals in biology will be presented. It is also planned to outline to role that metal complexes can play to understand biological processes.</p>					
<p><b>Learning objectives :</b>                  The course will be divided into two main sections. In the first section, the role of metal ions in a few key metalloproteins and biological processes will be explained. The second section will focus on the use of metal complexes to detect specific organelles/biomolecules, or a discussion to understand/modify biological processes. A large emphasis will be placed on experiments, which have been carried out in living cells or organisms.</p>					
<p><b>Prerequisites :</b>                  This course requires basic knowledge of inorganic chemistry and biochemistry.</p>					
<p><b>Teaching language :</b> english  <b>Documents, website :</b></p>					

<b>2A</b> <b>S4</b>	<b>MH24OP.MOM Modélisation moléculaire</b>				
Responsable : Carlo Adamo Professeur carlo.adamo@chimie-paristech.fr					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i> 4.5 h	<i>TD</i>	<i>TP</i> 9 h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation : Rapport écrit</i>
<p><b>Descriptif :</b> Ce module vise à former l'élève ingénieur à la modélisation quantique et classique de systèmes complexes (molécules, solides, biomolécules) d'intérêt industriel. Les méthodes permettant la description des propriétés spectroscopiques (IR, Raman, UV-Vis, RMN et RPE) et de la réactivité chimique sont particulièrement ciblées. Un intérêt particulier est porté aux méthodes de simulation actuellement utilisées dans le domaine industriel et applicatif, et leur utilisation est illustrée par des cours et séminaires donnés par deux intervenants extérieurs issus d'établissements public ou privé présentant leur activité, afin de renforcer le lien entre modélisation et monde de l'entreprise. La formation est basée sur des séances de cours et de TP alternées, qui permettent aux élèves de mettre en pratique les méthodes décrites en cours en utilisant des logiciels d'intérêt académique et industriel.</p>					
<p><b>Objectifs d'apprentissage :</b> L'étudiant devra être capable de: - de choisir la méthode la plus adaptée en fonction des propriétés et du système - d'interpréter les résultats obtenus et leurs limites - d'interagir avec des experts en modélisation</p>					
<b>Pré-requis :</b>					
<p><b>Langue du cours :</b> français <b>Documents, lien :</b> photocopiés de cours et documents de TP</p>					

<b>2A</b> <b>S4</b>	<b>Conférences Energies</b>				
<b>MH24ES.ENE</b> <i>Mots clés : Transition énergétique, énergies renouvelables, énergie nucléaire, hydrogène, intermittence, réseaux électriques</i>					
Responsable : GERARD COTE Professeur gerard.cote@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i> 15 h	<i>TD</i> 0 h	<i>TP</i> 0 h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation : Contrôle d'assiduité and QCM final</i>
<b>Descriptif :</b> Le cours ENERGIES permet d'appréhender les défis à relever pour rendre acceptable la transition énergétique et dresse un panorama des systèmes énergétiques présents et en émergence mobilisables					
<b>Objectifs d'apprentissage :</b> Au terme de l'UE, l'étudiant aura <ul style="list-style-type: none"> <li>- compris les défis de la transition énergétique</li> <li>- acquis une vision des forces et des faiblesses des systèmes énergétiques mobilisables</li> <li>- compris le fonctionnement des réseaux électriques et les difficultés soulevées par l'intégration des énergies renouvelables intermittentes</li> </ul>					
<b>Pré-requis :</b> Chimie et physique niveau licence 3					
<b>Langue du cours :</b> français <b>Documents, lien :</b> Pdf <a href="https://coursenligne.chimie-paristech.fr/enrol/index.php?id=306">https://coursenligne.chimie-paristech.fr/enrol/index.php?id=306</a>					

<b>2A S4</b>	<b>Dernières avancées en chimie analytique pour la biotechnologie et le diagnostic clinique (bioanalytical chemistry)</b> <i>Mots clés : systèmes analytiques, miniaturisation des procédés, ingénierie, innovation</i>				
Responsable : Fanny d'Orlyé Maître de conférences fanny.dorlye@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i> 10.5 h	<i>TD</i> 9 h	<i>TP</i> 4.5 h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation :</i> Examen final écrit avec documents
<p><b>Descriptif :</b>  Les développements et les tendances de la chimie analytique moderne vont dans le sens de la simplification, de l'automatisation et de la miniaturisation des procédés tout en préservant la performance et la fiabilité des résultats analytiques. Les possibilités et les difficultés inhérentes à la miniaturisation à chaque étape d'un processus d'analyse sont très différentes et doivent être abordées. L'objectif principal de ce cours est donc de donner un aperçu complet des innovations actuelles dans le domaine des systèmes analytiques. L'objectif final est le développement de micro(nano)capteurs et de microsystèmes d'analyse totale (<math>\mu</math>TAS) pour la biotechnologie et les applications de diagnostic clinique.</p>					
<p><b>Objectifs d'apprentissage :</b>  Le cours se concentrera sur les nouveaux outils analytiques et bioanalytiques permettant la réduction d'échelle de plusieurs opérations de laboratoire (introduction de l'échantillons, traitement, séparation, détection) afin de traiter des volumes de fluides extrêmement petits mais aussi d'intégrer les procédés précités sur un dispositif miniaturisé de quelques centimètres carrés permettant une automatisation et un traitement haut débit des analyses. Les principales compétences à acquérir par les étudiants concerneront 1) les nouveaux nanomatériaux fonctionnalisés pour le diagnostic : nano-supports (nanoparticules, nanotubes, monolithes, matériaux imprimés moléculaires...), agents sélectifs (anticorps/protéines, aptamères, agents chélatants...) et procédures de conjugaison ; 2) le développement des méthodes de séparation miniaturisées (chromatographiques ou électrocinétiques) principalement basées sur la reconnaissance moléculaire pour purifier, concentrer et isoler les analytes d'intérêt ; 3) la détection dans des systèmes analytiques miniaturisés (optique, électrochimie, spectrométrie de masse) ; 4) Les procédés analytiques allant des bioessais standards aux micro(nano)capteurs et aux microsystèmes d'analyse totale pour des applications en biotechnologie et en diagnostic clinique.</p>					
<p><b>Pré-requis :</b>  notions de base en thermodynamique des solutions, interactions non covalentes, colloïdes, électrochimie et méthodes séparatives</p>					
<p><b>Langue du cours :</b> français  <b>Documents, lien :</b> supports de cours et documents de travail (publications, questionnaires) en anglais sur cours en ligne</p>					

<b>2A S4</b>	<b>MH24OP.CHE      Chemistry probes for bioimaging</b> <i>Key words : Bioimaging, chemical probes, fonctionalizing</i>				
Responsable : Bich Thuy Doan Chercheur CNRS bich-thuy.doan@chimie-paristech.f					
<i>ECTS :</i>	<i>Course</i>	<i>Tutorials</i>	<i>Practical work</i>	<i>Mentoring</i>	<i>Evaluation method : written examination</i>
	21 h	0 h	2 h		
<p><b>Course outline :</b></p> <p>The field of medical imaging has become a real specialty and cutting-edge research is perfectly adapted to the activities of university and industrial laboratories. The development of this discipline is closely linked to the active development of new probes to target or probe pathological biological tissues in order to establish a quantitative diagnosis. This diagnosis is evaluated in vitro, in vivo in preclinical to clinical studies and associated with industrial production.</p> <p>The following fields of imaging will be covered by chemists or biophysicists: Ultrasound, Magnetic Resonance, Nuclear Medicine, Optics, Nanoparticle Agents, Theranostics Probes (imaging + drug). In addition, molecular and physico-chemical characteristics will be represented.</p> <p>Finally, some in vivo biological applications for the detection of cancer, inflammation and the impact of treatment will illustrate the interest in the diagnosis and therapy of functionalized probes.</p>					
<p><b>Learning objectives :</b></p> <p>The student is familiar with all commercial imaging probes used in bioimaging as well as their in vitro and in vivo applications in the biomedical or medical field.</p> <p>It includes their operating principles, and the biophysical or biochemical principles of their operation.</p> <p>In the case of molecular probes, he can propose innovative solutions to develop them and explain how functionalized probes can be developed.</p>					
<p><b>Prerequisites :</b></p> <p>at least bachelor degree in physical chemistry and molecular chemistry</p>					
<p><b>Teaching language :</b> english</p> <p><b>Documents, website :</b></p>					

<b>2A S4</b>	<b>MH24OP.BIC      Basic concepts of cellular biology</b> <i>Key words : Cell biology, Microbiology, Toxicology</i>				
Responsible : MINIER Michel michel.minier@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Course</i>	<i>Tutorials</i>	<i>Practical work</i>	<i>Mentoring</i>	<i>Evaluation method : written examination</i>
	24 h	4 h	0 h		
<p><b>Course outline :</b>  This course teaches the basic knowledge on cell structure, physiology, microbiology, protein biochemistry and toxicology.  The structure and physiology of typical living cells will be presented, in order to clarify the shared features and the differences between bacteria, yeasts, microalgae, archaea, vegetal cells, mammal cells. Industrial applications are discussed.  The lectures will also present the basic principles and the applications of instrumental and molecular methods used for the analysis of biomolecules.  A focus will be made on toxicology. This starts with the knowledge of the basic biological mechanisms involved when a toxic (toxin, medicine, etc...) is absorbed by the organism.</p>					
<p><b>Learning objectives :</b>  At the end of this introductory course, the student must know the basics of cellular structures, physiology and microbiology.  The students understands the physiology and the exchange of matter and energy within a cell.  He knows the biochemical effects of the toxicological properties of proteins.  He is aware of the importance of biology at the interface of the physical and chemical sciences and understands the challenges and role of life in industrial applications: biotechnologies aimed at producing chemical components, fuels and bio-sourced materials, cosmetic industries in search of "natural, sustainable and safe" ingredients, environmental protection through the development of non-toxic and biodegradable substances, corrosion phenomena.</p>					
<p><b>Prerequisites :</b>  bachelor level in chemistry</p>					
<p><b>Teaching language :</b> english  <b>Documents, website :</b></p>					

<b>2A S4</b>	<b>MH24OP.ABC      Practical Biotechnology (Practical Lab)</b> <i>Key words : Practical work, biotechnology</i>				
Responsable : Corine MARIE Maitre de conférences corinne.marie@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Course</i>	<i>Tutorials</i>	<i>Practical work</i>	<i>Mentoring</i>	<i>Evaluation method : written report</i>
	0 h	0 h	21 h		
<p><b>Course outline :</b></p> <p>Besides lectures on biological basic concepts, some specific practices in microbiology and bioprocess engineering, and some particular methods used in enzymology, molecular biology and histology are worthy of being directly experimented by students.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic in microbial culture : medium preparation, sterilization, inoculation</li> <li>- Kinetic study of microbial cultures : measurement of microbial biomass by different techniques, determination of carbon substrate and principal metabolite(s) concentrations at different sampling times.</li> </ul> <p>Example of alcoholic fermentation and enzyme production by <i>B. circulans</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Labelling and observation of pro/eukaryotic cells.</li> <li>- Bacterial production of a recombinant protein.</li> <li>- Determination of Minimal Inhibitory Concentration (MIC)</li> <li>- Study of enzymatic reactions.</li> <li>- Determination of the aeration efficiency of a fermentor.</li> </ul>					
<p><b>Learning objectives :</b></p> <p>Regardless of their future professional position, the students must be aware of the constraints related to the manipulation, use and inactivation of living cells.</p> <p>They must be able to take these constraints into account when managing projects dealing with biological issues.</p>					
<p><b>Prerequisites :</b></p> <p>bachelor level in chemistry</p>					
<p><b>Teaching language :</b> english</p> <p><b>Documents, website :</b></p>					

<b>2A</b> <b>S4</b>	<b>MH24OP.COM Chimie organométallique</b> <i>Mots clés :</i>				
Responsable : THOMAS Christophe Professeur christophe.thomas@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i> 7.5 h	<i>TD</i> 7.5 h	<i>TP</i>	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation :</i> Examen écrit
<p><b>Descriptif :</b>                  Ce cours décrit les réactions fondamentales des complexes de métaux de transition et quelques cycles catalytiques d'intérêt industriel. Ce cours permet d'acquérir les bases de la catalyse comme outil pour le développement de procédés de synthèse propres et économes en matière et énergie.</p>					
<p><b>Objectifs d'apprentissage :</b>                  Le premier objectif de ce cours est de faire une rationalisation la réactivité de molécules et d'intermédiaires, générés par voie catalytique. Le deuxième objectif est de savoir élaborer un cycle catalytique en chimie organométallique ainsi que savoir déterminer les méthodes analytiques appropriées à l'étude mécanistique d'une réaction de catalyse par des composés de métaux de transition.</p>					
<p><b>Pré-requis :</b></p>					
<p><b>Langue du cours :</b> français  <b>Documents, lien :</b></p>					

<b>2A S4</b>	<b>Conférences Energies</b> <i>Mots clés : Transition énergétique, énergies renouvelables, énergie nucléaire, hydrogène, intermittence, réseaux électriques</i>				
Responsable : GERARD COTE Professeur gerard.cote@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i> 15 h	<i>TD</i> 0 h	<i>TP</i> 0 h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation : Contrôle d'assiduité and QCM final</i>
<b>Descriptif :</b> Le cours ENERGIES permet d'appréhender les défis à relever pour rendre acceptable la transition énergétique et dresse un panorama des systèmes énergétiques présents et en émergence mobilisables					
<b>Objectifs d'apprentissage :</b> Au terme de l'UE, l'étudiant aura <ul style="list-style-type: none"> <li>- compris les défis de la transition énergétique</li> <li>- acquis une vision des forces et des faiblesses des systèmes énergétiques mobilisables</li> <li>- compris le fonctionnement des réseaux électriques et les difficultés soulevées par l'intégration des énergies renouvelables intermittentes</li> </ul>					
<b>Pré-requis :</b> Chimie et physique niveau licence 3					
<b>Langue du cours :</b> français <b>Documents, lien :</b> Pdf <a href="https://coursenligne.chimie-paristech.fr/enrol/index.php?id=306">https://coursenligne.chimie-paristech.fr/enrol/index.php?id=306</a>					

<b>2A</b> <b>S4</b>	<b>MH24OP.MOM Modélisation moléculaire</b>				
Responsable : Carlo Adamo Professeur carlo.adamo@chimie-paristech.fr					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i> 4.5 h	<i>TD</i>	<i>TP</i> 9 h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation : Rapport écrit</i>
<p><b>Descriptif :</b> Ce module vise à former l'élève ingénieur à la modélisation quantique et classique de systèmes complexes (molécules, solides, biomolécules) d'intérêt industriel. Les méthodes permettant la description des propriétés spectroscopiques (IR, Raman, UV-Vis, RMN et RPE) et de la réactivité chimique sont particulièrement ciblées. Un intérêt particulier est porté aux méthodes de simulation actuellement utilisées dans le domaine industriel et applicatif, et leur utilisation est illustrée par des cours et séminaires donnés par deux intervenants extérieurs issus d'établissements public ou privé présentant leur activité, afin de renforcer le lien entre modélisation et monde de l'entreprise. La formation est basée sur des séances de cours et de TP alternées, qui permettent aux élèves de mettre en pratique les méthodes décrites en cours en utilisant des logiciels d'intérêt académique et industriel.</p>					
<p><b>Objectifs d'apprentissage :</b> L'étudiant devra être capable de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de choisir la méthode la plus adaptée en fonction des propriétés et du système</li> <li>- d'interpréter les résultats obtenus et leurs limites</li> <li>- d'interagir avec des experts en modélisation</li> </ul>					
<b>Pré-requis :</b>					
<p><b>Langue du cours :</b> français <b>Documents, lien :</b> photocopiés de cours et documents de TP</p>					

<b>2A S4</b>	<b>MH24OP.HC</b>	<b>Hétéroéléments et catalyse appliquée</b>			
<i>Mots clés : catalyse, métaux de transition, réactions de couplage, hétéroéléments</i>					
Responsable : Phannarath Phansavath phannarath.phansavath@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i> 15 h	<i>TD</i> 7.5 h	<i>TP</i> 0 h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation : Examen final écrit (1.5 h)</i>
<b>Descriptif :</b> Le cours Chimie des hétéroéléments a pour but de présenter les différentes méthodes de préparation des réactifs du phosphore, du soufre et du silicium. Les principales transformations réalisées avec ces composés sont données, avec des applications en synthèse totale. L'objectif du cours Catalyse appliquée est de fournir les bases de la chimie organométallique impliquant des métaux de transition (palladium, rhodium et ruthénium), comme outil pour le développement de procédés de synthèse. Les réactions de couplages et autres grandes applications en catalyse homogène sont présentées en insistant sur les mécanismes réactionnels, mais également sur les applications à la fois au niveau industriel et pour la synthèse de molécules naturelles ou d'intérêt biologique.					
<b>Objectifs d'apprentissage :</b> Au terme de l'UE, l'étudiant sera capable de maîtriser les méthodes permettant d'effectuer les principales transformations réalisées avec les dérivés du phosphore, du soufre ou du silicium, et saura en expliquer les mécanismes réactionnels correspondants. Il saura utiliser les complexes organométalliques adaptés pour effectuer les principales réactions de couplage et d'autres grandes réactions utilisées en catalyse homogène.					
<b>Pré-requis :</b> Bonne connaissance des réactions de base de la chimie organique et bonne compréhension des mécanismes réactionnels classiques					
<b>Langue du cours :</b> français <b>Documents, lien :</b>					

<b>2A S4</b>	<b>MH24OP.SAR Synthèse Asymétrique et Rétrosynthèse</b> <i>Mots clés :</i>				
Responsable : SylvainDarses sylvain.darses@chimie-paristech.fr					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i> 15 h	<i>TD</i> 7.5 h	<i>TP</i>	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation :</i> Examen écrit
<p><b>Descriptif :</b> Principes et outils en rétrosynthèse et synthèse organique. Généralités, exemples de déconnexions et reconnexions. Stratégies : convergence, sélectivités, réactions en cascade, les équivalents synthétiques, l'inversion de polarité. Méthodes d'activation, protection/déprotection des principaux groupes fonctionnels. Le contrôle de la chiralité. La résolution (chimique, enzymatique, chromatographique). L'utilisation de chiroins. L'utilisation d'auxiliaires chiraux. La catalyse asymétrique. Des applications choisies en industrie pharmaceutique et agrochimique viendront documenter ce cours.</p>					
<p><b>Objectifs d'apprentissage :</b> Reconnaître l'importance de la chiralité en synthèse organique et pour la bioactivité des molécules. Analyser et comprendre les éléments de stéréochimie des réactions. Connaître les principales méthodes de synthèses asymétriques catalytiques ou non catalytiques utilisées dans l'industrie pharmaceutique ou agrochimique. Reconnaître et analyser les étapes clés et les motifs importants lors de synthèses asymétriques multi-étapes. Planifier une stratégie de synthèse viable pour une molécule cible en effectuant des déconnexions cohérentes, et en proposant une approche synthétique détaillée.</p>					
<p><b>Pré-requis :</b> Stéréochimie de base, bases de cinétique et de thermodynamique, synthèse organique de base, chimie organométallique.</p>					
<p><b>Langue du cours :</b> français <b>Documents, lien :</b></p>					

<b>2A S4</b>	<b>MH24OP.MOL Formation expérimentale en chimie moléculaire</b> <i>Mots clés :</i>				
Responsable : Sylvain Darses sylvain.darses@chimie-paristech.fr					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i>	<i>TD</i>	<i>TP</i> 60 h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation :</i> Travail en laboratoire : compréhension théorique et pratique, techniques, productivité, comportemental, rapport écrit.
<b>Descriptif :</b> Préparation de plans d'expérience : recherche bibliographique, choix de la méthode, mécanisme de réaction, bilan, éléments de sécurité reliés à la manipulation. Préparation et tenue d'un cahier de laboratoire. Bonnes pratiques de laboratoire et règles d'hygiène et de sécurité. Mise en route et exécution des étapes de synthèse. Isolement et purifications. Caractérisations chimiques, physico-chimiques et structurales. Rédaction d'un rapport.					
<b>Objectifs d'apprentissage :</b> La formation expérimentale en chimie moléculaire a pour but d'amener l'élève, à travers un travail individuel ou en binôme, à un perfectionnement de ses connaissances théoriques et pratiques en chimie moléculaire. Le module sera constitué d'un mini-projet (quelques étapes de synthèse), en rapport avec le module d'enseignement, dont l'élève a la charge et ce en interaction avec un enseignant responsable. L'étudiant aura à fournir un rapport sur le travail effectué. Cette forme d'enseignement a pour but de faire acquérir à l'élève une certaine autonomie et une responsabilité dans son travail en laboratoire et ce à travers un fonctionnement proche de celui du monde industriel.					
<b>Pré-requis :</b> Cours de chimie moléculaire, expérience préalable en laboratoire de chimie moléculaire.					
<b>Langue du cours :</b> français <b>Documents, lien :</b>					

<b>2A S2</b>	<b>MH24OP.NOR Inorganic chemistry : from molecules to materials</b> <i>Key words :</i>				
Responsible : Philippe Barboux Professeur philippe.barboux@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Course</i>	<i>Tutorials</i>	<i>Practical work</i>	<i>Mentoring</i>	<i>Evaluation method : multiple choice question 30 mn</i>
	9 h	9 h	0 h		
<p><b>Course outline :</b>                  The objective of this course is to give the rules of construction of all inorganic and mineral systems but also to show how much this inorganic chemistry is alive and has many applications in current problems (energy, environment, information storage, nanotechnologies...). An introduction to the industrial mineral chemistry industry completes the course (cements, glasses, aquatic chemistry, batteries). The theoretical part focuses on transition metal and lanthanide complexes and describes in particular their optical and magnetic properties.</p>					
<p><b>Learning objectives :</b>                  At the end of the course, the student knows the periodic table and the trends of the different elements (ionization, complexation, orbital levels). He can describe a mineral system and choose between two simple approaches to describe inorganic complexes according to two ion binding or covalent binding models. He can explain the stability and reactivity of inorganic molecules based mainly on transition elements or elements of the p-block.</p>					
<p><b>Prerequisites :</b>                  atomistics, chemical bonds, crystal field theory</p>					
<p><b>Teaching language :</b> English  <b>Documents, website :</b> handouts <a href="https://coursenligne.chimie-paristech.fr/enrol/index.php?id=308">https://coursenligne.chimie-paristech.fr/enrol/index.php?id=308</a></p>					

<b>2A S4</b>	<b>Conférences Energies</b> <i>Mots clés : Transition énergétique, énergies renouvelables, énergie nucléaire, hydrogène, intermittence, réseaux électriques</i>				
Responsable : GERARD COTE Professeur gerard.cote@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i> 15 h	<i>TD</i> 0 h	<i>TP</i> 0 h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation : Contrôle d'assiduité and QCM final</i>
<b>Descriptif :</b> Le cours ENERGIES permet d'appréhender les défis à relever pour rendre acceptable la transition énergétique et dresse un panorama des systèmes énergétiques présents et en émergence mobilisables					
<b>Objectifs d'apprentissage :</b> Au terme de l'UE, l'étudiant aura <ul style="list-style-type: none"> <li>- compris les défis de la transition énergétique</li> <li>- acquis une vision des forces et des faiblesses des systèmes énergétiques mobilisables</li> <li>- compris le fonctionnement des réseaux électriques et les difficultés soulevées par l'intégration des énergies renouvelables intermittentes</li> </ul>					
<b>Pré-requis :</b> Chimie et physique niveau licence 3					
<b>Langue du cours :</b> français <b>Documents, lien :</b> Pdf <a href="https://coursenligne.chimie-paristech.fr/enrol/index.php?id=306">https://coursenligne.chimie-paristech.fr/enrol/index.php?id=306</a>					

<b>2A S4</b>	<b>MH24OP.MOD Modélisation</b> <i>Mots clés : Modélisation moléculaire</i>				
Responsable : Carlo Adamo Professeur carlo.adamo@chimie-paristech.fr					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i> 4.5 h	<i>TD</i>	<i>TP</i> 9 h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation : Rapport écrit</i>
<p><b>Descriptif :</b> Ce module vise à former l'élève ingénieur à la modélisation quantique et classique de systèmes complexes (molécules, solides, biomolécules) d'intérêt industriel. Les méthodes permettant la description des propriétés spectroscopiques (IR, Raman, UV-Vis, RMN et RPE) et de la réactivité chimique sont particulièrement ciblées. Un intérêt particulier est porté aux méthodes de simulation actuellement utilisées dans le domaine industriel et applicatif, et leur utilisation est illustrée par des cours et séminaires donnés par deux intervenants extérieurs issus d'établissements public ou privé présentant leur activité, afin de renforcer le lien entre modélisation et monde de l'entreprise. La formation est basée sur des séances de cours et de TP alternées, qui permettent aux élèves de mettre en pratique les méthodes décrites en cours en utilisant des logiciels d'intérêt académique et industriel.</p>					
<p><b>Objectifs d'apprentissage :</b> L'étudiant devra être capable de: - de choisir la méthode la plus adaptée en fonction des propriétés et du système - d'interpréter les résultats obtenus et leurs limites - d'interagir avec des experts en modélisation</p>					
<b>Pré-requis :</b>					
<p><b>Langue du cours :</b> français <b>Documents, lien :</b> photocopiés de cours et documents de TP</p>					

<b>2A S4</b>	<b>MH24OP.PH3    Physics III : Electronic Properties of Solids</b> <i>Key words : band structure, electrical and optical properties, semiconductors, devices</i>				
Responsible : Laurent Binet Maître de Conférences, Chimie-ParisTech laurent.binet@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Course</i>	<i>Tutorials</i>	<i>Practical work</i>	<i>Mentoring</i>	<i>Evaluation method : written examination</i>
	18 h	4.5 h	0 h		
<b>Course outline :</b> The objective of this course is to describe the electronic structure of solids and the main properties and applications resulting from them, with an overview of current technological developments. In the first part it introduces the basic concepts on the electronic band structures of solids and shows how these concepts explain the major families of properties, electrical, optical and chemical of solids. In the second part, the course focuses on an important class of materials, semiconductors, and describes in detail the phenomena that occur in a p-n junction. The applications of such junctions are described, in particular solar cells, light-emitting diodes and laser diodes.					
<b>Learning objectives :</b> The student must be able to do: - to define the characteristics of the two main models of electronic structure of solids and to know in which context to apply them, - explain the main parameters that govern the electrical and optical properties of materials and the factors that have a positive or negative effect on these properties, - interpret a band structure diagram of a solid and deduce its electrical and optical behaviour, - describe in detail the electronic processes occurring in the main semiconductor devices and explain the factors controlling their performance - to establish a structure-property relationship for a given application.					
<b>Prerequisites :</b> Quantum physics, quantum chemistry, crystallography, electromagnetism, BSc level					
<b>Teaching language :</b> English <b>Documents, website :</b> <a href="https://coursenligne.chimie-paristech.fr">https://coursenligne.chimie-paristech.fr</a>					

<b>2A S4</b>	<b>MH24OP.MM Surface properties and endurance of materials</b> <i>Key words : surface characterization, nanostructure, reactivity</i>				
Responsible : Frédéric Wiame Maître de Conférences frederic.wiame@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Course</i>	<i>Tutorials</i>	<i>Practical work</i>	<i>Mentoring</i>	<i>Evaluation method : written final exam</i>
	19.5 h	3 h	0 h		
<p><b>Course outline :</b></p> <p>What is a surface? What are the specificities of surfaces compared to bulk? Why and how to study these surfaces? In this course we will try to answer these questions. The concepts of surface energy and stress will be introduced and their effects on the structure and properties of the surface will be studied. The initial stages of reactivity will be characterized in the framework of the adsorption theory.</p> <p>The course will be illustrated by practical examples: growth of an oxide on an alloy, evolution of a metal interface in the presence of sulfur. These examples will highlight the different information that can be obtained using surface characterization techniques. Nanostructured surface fabrication methods will also be presented and the effects of nanostructuring on surface properties will be discussed.</p> <p>After having seen the relationship microstructure-mechanical properties of metals, we propose here to go further by looking at the mechanisms that lead to the breaking of materials when exposed to mechanical loading or aging in a defined environment. This will allow us to address the issue related to the durability of metallic materials in conditions of use.</p>					
<p><b>Learning objectives :</b></p> <p>At the end of the course the student will be able:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- to identify and explain the main technological issues of the study of surfaces,</li> <li>- to describe the fundamental differences between the properties of a surface and those of the bulk material,</li> <li>- to determine the structure, characteristics and basic properties of a surface of given orientation,</li> <li>- to describe the different adsorption mechanisms and give their main characteristics,</li> <li>- to justify the usefulness of ultra-high vacuum and electronic spectroscopies for surface analysis and to identify the most appropriate techniques to answer a given problem,</li> <li>- to highlight, by means of examples, the importance of the structure and the surface composition on the mechanisms and the kinetics of reactivity.</li> </ul>					
<b>Prerequisites :</b>					
<p><b>Teaching language :</b> English  <b>Documents, website :</b> documents in english</p>					

<b>2A S4</b>	<b>MH24OP.ELA inorganic materials elaboration</b> <i>Key words : inorganic synthesis, ceramic, monocristalline synthesis ; thin films</i>				
Responsable : Giaume Maitre de Conférences domitille.giaume@chimie-paristech.fr					
<i>ECTS :</i>	<i>Course</i>	<i>Tutorials</i>	<i>Practical work</i>	<i>Mentoring</i>	<i>Evaluation method : written final exam</i>
	21 h	1.5 h	0 h		
<p><b>Course outline :</b>          This course presents the fundamentals of materials elaboration.          A first part presents the basics of monocristalline synthesis, starting from reflexion based on phase diagrams, nucleation-growth concepts and illustrations with various hot-temperature monocristalline routes. Such routes are predominant in the optic and photovoltaic domains. A second part deals with the physical and chemical principles underlying the solid-state densification and sintering of powders to obtain technical ceramics. Technical ceramics are a wide family of high-value materials for structural or functional applications (magnetic, optic, dielectric...). On the other hand, glass and glass-ceramics are materials prepared from the liquid state. Their elaboration is briefly presented at the end of this part. . The third part concerns the synthesis of small inorganic materials by low temperature routes. Basics of aqueous precipitation, sol-gel condensation, high-boiling solvent synthesis are thoroughly described, followed by the presentation of different methods for a chemist concerning the specific elaboration of thin or thick films.</p>					
<p><b>Learning objectives :</b>          At the end of this course, the students:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) are aware of the various synthesis routes to elaborate inorganic materials;</li> <li>2) Can evaluate the pros and cons of a specific synthesis route;</li> <li>3) can chose the most adapted synthesis route for their study;</li> <li>4) understand the mechanisms involved in the various synthesis routes;</li> <li>5) propose consistent modification of the synthesis.</li> </ol>					
<p><b>Prerequisites :</b></p>					
<p><b>Teaching language :</b> english  <b>Documents, website :</b> english documents  <a href="https://coursenligne.chimie-paristech.fr/course/index.php?categoryid=11">https://coursenligne.chimie-paristech.fr/course/index.php?categoryid=11</a></p>					

<b>2A S4</b>	<b>MH24OP.MAT Practical work in materials science</b> <i>Key words : materials science, preparation, characterization, project</i>				
Responsable : Pascal Loiseau Maître de Conférences pascal.loiseau@chimieparitech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Course</i>	<i>Tutorials</i>	<i>Practical work</i>	<i>Mentoring</i>	<i>Evaluation method : report</i>
	0 h	0 h	30 h		
<p><b>Course outline :</b>          This practical work in materials science happens in second year. It is a 4 days project based on a topical issue that the students must appropriate. To address this issue, the students must mobilize many skills developed in first and second year at Chimie-ParisTech in order to propose relevant experimental protocols and characterization techniques.</p>					
<p><b>Learning objectives :</b>          From this practical work, the student will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- conceive and prepare a material addressing some desired properties</li> <li>- apply relevant characterization techniques for a designed material</li> <li>- propose some outlook aimed to optimize a material on the basis of structure-properties relationships</li> </ul>					
<p><b>Prerequisites :</b>          preparation of materials, characterization, properties of materials</p>					
<p><b>Teaching language :</b> english  <b>Documents, website :</b> scientific articles and technical documentation      <a href="https://coursenligne.chimie-paritech.fr/course/view.php?id=298">https://coursenligne.chimie-paritech.fr/course/view.php?id=298</a></p>					

<b>2A S4</b>	<b>MH24OP.COR Corrosion (Electrochemical Stability of Materials)</b> <i>Key words :</i>				
Responsible : Kevin Ogle Professeur kevin.ogle@chimie-paristech.fr					
<i>ECTS :</i>	<i>Course</i>	<i>Tutorials</i>	<i>Practical work</i>	<i>Mentoring</i>	<i>Evaluation method : Exam</i>
	15 h	0 h	0 h		
<p><b>Course outline :</b></p> <p>Optimizing the functional lifetime of a material is a fundamental driving force for the development of new materials and in fact has been a preoccupation of our civilization from prehistory to the present day. This course will survey the mechanisms that determine the stability and reactivity of metallic materials in contact with diverse environments. We will evoke a number of critical questions: How can we predict the lifetime of materials in given applications and environments? How can we apply short term tests to predict the long term behavior of the materials? How can we incorporate anticorrosion concepts directly into the design of a new material? We will seek a balanced presentation between fundamental physical chemistry useful for simulation of corrosion problems and the more intuitive approach often used in industry. Different viewpoints will be developed with an emphasis on the perspective of the developer of new, innovative materials.</p> <p>The class will begin with a thorough review of the electrochemical theory of corrosion. We will then apply the theory to an interpretation of corrosion mechanisms focusing on the dynamics of the corroding system, reviewing in turn diverse forms of corrosion for different materials and environments. This will take us from the simplest case of uniform corrosion to complex material / environmental interactions leading to a high degree of localized damage. Special emphasis will be placed on the importance of passive film stability and metallurgical microstructure. The significance of corrosion resistance relative to other physical properties of the material will be emphasized.</p> <p>Complex environments will also be considered such as occur during atmospheric corrosion when materials are exposed to rapidly changing and/or cyclic environments. We will also review examples of how anticorrosion concepts may be introduced into the design of new materials and assemblies of materials including passivity, inhibitors, and galvanic protection. As time permits we will also discuss coatings including metals, oxides and polymers and take a look at the mechanisms of corrosion at the metal/oxide /polymer interface for painted materials.</p>					
<p><b>Learning objectives :</b></p> <p>Recognize the various forms of aqueous corrosion.                  Identify the corrosion risk for selected materials and environments.                  Understand the fundamental chemical / electrochemical mechanisms of corrosion.                  Apply the electrochemical theory of corrosion to identify mechanism and predict material lifetimes in a given environment.                  Incorporate anti corrosion or optimized corrosion concepts into the criteria of material choice and design.</p>					
<p><b>Prerequisites :</b></p> <p>Electrochemistry, physical chemistry of solutions, introductory metallurgy</p>					
<p><b>Teaching language :</b> english  <b>Documents, website :</b></p>					

<b>2A</b> <b>S4</b>	<b>Conférences Energies</b>				
<b>MH24ES.ENE</b> <i>Mots clés : Transition énergétique, énergies renouvelables, énergie nucléaire, hydrogène, intermittence, réseaux électriques</i>					
Responsable : GERARD COTE Professeur gerard.cote@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i> 15 h	<i>TD</i> 0 h	<i>TP</i> 0 h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation : Contrôle d'assiduité and QCM final</i>
<b>Descriptif :</b> Le cours ENERGIES permet d'appréhender les défis à relever pour rendre acceptable la transition énergétique et dresse un panorama des systèmes énergétiques présents et en émergence mobilisables					
<b>Objectifs d'apprentissage :</b> Au terme de l'UE, l'étudiant aura <ul style="list-style-type: none"> <li>- compris les défis de la transition énergétique</li> <li>- acquis une vision des forces et des faiblesses des systèmes énergétiques mobilisables</li> <li>- compris le fonctionnement des réseaux électriques et les difficultés soulevées par l'intégration des énergies renouvelables intermittentes</li> </ul>					
<b>Pré-requis :</b> Chimie et physique niveau licence 3					
<b>Langue du cours :</b> français <b>Documents, lien :</b> Pdf <a href="https://coursenligne.chimie-paristech.fr/enrol/index.php?id=306">https://coursenligne.chimie-paristech.fr/enrol/index.php?id=306</a>					

<b>2A S4</b>	<b>MH24OP.MOD Modélisation</b> <i>Mots clés : Modélisation moléculaire</i>				
Responsable : Carlo Adamo Professeur carlo.adamo@chimie-paristech.fr					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i> 4.5 h	<i>TD</i>	<i>TP</i> 9 h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation : Rapport écrit</i>
<p><b>Descriptif :</b> Ce module vise à former l'élève ingénieur à la modélisation quantique et classique de systèmes complexes (molécules, solides, biomolécules) d'intérêt industriel. Les méthodes permettant la description des propriétés spectroscopiques (IR, Raman, UV-Vis, RMN et RPE) et de la réactivité chimique sont particulièrement ciblées. Un intérêt particulier est porté aux méthodes de simulation actuellement utilisées dans le domaine industriel et applicatif, et leur utilisation est illustrée par des cours et séminaires donnés par deux intervenants extérieurs issus d'établissements public ou privé présentant leur activité, afin de renforcer le lien entre modélisation et monde de l'entreprise. La formation est basée sur des séances de cours et de TP alternées, qui permettent aux élèves de mettre en pratique les méthodes décrites en cours en utilisant des logiciels d'intérêt académique et industriel.</p>					
<p><b>Objectifs d'apprentissage :</b> L'étudiant devra être capable de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de choisir la méthode la plus adaptée en fonction des propriétés et du système</li> <li>- d'interpréter les résultats obtenus et leurs limites</li> <li>- d'interagir avec des experts en modélisation</li> </ul>					
<b>Pré-requis :</b>					
<p><b>Langue du cours :</b> français <b>Documents, lien :</b> photocopiés de cours et documents de TP</p>					

<b>2A S4</b>	<b>MH24OP.SP</b>	<b>Simulation des procédés</b>				
<i>Mots clés : simulation des procédés, analyse économique, bilan matière, bilan énergétique</i>						
Responsable : Cédric Guyon Maître de conférences Chimie Paristech cedric.guyon@chimieparistech.psl.eu						
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i> 3 h	<i>TD</i>	<i>TP</i> 21 h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation : 30% écrit, 10% TP, 60% Oral</i>	
<b>Descriptif :</b> L'objectif de cette formation est de réaliser la simulation d'un procédé industriel réel à l'aide d'un logiciel commercial de simulation des procédés (Aspen Hysys). Il s'agira d'effectuer le choix de certaines unités (réactions, séparation), d'optimiser les paramètres opératoires et d'évaluer les performances de l'unité (production, sélectivité, efficacité..) en fonction du cahier des charges fixé. Une fois ces paramètres établis, les élèves devront évaluer le potentiel économique du procédé étudié (Aspen Icarus et données bibliographiques).						
<b>Objectifs d'apprentissage :</b> Les élèves ayant suivi cet enseignement seront capables : - D'effectuer un bilan matière sur un procédé global - De simuler un procédé industriel sur un grand logiciel en régime statique (Aspen plus, Aspen Hysys) afin d'optimiser au mieux les paramètres de fonctionnements du procédé - D'établir un bilan économique du procédé (Couts énergétique, rejet CO2, recettes, dépenses, salaire, couts d'installation, impôts sur les bénéfices...)						
<b>Pré-requis :</b> Base de simulation des procédés acquise durant les travaux pratiques de 2eme année						
<b>Langue du cours :</b> français <b>Documents, lien :</b> PDF en anglais <a href="https://coursenligne.chimie-paristech.fr/course/view.php?id=299">https://coursenligne.chimie-paristech.fr/course/view.php?id=299</a>						

<b>2A S4</b>	<b>MH24OP.OCP      Optimisation et Contrôle des Procédés</b> Ancien code : <b>OPT.OCP.2.2</b> <i>Mots clés</i> : plans d'expériences, régression linéaire, régulation, PID				
Responsable : Jerome PULPYTEL Maître de Conférences Sorbonne Université jerome.pulpytel@sorbonne-universite.fr					
<i>ECTS</i> :	<i>Cours</i> 6 h	<i>TD</i> 18 h	<i>TP</i> 0 h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation</i> : examen écrit (100%)
<p><b>Descriptif :</b>  Cet enseignement est divisé en 2 grands volets. Le premier concerne les plans d'expériences. Cette approche statistique et mathématique minimise le nombre d'essais pour étudier et optimiser des systèmes multifactoriels. Les étudiants apprendront les plans « classiques » tels que les plans factoriels complets, fractionnaires et composites, ainsi que les outils statistiques nécessaires.  Dans le second volet, la régulation des procédés sera enseignée. Elle couvre l'ensemble des moyens matériels et techniques mis en œuvre pour mesurer et maintenir une grandeur physique et donc une production à qualité constante. Lors de perturbations ou changements de consigne, la régulation provoque une action correctrice sur des actionneurs du procédé (vannes...). Les différents types de régulation et les méthodes de réglages seront enseignés dans ce cours.  Les TD seront faits sous Matlab et Nemrodw</p>					
<p><b>Objectifs d'apprentissage :</b>  L'étudiant(e) apprendra à mettre en place des plans d'expériences et à définir d'une stratégie expérimentale optimale, à calculer des modèles de régression multilinéaire et à interpréter statistiquement les résultats à l'aide de logiciels. Il/elle sera également capable d'identifier et de paramétrer le fonctionnement d'un régulateur permettant de contrôler le fonctionnement et la stabilité d'un procédé ainsi que d'expliquer le principe de fonctionnement de différents capteurs utilisés dans l'industrie pour déterminer les grandeurs fondamentales d'un procédé chimique (débit, température...).</p>					
<p><b>Pré-requis :</b>  Aucun prérequis spécifique n'est nécessaire.</p>					
<p><b>Langue du cours</b> : français  <b>Documents, lien</b> : photocopiés</p>					

<b>2A S4</b>	<b>MH24OP.FLC      Flow chemistry</b> <i>Mots clés : Flow chemistry, Intensification des procédés, milliréacteurs</i>				
Responsable : Stéphanie Ognier MCF stephanie.ognier@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i> 15 h	<i>TD</i> 3 h	<i>TP</i> 3 h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation :</i> Examen écrit (70%) et évaluation de TP (30%)
<b>Descriptif :</b> L'intensification des procédés s'inscrit dans une démarche visant à améliorer la productivité et la sélectivité des réactions chimiques grâce notamment à l'utilisation de réacteurs milli/micro-structurés, du couplage réaction/séparation in-situ ou encore de l'utilisation de sources d'énergie alternatives (photochimie, ultrasons etc...). L'enseignement comportera une première partie théorique dont l'objectif est de montrer comment l'intensification des transferts au sein d'un réacteur chimique influence ses performances. Dans cette première partie des exemples concrets seront analysés en cours, en travaux dirigés et en travaux pratiques. La deuxième partie sera plus descriptive et fera intervenir des enseignants et des chercheurs issus d'autres disciplines que le génie des procédés (matériaux, chimie moléculaire). Ils partageront leur expériences en tant qu'utilisateurs des nouvelles technologies intensifiées.					
<b>Objectifs d'apprentissage :</b> Objectifs d'apprentissage L'objectif de cette UE est de former des étudiants dans le domaine l'intensification des procédés. A la fin de la formation, les étudiants doivent pouvoir:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprendre le contexte de l'intensification</li> <li>• Décrire les principes fondamentaux des transferts de matière, de chaleur et de quantité de mouvement, en particulier dans des canaux de faibles dimensions</li> <li>• Analyser des cas industriels référencés et des développements en génie chimique</li> <li>• Analyser des exemples académiques de « flow chemistry » dans les domaines de la synthèse moléculaire et de la synthèse de matériaux</li> <li>• Proposer des solutions d'intensification pertinentes dans le cas d'un procédé donné</li> </ul>					
<b>Pré-requis :</b> bases en hydrodynamique des fluides, transfert de masse et de chaleur, calcul des réacteurs chimiques					
<b>Langue du cours :</b> français <b>Documents, lien :</b> transparents de cours, énoncés des travaux dirigés et des travaux pratiques					

<b>2A S4</b>	<b>MH24OP.PRO</b>	<b>Formation expérimentale option procédés</b>			
<i>Mots clés : Mots clés : Chimie en flux continu, réacteur miniaturisé, génie de la réaction</i>					
Responsable : Cédric Guyon Maître de conférences Chimie Paristech Cedric.guyon@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i>	<i>TD</i>	<i>TP</i> 30 h	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation : 100% TP</i>
<b>Descriptif :</b> <p>Cette formation expérimentale est proposée dans le cadre de l'option Flow Chemistry en Génie des procédés pour les élèves 2A à l'école. Elle prend forme des travaux pratiques réalisés au laboratoire.</p> <p>L'enseignant présentera d'abord les différents réacteurs miniaturisés et le système de contrôle (contrôle de débit, contrôle de température, etc). Ensuite, les élèves doivent réaliser un montage de réaction avec des micro-réacteurs en verre, pour un système de réactions en parallèle. Les notions de « temps de séjour », « temps de mélange » seront présentées pendant le TP, et les avantages et les inconvénients du réacteur miniaturisé seront également discutés pendant ce TP.</p>					
<b>Objectifs d'apprentissage :</b> <p>L'objectif de cet enseignement est de donner aux élèves des compétences pratiques concernant la chimie en flux continu.</p> <p>A la fin de la formation, les étudiants seront capables de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réaliser un montage de chimie en flux continu (Flow chemistry)</li> <li>• Caractériser le temps de mélange/réaction dans un réacteur-miniaturisé</li> <li>• Etablir les bilans de matière/énergie dans un système réactif</li> <li>• Comparer différents réacteurs (réacteur miniaturisé et réacteur en batch) pour un système de réactions parallèles</li> <li>• Citer des avantages et/ou les inconvénients du système de chimie en flux continu par rapport aux réacteurs traditionnels</li> <li>• Choisir un réacteur adapté pour un procédé donné</li> </ul>					
<b>Pré-requis :</b> Génie des procédés 1A & 2A					
<b>Langue du cours :</b> français <b>Documents, lien :</b> photocopies					

<b>2A S4</b>	<b>MH24MO.BIF      Biointerfaces (At the interface of biomaterials)</b> <i>Mots clés : surface, composition, reactions, techniques, biomolécules</i>				
Responsable : Anouk Galtayries Maître de conférences Chimie Paristech Anouk.galtayries@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i> 15h	<i>TD</i>	<i>TP</i>	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation : 100% écrit</i>
<p><b>Course outline :</b>                  This lecture aims at showing that the key role played by the surface of materials in the issues related to the interfaces between solids and biological environment (biointerfaces). These issues are mainly in the biomedical context but also, more widely, for any innovative systems implying surfaces and biomolécules (biosensors, biofilms in food industry, biocorrosion...).</p> <p>This course implies the following items:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction: the surface = a complex material (structure, composition, model surfaces, real surfaces</li> <li>- Biointerfaces; where all biological processes occur</li> <li>- Dedicated physico-chemical characterization techniques: in situ real time ones, UHV techniques, combination of techniques morphology and composition...</li> <li>- Different examples of surface reactivities from amine acid reactions to protein non specific and specific interactions</li> <li>- Interactivity on specific topics: understanding the quantitative approach</li> </ul>					
<p><b>Learning objectives :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- the student will take into account the outermost layers in a materials question</li> <li>- the student will know the principles, advantages and drawbacks of a certain number of characterization techniques of solid surfaces/materials</li> <li>- quantification and qualitative approaches will alternatively proposed by the students when discussing a biointerface characterization strategy</li> <li>- identifying the properties of biomolécules adsorption, and impact on further reactions, modelizing an experiment to understand surface reaction mechanisms in the frame of biomaterials.</li> </ul>					
<p><b>Prerequisites :</b></p>					
<p><b>Teaching language :</b> english  <b>Documents :</b> pdf files</p>					

2A S4	<b>Processing and formulation (Solid materials: from formulation to service life)</b> <i>Mots clés : multimaterials, coatings, mechanical stability, tribology, rheology, adhesion, formulation</i>						
Responsable : Polina Volovitch Maître de conférences Chimie ParisTech polina.volovitch@chimieparistech.psl.eu							
ECTS :	Cours 15h	TD	TP	Tutorat	Modalités d'évaluation :		
<p><b>Course outline :</b></p> <p>This course introduces solid materials and multilateral assemblies relevant to real applications, from the formulation to durability evaluation and control on the examples from aerospace, steel, automotive, paint and building industries. Physicochemical and mechanical aspects of durability of ceramics, polymers and multi-material assemblies are reviewed with introduction of the concepts from rheology, tribology and adhesion science. Selected analytical methodologies and industrial qualification tests relevant for these materials are presented.</p> <p>The intentions of this class are</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) to extend the knowledge of our students about the relation between the chemical composition, processing, mechanical properties and durability, which are limited in general syllabus to steel and Al alloys, to other solid materials and assemblies (including polymers, ceramics, multi-materials) on the examples from real systems in different industries.</li> <li>2) to illustrate the relations between different courses (materials, physical chemistry, organic chemistry, analytical chemistry) and their application to problems solution.</li> <li>3) To introduce new concepts (tribology, rheology, adhesion) which are omitted in the cursus of our school but are present in the major part of engineering schools in order make our students more competitive.</li> </ol> <p>Each class consists of a lecture followed by one or two problems to solve by students. The solution can be given in a written form (short control without negative points but with positive points) or can be made in a form of discussion with an active participation of students. Lectures are organized in two blocks.</p> <table border="0" data-bbox="84 913 1509 1429"> <tr> <td data-bbox="84 913 758 1429"> <p><i>Block 1: Mechanical stability</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mechanical properties of ceramics and polymers (introduction to rheology, role of chemistry and processing for mechanical properties, role of chemical composition and processing for mechanical stability).</li> <li>- Mechanical and physico-chemical stability of solid surfaces (introduction to tribology).</li> <li>- Mechanical and physico-chemical stability of interfaces (introduction to adhesion, surface treatment).</li> <li>- Physico-chemical aspects of mechanical stability of solids in contact with liquid phase (liquid metal embrittlement, Rehbinder effect, role of tensioactifs for machining,...)</li> </ul> </td> <td data-bbox="758 913 1509 1429"> <p><i>Block 2: Formulation, processing and control of multi-materials</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Multi-materials and assemblies in aerospace, automotive and building industry: Examples of multi-material systems, function of different layers, formulation and processing of metallic coatings (galvanizing, aluminizing, ...).</li> <li>- Multi-materials and assemblies for automobile: Formulation and processing of polymer coatings (EZ, clear coat, top coat...).</li> <li>- Multi-materials and assemblies for airspace: Formulation and processing of oxide coatings (anodizing, PEO, conversion coatings).</li> <li>- Materials for future (hybride materials). Methods of characterization of multilaterals and assemblies.</li> </ul> </td> </tr> </table>						<p><i>Block 1: Mechanical stability</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mechanical properties of ceramics and polymers (introduction to rheology, role of chemistry and processing for mechanical properties, role of chemical composition and processing for mechanical stability).</li> <li>- Mechanical and physico-chemical stability of solid surfaces (introduction to tribology).</li> <li>- Mechanical and physico-chemical stability of interfaces (introduction to adhesion, surface treatment).</li> <li>- Physico-chemical aspects of mechanical stability of solids in contact with liquid phase (liquid metal embrittlement, Rehbinder effect, role of tensioactifs for machining,...)</li> </ul>	<p><i>Block 2: Formulation, processing and control of multi-materials</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Multi-materials and assemblies in aerospace, automotive and building industry: Examples of multi-material systems, function of different layers, formulation and processing of metallic coatings (galvanizing, aluminizing, ...).</li> <li>- Multi-materials and assemblies for automobile: Formulation and processing of polymer coatings (EZ, clear coat, top coat...).</li> <li>- Multi-materials and assemblies for airspace: Formulation and processing of oxide coatings (anodizing, PEO, conversion coatings).</li> <li>- Materials for future (hybride materials). Methods of characterization of multilaterals and assemblies.</li> </ul>
<p><i>Block 1: Mechanical stability</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mechanical properties of ceramics and polymers (introduction to rheology, role of chemistry and processing for mechanical properties, role of chemical composition and processing for mechanical stability).</li> <li>- Mechanical and physico-chemical stability of solid surfaces (introduction to tribology).</li> <li>- Mechanical and physico-chemical stability of interfaces (introduction to adhesion, surface treatment).</li> <li>- Physico-chemical aspects of mechanical stability of solids in contact with liquid phase (liquid metal embrittlement, Rehbinder effect, role of tensioactifs for machining,...)</li> </ul>	<p><i>Block 2: Formulation, processing and control of multi-materials</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Multi-materials and assemblies in aerospace, automotive and building industry: Examples of multi-material systems, function of different layers, formulation and processing of metallic coatings (galvanizing, aluminizing, ...).</li> <li>- Multi-materials and assemblies for automobile: Formulation and processing of polymer coatings (EZ, clear coat, top coat...).</li> <li>- Multi-materials and assemblies for airspace: Formulation and processing of oxide coatings (anodizing, PEO, conversion coatings).</li> <li>- Materials for future (hybride materials). Methods of characterization of multilaterals and assemblies.</li> </ul>						
<p><b>Learning objectives :</b></p> <p>The teacher hopes that at the end of the UE the student will be able to</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Recognize types of mechanical behavior not only for metals but also for polymer and ceramic materials; correlate the observed behavior with material chemistry, processing and test conditions for simple cases.</li> <li>2) Understand the effect of selected environments (liquid metals, tension-actives, water...) on the mechanical behavior and durability of different materials; define potentially dangerous or interesting additives in function of application.</li> <li>3) Avoid the most evident errors in surface preparation and material assembling.</li> <li>4) Identify principal layers and their functions in selected materials and assemblies for aerospace and automotive industry, have a general idea about the ways of their formulation and processing.</li> <li>5) Propose specific tests or analyses of multi-material system for instance in case of failure or in order to validate or understand the new system.</li> </ol> <p>The advanced students are expected to be more prepared in future for application of their fundamental knowledge to applied problems</p>							
<p><b>Prerequisites:</b> metallurgy, electrochemistry, organic chemistry, physical chemistry, analytical chemistry</p>							
<p><b>Teaching language:</b> English (responses for written control can be given in English or in French)  <b>Documents:</b> references and documents will be sent by email</p>							

**OPTION Biophysique et Matière Molle**

<b>2A S4</b>	<b>OPTION BIOPHYSIQUE ET MATIÈRE MOLLE (BIOTECHNOLOGIES – ESPCI)</b> <i>Mots clés : ESPCI</i>				
Responsable : Philippe Nge					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i>	<i>TD</i>	<i>TP</i>	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation :</i>
<p><b>Descriptif :</b></p> <p><b><i>Cette option consiste en un semestre d'échange complet avec l'ESPCI. Les élèves suivent l'intégralité des cours de l'ESPCI dans leur option « Biotechnologie »</i></b></p> <p>La filière Biotechnologies de la 3ème année de l'ESPCI propose un parcours pleinement interdisciplinaire, combinant des connaissances de bases (finance, microfluidique, statistique,...), des cours spécifiques (Biotechnologie moléculaire, Biologie synthétique et des systèmes), et un panel d'options permettant d'explorer exhaustivement les différentes interfaces avec la biologie : physique (Mécanique du vivant, Biophysique, Ondes en milieu complexe, Imagerie Médicale), physico-chimie (Colloïdes et Biomolécules), de la chimie analytique (Bioanalytique, échantillons complexes et miniaturisation) et de la chimie (Chimie Organique et Chimie Hétérocyclique, Chimie Inorganique). Ce parcours fournit le bagage approprié pour envisager toutes les interfaces de Biologie avec les autres sciences, que ce soit pour l'ingénierie ou la recherche.</p> <p><b>Programme :</b></p> <p><b>COURS OBLIGATOIRES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anglais 21h</li> <li>- Fondamentaux de la Finance 14h</li> <li>- Microfluidique 17h</li> <li>- Statistique 10h</li> <li>- Statistique et modélisation 12h</li> <li>- Chimiométrie 12h</li> <li>- Big Data 14h</li> <li>- Biologie synthétique et des Systèmes 36h</li> <li>- Colloïdes et Biomolécules 11h</li> <li>- Biotechnologie moléculaire 17h</li> <li>- Biophysique 14h</li> <li>- Mécanique du Vivant 15h</li> <li>- Bioanalytique, échantillons complexes et miniaturisation 12h</li> </ul> <p><b>OPTIONS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Matière Molle et Développement - Rhéologie 28h</li> <li>- Physique de la mesure 13h (+18h TP)</li> <li>- Chimie Organique et Chimie Hétérocyclique 24h</li> <li>- Imagerie Médicale 18h</li> <li>- Ondes en milieu complexe 12h</li> <li>- Chimie Inorganique 12h</li> </ul>					

<b>2A S4</b>	<b>MH24ES.SI</b> :	<b>Stage 2A, stage technique en laboratoire et/ou en entreprise</b> <i>Mots clés : stage technique, expérimentation, découverte milieu professionnel</i>			
Responsable : Christophe Thomas, Maria Malheiro Professeur christophe.thomas@chimieparistech.psl.eu ; maria.malheiro@chimieparistech.psl.eu					
<i>ECTS :</i>	<i>Cours</i>	<i>TD</i>	<i>TP</i>	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation : Rapport 50% Exposé oral 50%</i>
<p><b>Descriptif :</b>  Pendant cinq mois, l'étudiant fait un stage pratique dans une entreprise ou un laboratoire de recherche pendant lequel il met en application les connaissances théoriques, scientifiques et techniques, acquises pendant la scolarité à l'école dans le champ de sa spécialité. Inséré au sein d'une équipe, il réalise une mission sous la responsabilité d'un encadrant.  Pour les élèves ingénieurs uniquement : Au moins l'un des deux stages de deuxième ou troisième année doit être effectué en entreprise. Il faut également au moins une expérience de longue durée (5 mois au moins) à l'international soit sous la forme d'un des deux stages 2A ou 3A ou d'une mobilité d'un semestre minimum pour suivre des cours théoriques à l'étranger.</p>					
<p><b>Objectifs d'apprentissage :</b>  L'étudiant doit maîtriser les méthodes et les outils adaptés à sa mission en comprenant les bases théoriques de leur fonctionnement.  Il doit développer une démarche expérimentale en collectant des données avec rigueur scientifique. Il doit savoir analyser ses résultats, en faire la synthèse. Il doit apprendre à rendre compte et à exposer son travail par un rapport écrit et par un exposé oral  Il doit s'adapter à la vie de son entreprise en comprenant sa stratégie. Il doit respecter les contraintes et les exigences de son entreprise en s'intégrant dans une équipe et en s'adaptant aux relations humaines de son milieu de travail.</p>					
<p><b>Pré-requis :</b>  connaissance scientifiques et techniques</p>					
<p><b>Langue du cours :</b> français ou anglais selon les cas  <b>Documents, lien :</b></p>					

<b>2A</b> <b>S4</b>	<b>Semaine PSL</b> <i>Mots clés : semaine PSL</i>				
Responsable :					
<i>ECTS : 3</i>	<i>Cours</i>	<i>TD</i>	<i>TP</i>	<i>Tutorat</i>	<i>Modalités d'évaluation :</i>
<p><b>Descriptif :</b></p> <p>Acquisition de compétences et de connaissances complémentaires à leur domaine de spécialisation, mobilité des élèves entre les écoles de LSIP, encourager l'interaction entre les étudiants en génie dans les écoles PSL</p> <p><b>Objectifs d'apprentissage :</b></p> <p>Pendant la semaine PSL, les étudiants suivent une semaine de cours à Chimie ParisTech ou dans un autre établissement PSL : ESPCI, la Femis ou Mines ParisTech. Cette semaine de cours est une semaine d'ouverture où les élèves ingénieurs peuvent étudier un domaine lié à la chimie, en sciences fondamentales ou appliquées, mais aussi en gestion de projets, tels que Médicaments et pathologies, Technologies et Innovation, Histoire des sciences, Design de produits innovants, La valeur de l'eau, Procédés et microfluidique.... La forme, le contenu et l'évaluation de chaque semaine dépendent de la semaine de cours choisie.</p> <p><a href="http://www.pslweek.fr/">http://www.pslweek.fr/</a></p>					

2A  
S4

## L'année de césure

Mots clés : semaine PSL

Responsable :

ECTS :

Cours

TD

TP

Tutorat

Modalités d'évaluation :

Un élève-ingénieur peut, à titre exceptionnel, être autorisé à interrompre ses études en effectuant une année complète de césure (soit deux semestres). Cette césure est effectuée sur la base du volontariat.

L'élève-ingénieur peut profiter de cette période pour faire un stage, ou du bénévolat, ou pour suivre une formation dans un autre domaine que la chimie.

L'année de césure peut être effectuée uniquement à la fin de la première ou à la fin de la deuxième année.

L'année de césure démarre en début d'année universitaire (septembre de l'année en cours).

La césure ne peut avoir lieu qu'une seule fois dans la scolarité.

A l'issue de l'année de césure, l'élève-ingénieur ré-intègre la scolarité normale.

La circulaire MENESR 2015-122 du 22 juillet 2015 définit les modalités d'application de la césure ainsi que les types de césure (Césure en milieu professionnel, autre formation, étudiant-entrepreneur) qui peuvent être effectuées.