

MASTER SCIENCES ET GÉNIE DES MATÉRIAUX

PARIS SCIENCES ET LETTRES

Parcours M2 - Procédés et Matériaux durables

OBJECTIFS

Le parcours **Procédés et Matériaux Durables** s'intéresse au choix et à l'élaboration de matériaux dans le cadre du développement durable. Il présente un panorama des techniques d'élaboration et de modification des matériaux depuis les plus anciennes (matériaux historiques du patrimoine) jusqu'aux plus modernes. Il analyse les contraintes liées aux ressources et aux substituts de composés polluants, à l'environnement, à la mise en forme technique mais aussi à l'acceptabilité sociale et à la nécessité d'une mise en forme esthétique et sensorielle afin de délivrer à l'étudiant des connaissances techniques multidisciplinaires nécessaires à la fabrication des matériaux de notre environnement familier. Il analyse le comportement des matériaux au long de leur cycle de vie, depuis leur écoconception, l'analyse de leur durabilité, à leur potentiel de recyclage.

DEBOUCHES

Le parcours est destiné à des étudiants intéressés par **l'ingénierie dans le domaine des matériaux**, qu'il s'agisse du développement de procédés, des analyses de cycle de vie ou des **métiers de l'environnement et de la qualité**. Mais il destine aussi bien à des domaines de recherche pluridisciplinaires dans la **chimie ou la physicochimie des matériaux ou des procédés verts**.

PROGRAMME

Premier semestre (de septembre à fin janvier, 30 ECTS)

- Matériaux du patrimoine : élaboration, évolution, conservation (5 ECTS)
- Choisir et imaginer les matériaux pour la ville durable (5 ECTS)
- Elaborer plus vert et économiser les ressources (5 ECTS)
- Durabilité et vieillissement des matériaux (5 ECTS)
- Eco-conception et recyclage (5 ECTS)
- Anglais (2 ECTS)
- Choix d'options : Semaine PSL (3 ECTS) ou Management (3 ECTS)

Second semestre (de février à fin Juin)

- Stage recherche 5 mois

MASTER SCIENCES ET GÉNIE DES MATÉRIAUX

PARIS SCIENCES ET LETTRES



UE PMD 3.1 : MATERIAUX DU PATRIMOINE : ELABORATION, EVOLUTION

Mots clés: Histoire des matériaux, altération, conservation, authentification, analyses non destructives

Enseignants : Isabelle Biron, Anne Bouquillon, David Bourgarit, Didier Gourier, Anne-Solenn Le Hô, Odile Majérus, Michel Menu, Anne Michelin, Richard Portier, Daniel Stoekl, Gilles Wallez

Coordinateur : odile.majerus@chimie-paristech.fr

Descriptif de l'UE

Cette UE apporte de la profondeur sur la question des matériaux utilisés comme supports matériels, en étudiant l'histoire de ces matériaux et leur relation avec l'histoire des sociétés humaines. A travers les problématiques d'altération et de conservation, elle permet d'envisager l'évolution de ces matériaux dans leur environnement sur le très long terme. Quatre grandes classes de matériaux sont abordées: les céramiques, les verres, les matériaux métalliques, et les matières organiques (cuirs, papiers, couches picturales, laques...). Un troisième volet porte sur l'analyse non destructive des œuvres et les moyens de leur authentification. L'ensemble de l'UE fournit de nombreux exemples artistiques, alliant performance des matériaux de structure, esthétisme et expressivité, qui peuvent être « inspirants » et favoriser la créativité.

Objectifs d'apprentissage

- Acquérir une culture des matériaux, se situer dans une histoire de plusieurs millénaires,
- Approfondir ses connaissances sur l'élaboration des matériaux, à travers l'histoire des procédés et des compositions,
- Prendre conscience que les matériaux du patrimoine fournissent des exemples réels de comportement à très long terme des matériaux,
- Se familiariser avec les méthodes d'analyse non-destructives
- Se familiariser avec les méthodes de datation

MASTER SCIENCES ET GÉNIE DES MATÉRIAUX

PARIS SCIENCES ET LETTRES

UE PMD 3.2 : CHOISIR ET IMAGINER LES MATERIAUX POUR LA VILLE DURABLE

Mots clés: Choix des matériaux, performance, relations composition-microstructure-propriétés, conception des matériaux

Enseignants: Daniel Caurant, Nicolas Lequeux, Alba Marcellan, Cécile Monteux, Richard Portier, Frédéric Prima, Philippe Vermaut

Coordinateur : frederic.prima@chimie-paristech.fr

Descriptif de l'UE

Cette UE est le cœur du métier de l'ingénieur chimiste en matériaux. Elle donne les outils pour mettre en face le besoin (la fonction et le cahier des charges) et les propriétés des matériaux, de façon à sélectionner le matériau le plus performant. La méthode de stratégie de choix des matériaux d'Ashby est exposée de façon théorique et à travers des études de cas. Les propriétés des matériaux dépendent de leur composition et liaisons chimiques, mais aussi dans une large mesure de leur microstructure. Les relations composition-microstructure-propriétés sont étudiées dans les grandes lignes et à travers des exemples pour les principaux matériaux de la ville : matériaux cimentaires, céramiques, verres et vitrocéramiques, alliages métalliques, polymères. Les matériaux composites et les matériaux architecturés (dont une dimension caractéristique est de l'ordre du mm) sont abordés en tant que matériaux capables d'associer des propriétés a priori peu compatibles, et dans l'idée d'entraîner l'étudiant à imaginer de nouvelles possibilités. Les exemples permettent d'évoquer aussi les fonctions environnementales des matériaux : allègement, isolation thermique en particulier.

Objectifs d'apprentissage

- Connaître et pratiquer la méthode d'Ashby de choix des matériaux
- Connaître les propriétés mécaniques et thermiques des grandes classes de matériaux : céramiques (dont ciments), verres et vitrocéramiques, matériaux métalliques, polymères.
- Connaître la définition et des exemples concrets de matériaux composites ou architecturés
- Prendre conscience des besoins en conception de nouveaux matériaux en particulier pour la ville durable

MASTER SCIENCES ET GÉNIE DES MATÉRIAUX

PARIS SCIENCES ET LETTRES



PMD3.3 ELABORER PLUS VERT ET ECONOMISER LES RESSOURCES

Mots clés : transferts thermiques, élaboration des matériaux de grande diffusion, économies de matière et économies d'énergie.

Enseignants : Philippe Barboux, Daniel Caurant, Jean-Baptiste d'Espinose

Coordinateur : philippe.barboux@chimie-paristech.fr

Descriptif de l'UE

Les matériaux de grande diffusion qui sont en général utilisés dans le génie civil et l'habitat sont les plus gros consommateurs d'énergie et les plus gros producteurs de gaz à effet de serre pendant leur production. Cette UE présente les principaux procédés industriels d'élaboration de ces matériaux (ciments, verres, céramiques, aciers) et les stratégies de réduction des consommations d'énergie/émissions de GES de ces procédés. Il faut également trouver des moyens d'économiser les ressources minérales et fossiles et l'énergie en proposant des matériaux alternatifs performants dont le bilan environnemental est favorable. Cet aspect est abordé à travers des exemples dans la recherche et l'industrie.

Objectifs d'apprentissage

- Consolider les notions de thermique : transferts thermiques, le thermique et les bâtiments, le thermique dans les procédés d'élaboration industriels.
- Connaître les grands procédés industriels d'élaboration des métaux, verres, vitrocéramiques, céramiques, et ciments/bétons,
- Connaître les principales stratégies d'économie d'énergie et d'émissions dans les procédés industriels.
- Développer une réflexion sur les stratégies d'économie de matière : valoriser les matières issues du recyclage. Economies de matière au niveau de la conception et de la fabrication. Substituer les matières coûteuses ou rares.

MASTER SCIENCES ET GÉNIE DES MATÉRIAUX

PARIS SCIENCES ET LETTRES



PMD3.4 DURABILITE ET VIEILLISSEMENT DES MATERIAUX

Mots clés : Réactivité des surfaces, corrosion, passivation, mécanismes de vieillissement, rupture et fiabilisation des matériaux fragiles, couches minces protectrices

Enseignants : Anouk Galtayries, Michel Boussuge, Cécilie Duhamel, Frédéric Rousseau, Polina Volovitch, Odile Majérus

Coordinateur : anouk.galtayries@chimie-paristech.fr

Descriptif de l'UE

La durée de vie des matériaux est limitée par leur réactivité avec l'environnement (altération, corrosion) et par les phénomènes de vieillissement sous sollicitation. Les surfaces et interfaces jouent un rôle important dans la réactivité des matériaux. Il est nécessaire de les étudier depuis les étapes initiales de réaction de la surface à l'échelle atomique et nanométrique, jusqu'aux manifestations de la corrosion/altération à l'échelle micrométrique, afin de comprendre l'évolution chimique du matériau et trouver des voies de contrôle ou de passivation. Les phénomènes de vieillissement sous contrainte et de rupture impliquent tout le matériau, surface et volume, et se situent principalement à l'échelle de la microstructure. Ils sont abordés pour les matériaux métalliques et pour les matériaux fragiles, qui ont chacun leurs spécificités. Le prolongement de la durée de vie des matériaux passe dans certains cas par des stratégies actives de dépôt de couches protectrices, telles les barrières thermiques ou les peintures anti-corrosion. Le choix et l'élaboration de ces couches est présenté.

Objectifs d'apprentissage

- Identifier et discuter qualitativement la réactivité d'une surface de nature connue
- Connaître les problématiques de vieillissement par fatigue, fracture ou corrosion
- Connaître les stratégies de prolongement de la durée de vie adaptées aux classes de matériaux et à leur utilisation.

MASTER SCIENCES ET GÉNIE DES MATÉRIAUX

P A R I S S C I E N C E S E T L E T T R E S

ECO3.4 DE L'ECOCONCEPTION AU RECYCLAGE

Mots clés: économie circulaire, analyse du cycle de vie, éco-conception, recyclage

Enseignants : Anne Varenne, Isabelle Mabile, Odile Majérus, Michel Minier, Frédéric Prima

Coordinateur : Anne.varenne@chimie-paristech.fr

Descriptif de l'UE

L'enseignement est un continuum entre des cours, des séminaires (acteurs du monde professionnel de l'éco-conception, du recyclage, de l'économie circulaire), une participation active des étudiants autour d'un projet et une restitution de l'acquisition des compétences sous forme de présentations. Le travail sous forme de projet aura pour point de départ un produit. Une réflexion des aspects amont et aval de ce produit amènera le groupe à une description du cycle de vie de ce composé ainsi qu'à une perspective d'éco-conception et/ou de recyclage. L'objectif de cette formation est d'approfondir les notions par la critique et la construction d'une réflexion approfondie et globale de l'éco-conception, de la gestion des déchets, du recyclage et de l'économie circulaire de façon plus globale.

Objectifs d'apprentissage

Fournir les principales clés pour aborder l'éco-conception et le recyclage, par une vision scientifique, technique, économique et sociétale, afin que les futurs ingénieurs chimistes deviennent des acteurs de l'innovation qui est un challenge dans ce domaine. L'approche de travail en format projet donnera lieu à une réflexion critique de l'existant afin de déceler des voies innovantes qu'il faudrait approfondir.

MASTER SCIENCES ET GÉNIE DES MATÉRIAUX

PARIS SCIENCES ET LETTRES

UE.3.PSL (OPTIONNEL) SEMAINE D'ÉCHANGE PSL- PSL Week

Mots clés : voir <http://www.pslweek.fr/>

Enseignants : Chimie ParisTech, ESPCI, Mines ParisTech, Femis

Coordinateur : Sophie.griveau@chimie-paristech.fr

Descriptif de l'UE

Pendant la semaine PSL, les élèves suivent une semaine de cours à Chimie ParisTech ou dans un autre établissement de PSL : ESPCI Paris, la Femis ou Mines Paristech. Cette semaine de cours est une semaine d'ouverture où les élèves ingénieurs peuvent étudier un domaine connexe à celui de la chimie, en sciences fondamentales ou appliquées, mais aussi en management de projet, comme par exemple Médicaments et pathologies, Technologies et Innovation, Histoire des sciences, Conception 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.

Objectifs

- acquisition de compétences et connaissances complémentaires à leur champ de spécialité
- mobilité des élèves entre les établissements de PSL
- favoriser les interactions entre les élèves ingénieurs des établissements de PSL

MASTER SCIENCES ET GÉNIE DES MATÉRIAUX

PARIS SCIENCES ET LETTRES

MSES.MEG.3 (OPTIONNEL) MANAGEMENT ECONOMIE GESTION

Mots clés : économie internationale, marketing, finance d'entreprise, finance de marché, contrôle de gestion

Enseignants : Delphine Bourland, Catherine Dumont, Patrick Pichant, Gabriel Tissot

Coordinateur : delphine.bourland@chimie-paristech.fr

Descriptif de l'UE

Cet enseignement aborde les principaux concepts, utiles à un ingénieur pour son intégration dans un contexte professionnel et l'exercice de ses fonctions, d'économie internationale et d'une option de gestion au choix : finance ou marketing ou contrôle de gestion.

Thématiques d'économie internationale (12h de cours)

- Un marché mondial
- Flux monétaires et financiers internationaux
- Economie de la connaissance et de l'environnement
- Etats Nations et régulation de l'économie dans un monde globalisé

Thématiques de finance (option 1 – 12h de cours)

- Comprendre la finance – entreprise, marché, investissement, financement, actualisation
- Finance d'entreprise - analyse financière et diagnostic, rentabilité, solvabilité
- Finance de marché - acteurs, décisions, techniques (arbitrage, couverture des risques), analyses de crises financières

Thématiques de marketing (option 2 – 12h de cours)

- Comprendre le marketing - valeur, satisfaction, interactivité avec les clients
- Marketing industriel et marketing des services – spécificités
- Analyser un marché
- Elaborer et mettre en œuvre une stratégie marketing

Thématiques de contrôle de gestion (option 3 – 12h de cours)

- Comprendre le contrôle de gestion – aide à la décision, performance, principes
- Méthodes de calculs de coûts – complets, partiels, seuil de rentabilité
- Contrôle des coûts de production et des projets – contrôle budgétaire

Objectifs d'apprentissage

- Economie internationale
 - Acquérir des bases de compréhension en économie internationale pour être capable de décrypter l'environnement économique mondialisé de l'entreprise dans lequel les étudiants seront amenés à évoluer professionnellement.
 - Communiquer avec des interlocuteurs non scientifiques sur des sujets économiques
- Options : Finance ou marketing ou contrôle de gestion
 - Comprendre le vocabulaire et les concepts
 - Appréhender les enjeux et pouvoir dialoguer avec un responsable financier, un responsable marketing ou un contrôleur de gestion
 - Décrypter, analyser et mettre en œuvre des solutions propres à chacune de ces disciplines

MASTER SCIENCES ET GÉNIE DES MATÉRIAUX

PARIS SCIENCES ET LETTRES

Cours :

Les cours sont localisés à l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Paris, Chimie Paristech



Renseignements/inscriptions pédagogiques :

odile.majerus@chimie-paristech.fr

Pour candidater

<https://www.univ-psl.fr/fr/master-sciences-et-genie-des-materiaux>