

## MAT5 - MATERIAUX 5eme ANNEE

### Semestre 9

<b>KAX9U001 - UE1 : TRONC COMMUN 3</b>				<b>4</b>
	KAX9CETC	RESPONSABILITE ET CARRIERE DE L'INGENIEUR	CC	0.50
	KAX9ANTC	ANGLAIS TC	CC	0.50
<b>KAMA9U02 - UE2: PROCEDES INDUSTRIELS</b>				<b>5</b>
	KAMA9M03	TRAITEMENT DES MATERIAUX PAR PLASMA	EXAM	0.50
	KAMA9M04	ELABORATION DES MATERIAUX PAR PLASMA	RENDU	0.20
	KAMA9M05	TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES	CC+EXAM+QUIT	0.30
	KAMA9M06	MISE EN OEUVRE DES POLYMERES	QUIT	0.00
<b>KAMA9U03 - UE3: DEVELOPPEMENT DURABLE: VIEILLISSEMENT, DURABILITE, ECOCONCEPTION</b>				<b>5</b>
	KAMA9M07	STATISTIQUES - FIABILITE	EXAM	0.40
	KAMA9M08	ECOCONCEPTION	QUIT	0.00
	KAMA9M09	VIEILLISSEMENT CHIMIQUE DES POLYMERES	EXAM	0.30
	KAMA9M11	DURABILITE MECANIQUE DES MATERIAUX METALLIQUES: FATIGUE, FLU	EXAM	0.30
<b>KAMA9U04 - UE4: METIERS DE L'INGENIEUR - QUALITE -SECURITE - MANAGEMENT - INNOVAT</b>				<b>4</b>
	KAMA9M12	QUALITE	EXAM	0.30
	KAMA9M13	SECURITE / PREVENTION DES RISQUES ET TOXICOLOGIE	EXAM	0.30
	KAMA9M14	MANAGEMENT + TPM	CC	0.20
	KAMA9M15	CONDUITE DE PROJET, INNOVATION	CC	0.20
<b>KAMA9U05 - UE5 : INGENIERIE DES MICRO ET NANO TECHNOLOGIES</b>				<b>4</b>
	KAMA9M26	EPITAXIE POUR LES MICRO ET NANO TECHNOLOGIES	EXAM	0.60
	KAMA9M27	PROCEDES DE MICRO ET NANO FABRICATION	QUIT	0.00
	KAMA9M28	ELABORATION DES MATERIAUX EN SALLE BLANCHE	RENDU	0.40
	KAMA9M18	EXPERTISES INDUSTRIELLES	QUIT	0.00
<b>KAMA9U06 - UE6 : MATERIAUX POUR LE TRANSPORT ET L'HABITAT</b>				<b>4</b>
	KAMA9M19	MATERIAUX POUR L'ENERGIE	CC	0.20
	KAMA9M20	MATERIAUX POUR LE TRANSPORT	EXAM	0.40
	KAMA9M21	MATERIAUX POUR LE BATIMENT	QUIT	0.00
	KAMA9M22	SEM (SELECTION DES MATERIAUX)	CC	0.40
<b>KAMA9U07 - UE7 : MATERIAUX COMPOSITES ET BIOMATERIAUX</b>				<b>4</b>
	KAMA9M23	MATERIAUX COMPOSITES	EXAM	0.40
	KAMA9M24	BIOMATERIAUX	SOUT	0.6

### Semestre 10

<b>KAMAXT01 - UE1 : STAGE DE FIN S'ETUDE</b>				<b>20</b>
	KAMAXM01	STAGE	RAP+SOUT	1.00
<b>KAMAXU02 - UE2 : PROJET INDUSTRIEL ET MODULES OPTIONNELS</b>				<b>10</b>
	KAMAXM02	PROJET TECHNOLOGIQUE	RAP+SOUT	1.00

**Glossaire des modes de contrôle :**

APP: Apprentissage par projet - CC : Controle continu - EXAM : Examen - IUT : MCCC IUT - MES : Mise en Situation - NOTE : Note entreprise - ORAL : Présentation orale  
 PORT: Evaluation du portefeuille - PROJ: projet - QUIT : Quitus - RAP : Rapport - RENDU : Rapport ou TP - SOUT : Soutenance - VIDEO : Vidéo

## KAX9ANTC - ANGLAIS TC

### Objectifs

Selon Option

### Intended learning outcomes

According to each option

### Pré-requis

Niveau B2

Connaissance du programme de 2<sup>ème</sup> année

### Prerequisites

B2 Level

4th year course

test

### Plan du cours

Differentes options sont proposées en anglais en Tronc Commun :

Préparation au TOEIC ou au BULATS

English for Today's World : l'anglais de l'actualité

America On Screen : étude de la société américaine à travers des films contemporains

International Business

Proficiency English : étude de la langue niveau avancé

## KAX9CETC - RESPONSABILITE ET CARRIERE DE L'INGENIEUR

### Objectifs

Se spécialiser en Economie des transitions, en Entrepreneuriat ou en Management d'équipe et relationnel pour préparer son insertion professionnelle

### Intended learning outcomes

Specialise in Transitional Economics, Entrepreneurship or Team and Relationship Management to prepare for professional integration

### Pré-requis

Modules de tronc commun du semestre 7

### Prerequisites

Transverse courses of semester 7

## KAMA9M03 - TRAITEMENT DES MATERIAUX PAR PLASMA

### Objectifs

Les exemples d'utilisation des plasmas froids dans l'industrie sont nombreux. Aussi, l'objectif de ce cours est double : d'une part faire comprendre ce qu'est un plasma et d'autre part apprendre à utiliser voire à améliorer un procédé plasma industriel. Pour cela, nous définirons les principales notions intervenant en physique des plasmas, puis nous présenterons les différents types de réacteurs utilisés dans l'industrie ou la recherche. Enfin, suite à l'étude de l'interaction plasma/surface, nous donnerons des exemples de procédés assistés par plasma.

### Intended learning outcomes

With this lecture cold plasmas used in industry will be presented from definition to application: material processing, surface cleaning, light emission, medical...

### Pré-requis

Connaissances en : électrostatique, électromagnétisme, physique et chimie du solide, physique statistique

### Prerequisites

Basics in electrostatics, wave propagation, solid physics and statistical physics

### Plan du cours

1 Définition des plasmas

1.1 Principales grandeurs d'un plasma

1.2 Les différents plasmas

1.3 Phénomènes de transport des espèces dans un plasma confiné dans une enceinte

1.4 Rappel sur les sections efficaces de collision

2 Les sources plasmas

2.1 Décharges continues

2.2 Décharges RF capacitives et inductives

2.3 Décharges microondes

3 Exemples d'applications

3.1 Plasmas pour la dépollution

3.2 Ecrans plats

3.3 Stérilisation plasma

3.4 Traitement de polymères

3.5 Traitement de textiles

4 Interaction Plasma/surface

4.1 Mécanismes réactionnels

4.2 Procédés de dépôt 1 : PVD – application au revêtement (intervention d'un industriel)

4.3 Procédés de dépôt 2 : PECVD

4.4 Gravure plasma – application à la microélectronique (intervention d'un industriel)

5 Quelques techniques de caractérisation des plasmas

5.1 La

spectroscopie d'émission optique

- 5.2 La sonde de Langmuir
- 5.3 La spectrométrie de masse

RQ: Chaque année 2 à 3 intervenants du monde industriel viennent illustrer ce cours. Exemple 2013/2014 : Un intervenant de l'IFTH pour illustrer le traitement des textiles par plasma (2h) et un intervenant la société STMicroelectronics pour illustrer le choix d'un équipement de gravure plasma 300 mm (3h).

### Course content

1. Cold plasma definitions
2. Cold plasma discharges and ignition
3. Deposition
4. Etching
5. Other applications like medical or light emission

### Bibliographie

Bibliographie de référence :

Cold Plasmas in Materials Fabrication, Alfred Grill, IEE Press (1993), Principles of plasma discharges and materials processing, M. A. , Lieberman and A. J. Lichtenberg, John Wiley&Sons, Inc. (1994), Industrial plasma engineering, J. Reece Roth, IOP Publishing (1995)

### Course literature

Cold Plasmas in Materials Fabrication, Alfred Grill, IEE Press (1993), Principles of plasma discharges and materials processing, M. A. , Lieberman and A. J. Lichtenberg, John Wiley&Sons, Inc. (1994), Industrial plasma engineering, J. Reece Roth, IOP Publishing (1995)

## KAMA9M04 - ELABORATION DES MATERIAUX PAR PLASMA

### Objectifs

Objectifs :

Ces travaux pratiques effectués en Salle Blanche servent à illustrer les cours de Traitement et élaboration des Matériaux par Plasma (TP Plasma) et les cours de semi-conducteurs et des technologies couches minces associées (TP Salle Blanche).

Le TP Salle Blanche sert à mettre en pratique les principaux procédés technologiques mises en œuvre dans la fabrication des circuits intégrés en technologie silicium; à sensibiliser les étudiants aux contraintes techniques imposées par l'environnement spécial de la salle blanche. Dans ce cadre les étudiants auront à élaborer entièrement un dispositif intégré simple : le condensateur MOS (Métal-Oxide-Semiconducteur). Puis, ils aborderont les techniques de tests électriques des composants intégrés. ces TPs sont effectués au CIME MINATEC

Les TP plasmas, illustrent le cours traitement et élaboration des plasmas. Ils se font dans la salle blanche du CEA/LETI sur les réacteurs plasmas industriels 200 et 300 mm du LTM (Laboratoire des technologies de la Microélectronique).

### Pré-requis

Cours de traitement et élaboration des matériaux par plasmas.  
Physique des semi-conducteurs et des dispositifs électroniques  
Technologie de la microélectronique

### Plan du cours

TP Salle Blanche :

- 1 Séance d'introduction
  - 1.1 Les étapes de fabrication du dispositif intégré
  - 1.2 Principe d'une mesure électrique : caractéristique capacité-tension
  - 1.3 Le management comme système
  - 1.4 Caractéristiques du management
  - 1.5 Importance du management
  - 1.6 Exigences du management, rôles et portraits de managers
- 2 Elaboration d'une capacité MOS en salle blanche
  - 2.1 Oxydation thermique (oxyde)
  - 2.2 Pulvérisation cathodique (aluminium)
  - 2.3 Gravure plasma
  - 2.4 Photolithographie
- 3 Caractérisation électrique
  - 3.1 Densité de charges parasites
  - 3.2 Tension de seuil
    - 3.3 Résistivité

TP Plasma :

Chaque TP début par un rappel concernant le TP et ses objectifs (Ex TP gravure plasma : principe de la gravure, les différents réacteurs, les outils de contrôle de fin de gravure....)

Puis les étudiants vont en salle blanche faire leur expérience sur le réacteur industriel (Ex TP gravure plasma : manip sur un réacteur industriel d'Applied Materials, source inductive de type ICP avec la gravure d'un empilement poly Si /SiO2 et le suivi par OES et par ellipsométrie ou interférométrie de la gravure).

Rédaction du compte rendu et débriefing à l'afin de la séance.

## KAMA9M05 - TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES

### Objectifs

Le but de ce cours est d'approfondir certaines technologies industrielles de mise en forme des matériaux et/ou de modifications des matériaux.

Ce module est donc principalement assuré par des intervenants du monde industriel

## Intended learning outcomes

The aim of this course is to deepen certain industrial technologies for material shaping and/or material modification.  
This module is therefore mainly provided by stakeholders from the industrial world

## Pré-requis

Physico-chimie des matériaux  
Physique des plasmas  
Polymères

## Prerequisites

Physico-chemistry of materials  
Plasma physics  
Polymers

## Plan du cours

Cinq procédés sont plus particulièrement illustrés dans ce cours :

- Les technologies de soudage et de brasage par un intervenant de la société General Electric (David Ruynat). Un TP de soudage de 4h est par la suite proposé par un enseignant de chaudronnerie du Lycée Pablo Neruda (Florent Rocher).

- Les technologies de fabrication additive (impression 3D) sont présentées par un enseignant chercheur de Polytech (Guilhem Martin)

- Les technologies de traitement de surface, par un intervenant de la société NEXTER-GROUPE (Clément Duchasseint)

Objectif : Présenter une vue générale des principaux traitements de Surface utilisés dans le monde industriel classique (Présentation de plus de 30 TRS). (L'objectif est de connaître les principes de chaque TRS)

- o Généralités (importance et raison d'être du TRS)
- o Revêtements par voie humide et voie sèche
- o Traitement de Conversion (Electrolytique et chimique)
- o Traitement de Transformation structural (mécanique et Thermique)
- o Traitement Thermochimique
- o Utilisation des TRS
- o Conclusions (choix d'un TRS)

- Les technologies MIM et de Thixoformage par un intervenant de la société ROLEX (Bruno Lisiecki)

- Les procédés pour l'emballage par un intervenant de la société TETRAPAK (Pierre Fayet).

Plan du cours :

- 1 Introduction avec la participation active des étudiants en les faisant réfléchir aux fonctions de l'emballage
- 2 Les solutions générales actuelles
- 3 L'emballage TETRA PAK: des matières premières aux machines de remplissage
- 4 Matériaux barrières avec la participation des étudiants
- 5 Les dépôts sous vide sur films polymères: comparaison évaporation-PECVD pour AlOx, SiOx
- 6 La PECVD: comment ça marche, analyse de la phase gazeuse et dépôts
- 7 Croissances des couches barrières et propriétés mécaniques
- 8 Environnement, bio-polymères, etc.
- 9 Applications

## Course content

Five processes are particularly illustrated in this course:

- Welding and brazing technologies by an industrial partner from General Electric (David Ruynat). A 4-hour welding session is then proposed by a teacher from the Pablo Neruda High School (Florent Rocher).

- The additive manufacturing technologies (3D printing) are presented by an Associate Professor from Polytech (Guilhem Martin)

- Surface treatment technologies, by an industrial partner lec from the company NEXTER-GROUPE (Clément Duchasseint)

Objective: To present an overview of the main surface treatments used in the traditional industrial world (Presentation of more than 30 TRS). (The objective is to know the principles of each TRS)

- o General (importance and purpose of the SRT)
- o Wet and dry coatings
- o Conversion Processing (Electrolytic and Chemical)
- o Structural Transformation Treatment (mechanical and Thermal)

o Thermochemical treatment

o Use of SRTs

o Conclusions (choice of a TRS)

- MIM and Thixoforming technologies by an industrial partner from ROLEX (Bruno Lisiecki)

- Packaging processes by an industrial partner from TETRAPAK (Pierre Fayet).

Course outline :

1 Introduction with the active participation of students by making them think about the functions of packaging

2 Current general solutions

3 TETRA PAK packaging: from raw materials to filling machines

4 Barrier materials with student participation

5 Vacuum deposition on polymer films: evaporation-PECVD comparison for AlOx, SiOx

6 PECVD: how it works, analysis of the gas phase and deposits

7 Growth of barrier layers and mechanical properties

8 Environment, bio-polymers, etc.

9 Applications

## KAMA9M06 - MISE EN OEUVRE DES POLYMERES

### Objectifs

Initier l'étudiant à la mise en œuvre de polymère et à l'utilisation de machines industrielles d'extrusion, d'injection et de soufflage

### Intended learning outcomes

Introduce the student to the use of polymer and the use of industrial extrusion, injection and blowing machines

### Pré-requis

Cours polymères d'années 3 et 4, RDM et propriétés physiques des matériaux

### Prerequisites

Polymer courses of years 3 and 4, RDM and physical properties of materials

### Plan du cours

1 Les techniques de transformation des matériaux polymères

1.1 Aspects théoriques

1.2 Les problèmes de mise en oeuvre dans l'industrie des câbles

1.3 La cristallisation des polymères

2 Projets encadrés : mise en oeuvre sur machines industrielles

2.1 Extrusion

2.2 Injection

2.3 Soufflage

3 Formulation des polymères et des systèmes réactifs

2.1 Relations structures/propriétés en fonction de la formulation et du procédé de mise en oeuvre

2.2 Formulation des plastiques pour des applications électriques

2.3 Recyclage des polymères : impact de la formulation

2.4 Mécanisme et cinétique de polymérisation, transitions et diagrammes de phases, Chimie et

thermodynamique des mélanges

RQ : Ce cours est effectué par un intervenant industriel de la société Valéo (Agnès Plain) et les TP de mise en oeuvre sont effectués sur les machines industrielles du Lycée VAUCANSON (Stéphane Pain).

La visite de l'usine ARaymond de Saint Egrève fait aussi partie de ce cours.

### Course content

1 Processing techniques for polymer materials

1.1 Theoretical aspects

1.2 Implementation problems in the cable industry

1.3 Crystallization of polymers

2 Supervised projects: implementation on industrial machines

2.1 Extrusion

2.2 Injection

2.3 Blowing

3 Formulation of polymers and reactive systems

2.1 Structure/property relationships according to the formulation and implementation process

2.2 Formulation of plastics for electrical applications

2.3 Polymer recycling: impact of the formulation

2.4 Polymerization mechanism and kinetics, transitions and phase diagrams, Chemistry and

thermodynamics of mixtures

RQ: This course is carried out by an industrial partner from Valéo (Agnès Plain) and the implementation TP's are carried out on the industrial machines of the Lycée VAUCANSON (Stephane Pain)

The visit of the ARaymond industrial plant at Saint Egreve is also part of this class.

## KAMA9M07 - STATISTIQUES - FIABILITE

## KAMA9M08 - ECOCONCEPTION

### Objectifs

Ecoconception :

une vision prospective concernant les enjeux de demain (socioéconomique, sociétaux) issue du « Global innovation Index » ? Worldwide- est abordée dans la partie « écoconception ». Grâce aux investigations des étudiants sur l'état de la planète et grâce à leur réflexion, cette partie révélera un champ infini de possibilité qui s'ouvre à eux ; un champ infini requérant à la fois des solutions innovantes (réponses à de réels besoins) en matériaux et une démarche entrepreneuriale, ou intrapreneuriale.

Toxicologie :

La toxicologie, science des poisons, étudie les effets nocifs des substances chimiques sur les organismes vivants. L'objectif de ce cours est de sensibiliser les étudiants à la toxicologie, et ainsi aux risques encourus lorsqu'ils utilisent des solvants, des nano particules (nanotubes,...). A titre d'exemple quelles sont les précautions à prendre lorsqu'on manipule des nanotubes de carbone (élaboration mais aussi emballage des nanotubes).

### Intended learning outcomes

Ecodesign :

a prospective vision concerning the challenges of tomorrow (socio-economic, societal) resulting from the "Global Innovation Index" - Worldwide- is discussed in the "eco-design" section. Thanks to the students' investigations on the state of the planet and thanks to their reflection, this part will reveal an infinite field of possibility that opens up to them; an infinite field requiring both innovative solutions (responses to real needs) in materials and an entrepreneurial or intrapreneurial approach.

Toxicology:

Toxicology, the science of poisons, studies the harmful effects of chemicals on living organisms. The objective of this course is to raise students' awareness of toxicology, and thus of the risks incurred when using solvents, nanoparticles (nanotubes,...). For example, what precautions should be taken when handling carbon nanotubes (preparation but also packaging of the nanotubes).

### Pré-requis

Cours de polymère

Physico-chimie des matériaux

### Prerequisites

Polymer course

Physico-chemistry of materials

### Plan du cours

Ecoconception :

Intervenant : Céline ROCHE ROUSSEL. Professeur à GEM en Stratégie, Management de l'innovation, Ecoconception, Gestion de projet, Supply Chain, Achat ; Mentor en mission d'entreprise (TechBiz, Développement de Prestation de service), Tuteur en mission d'entreprise (BigData) ; Professeur à UGA Polytechniques /GEM en Management de l'innovation pour le parcours commun TechBiz (étudiants GEM/UGA).

? Investigation des étudiants sur l'état de la planète en évitant les grands classiques CO2, Déforestation, pollution ect? (Orientation vers de nouvelles pollutions émergentes comme numériques, satellites, datacenter ect??)

? Réflexions sur : Une stratégie / un Business Modèle à forte valeur ajoutée contenu du constat accablant de la planète

? Cours sur : Ecoconception/RSE/Eco innovation/ Cycle de vie/ économie circulaire/ACV/ emprunte eco/ Energie grise / Business modèle du recyclage

? Mise en application avec le jeu Stratégique/Entreprise BeTo Green.

Toxicologie :

Intervenants : Pierre Bardolet (Schneider Electric) Patrick Moireau (Owens Corning)

Plan du cours de Toxicologie :

1 Introduction, définitions

2 Phénomènes d'absorption, de distribution et d'excrétion

3 Les biotransformateurs

4 L'ingénieur matériau face aux risques

4.1 produits chimiques

4.2 nano particules et nanotubes

### Course content

Ecodesign :

Speaker : Céline ROCHE ROUSSEL. Professor at GEM in Strategy, Innovation Management, Ecodesign, Project Management, Supply Chain, Purchasing; Mentor in corporate mission (TechBiz, Development of Service Delivery), Tutor in corporate mission (BigData); Professor at UGA Polytechnics/GEM in Innovation Management for the TechBiz joint course (GEM/UGA students).

- Investigation of students on the state of the planet avoiding the great classics CO2, Deforestation, pollution, etc. (Orientation towards new emerging and digital pollution, satellites, datacenter, etc.)

- Reflections on: A strategy / a Business A high value-added model contained in the overwhelming observation of the planet

- Courses on: Ecodesign/RSE/Eco innovation/ Life cycle/ Circular economy/ LCA/ Borrowing eco/ Grey energy/ Recycling business model

- Implementation with the Strategic/Company game BeTo Green.

Toxicology:

Speakers : Pierre Bardolet (Schneider Electric) Patrick Moireau (Owens Corning)

Toxicology course outline:

1 Introduction, definitions

2 Phenomena of absorption, distribution and excretion

3 Biotransformers

4 Material engineer in the face of risks

4.1 chemicals

4.2 nanoparticles and nanotubes

## KAMA9M09 - VIEILLISSEMENT CHIMIQUE DES POLYMERES

### Objectifs

Ce cours a donc pour objectif de définir les différents types de vieillissement des matériaux organiques, les modes de stabilisation et d'aborder le problème du recyclage des polymères.

### Intended learning outcomes

The objective of this course is to define the different types of ageing of organic materials, stabilisation methods and to address the problem of polymer recycling.

### Pré-requis

Enseignements de polymères de troisième et quatrième années

### Prerequisites

Third and fourth year polymer teaching

### Plan du cours

1ère partie: vieillissement des matériaux polymères

1 - Position du problème

2 - Les différents facteurs d'agression

3 - Stabilisation des polymères

4 - Méthodes d'étude du vieillissement des matériaux polymères

2ème partie: Recyclage des matériaux polymères

1 - Introduction

2 - Recyclage chimique

3 - Valorisation matière première

4 - Incinération

5 - Biodégradation

### Course content

Part 1: Ageing of polymer materials

1 - Introduction

2 - The different aggression factors

3 - Polymer stabilization

4 - Methods for studying the ageing of polymer materials

Part 2: Recycling of polymer materials

1 - Introduction

2 - Chemical recycling

3 - recycling as raw material

4 - Incineration

5 - Biodegradation

### Bibliographie

TechTendances, « Vieillissement et durabilité des polymères à usage industriel, plastiques, élastomères et leurs composites », Innovation128, Paris 2001

J. VERDU, " Le vieillissement des Plastiques ", AFNOR Technique, Eyrolles Ed., Paris, 1984

L.C.E. Struick, " Physical ageing in amorphous polymer and other materials ", Elsevier, Amsterdam 1978

N.S. Allen, "Degradation and stabilization of polyolefins", Applied Science Publishers, London (1983)

G. Scott, "Developments in Polymer stabilization", vol. 1-8, Elsevier, Applied Science, London, (1977-87)

G. Scott, " Atmospheric oxidation and antioxidants", vol.1-3, Elsevier,

Amsterdam (1993)

G. Scott, "Mechanisms of polymer degradation and stabilization", Elsevier Applied Science, London (1990)

J.F. Rabek, "Photostabilization of polymers", Elsevier Applied Science, London (1990)

S.H. Hamid, M.B. Amin, A.G. Maadhah, "Handbook of polymer degradation", Drekker, New York (1992)

N.S. Allen, J.F. Rabek, "New trends in photochemistry of polymers", Elsevier Applied Science Publishers, London (1985)

J. Guillet, "Polymer photophysics and photochemistry", Cambridge University

Press, Cambridge (1985)

B. Ranby, J. F. Rabek, "Photodegradation, photo-oxidation and photostabilization of polymers", Wiley, London (1975)

R.T. Conley Ed., "Thermal stability of polymers", Drekker, New York (1970)

N. Grassie, "Chemistry of high polymer degradation processes", Butterworths, London (1956)

S.L. Madorsky. "Thermal degradation of organic polymers", Interscience, New York (1964)

Handbook of Biodegradable Polymers edited by Abraham J. Domb, Joseph Kost, David Wiseman 1997

Biodegradability Prediction edited by Willie J. G. M. Peijnenburg, Jiří Damborský 1996

? bibliographie non exhaustive!!

### Course literature

TechTendances, « Vieillissement et durabilité des polymères à usage industriel, plastiques, élastomères et leurs composites », Innovation128, Paris 2001

J. VERDU, " Le vieillissement des Plastiques ", AFNOR Technique, Eyrolles Ed., Paris, 1984

L.C.E. Struick, " Physical ageing in amorphous polymer and other materials ", Elsevier, Amsterdam 1978

N.S. Allen, "Degradation and stabilization of polyolefins", Applied Science Publishers, London (1983)

G. Scott, "Developments in Polymer stabilization", vol. 1-8, Elsevier, Applied Science, London, (1977-87)

G. Scott, "Atmospheric oxidation and antioxidants", vol.1-3, Elsevier, Amsterdam (1993)

G. Scott, "Mechanisms of polymer degradation and stabilization", Elsevier Applied Science, London (1990)

J.F. Rabek, "Photostabilization of polymers", Elsevier Applied Science, London (1990)

S.H. Hamid, M.B. Amin, A.G. Maadhah, "Handbook of polymer degradation", Drekker, New York (1992)

N.S. Allen, J.F. Rabek, "New trends in photochemistry of polymers", Elsevier Applied Science Publishers, London (1985)

J. Guillet, "Polymer photophysics and photochemistry", Cambridge University Press, Cambridge (1985)

B. Ranby, J. F. Rabek, "Photodegradation, photo-oxidation and photostabilization of polymers", Wiley, London (1975)

R.T. Conley Ed., "Thermal stability of polymers", Drekker, New York (1970)

N. Grassie, "Chemistry of high polymer degradation processes", Butterworths, London (1956)

S.L. Madorsky. "Thermal degradation of organic polymers", Interscience, New York (1964)

Handbook of Biodegradable Polymers edited by Abraham J. Domb, Joseph Kost, David Wiseman 1997

Biodegradability Prediction edited by Willie J. G. M. Peijnenburg, J. Damborski 1996

? bibliographie non exhaustive!!

## KAMA9M10 - VIEILLISSEMENT ET CORROSION DES MATERIAUX INORGANIKES

### Objectifs

Les phénomènes de corrosion des métaux et alliages à hautes températures sont abordés sur le plan thermodynamique et cinétique en mettant l'accent tout à la fois sur les techniques expérimentales d'étude, sur les mécanismes de corrosion et sur les méthodes de protection

### Intended learning outcomes

Corrosion phenomena of metals and alloys at high temperatures are addressed thermodynamically and kinetically, with emphasis on experimental study techniques, corrosion mechanisms and protection methods

### Pré-requis

Cours d'électrochimie, de thermodynamique et de physique du solide de 3ème et 4ème années

### Prerequisites

Electrochemistry, thermodynamics and solid-state physics courses in 3rd and 4th years

### Plan du cours

- 1 Introduction
- 2 Aspects expérimentaux de la corrosion sèche
  - 2.1 Importance pratique de la corrosion hautes températures
  - 2.2 techniques expérimentales d'étude
  - 2.3 Protection contre la corrosion
  - 2.4 Lois phénoménologiques
- 3 Structure des couches formées
  - 3.1 Défauts macroscopiques
  - 3.2 Défauts microscopiques
    - Diffusion, migration dans les solides.
- 4 Aspect cinétique de la corrosion sèche : Formation des couches compactes, régime diffusif, théorie de Wagner.

### Course content

1. Introduction
- 2 Experimental aspects of dry corrosion
  - 2.1 Practical importance of high temperature corrosion
  - 2.2 experimental study techniques
  - 2.3 Protection against corrosion
  - 2.4 Phenomenological laws
- 3 Structure of formed layers
  - 3.1 Macroscopic defects
  - 3.2 Microscopic defects
    - Diffusion, migration in solids.
- 4 Kinetic aspect of dry corrosion: Formation of compact layers, diffusional regime, Wagner theory.

### Bibliographie

Les mécanismes de la corrosion sèche : une approche cinétique, P. Sarrazin, A. Galerie et J. Fouletier, EDP Sciences, Les Ulis, 2000.

High Temperature Corrosion, P. Kofstad, Elsevier Applied Science, London, 1988.

Introduction to High Temperature Oxidation of Metals, N. Birks and G.H. Meier, Edward Arnold, London, 1993.

Introduction to High Temperature Oxidation and Corrosion, A.S. Khanna, ASM International

L. ANTONI et A. GALERIE, Techniques de l'ingénierie

### Course literature

Les mécanismes de la corrosion sèche : une approche cinétique, P. Sarrazin, A. Galerie et J. Fouletier, EDP Sciences, Les Ulis, 2000.

High Temperature Corrosion, P. Kofstad, Elsevier Applied Science, London, 1988.

Introduction to High Temperature Oxidation of Metals, N. Birks and G.H. Meier, Edward Arnold, London, 1993.



## KAMA9M11 - DURABILITE MECANIQUE DES MATERIAUX METALLIQUES: FATIGUE, FLU

### Objectifs

Connaître et maîtriser les mécanismes gouvernant la durée de vie et la rupture des matériaux inorganiques en sollicitation extrêmes ou complexes.

### Intended learning outcomes

Understanding the mechanisms responsible for the creep and fatigue life of inorganic materials under severe conditions.

### Pré-requis

- KAMA6M13: Métallurgie
- KAMA7M06: Métallurgie Mécanique

### Prerequisites

- KAMA6M13: Physical Metallurgy
- KAMA7M06: Mechanical Metallurgy

### Plan du cours

#### 1 Fatigue des Métaux & alliages

- 1.1 Les sollicitations en fatigue
- 1.2 Amorçage des fissures et fatigue oligocyclique
- 1.3 Propagation des fissures en fatigue
- 1.4 Effet de l'environnement et de la température
- 1.5 Rupture en fatigue

#### 2 Les mécanismes et les lois phénoménologiques

- 2.1 Les courbes de fluage ; effet de la contrainte et de la température
- 2.2 Les micromécanismes de déformation de fluage : glissement et montée des dislocations, diffusion en volume, aux joints de grain, réaction d'interface, glissement aux joints de grains
- 2.3 Lois de fluage

2.

#### 4 Evolutions microstructurales associées aux déformations à haute température

- 2.5 Cartes de fluage
- 2.6 Superplasticité
- 3 Rupture et durée de vie en fluage
- 3.1 Cavitation, fissuration et rupture
- 3.2 Durée de vie : approche pratique
- 3.3 Interaction fatigue-fluage

#### 4 Présentation de cas pratiques de fluage

- 4.1 Les aubes de turbines des réacteurs d'avion
- 4.2 le fluage dans les matériaux du nucléaire

Ce cours est illustré à la fin par un intervenant de la société AREVA et un intervenant industriel de chez AUBERT&DUVAL.

### Course content

#### 1 Fatigue of Metals and Alloys

- 1.1 Fatigue loadings
- 1.2 Crack nucleation and Low Cycle Fatigue
- 1.3 Crack Propagation
- 1.4 Impact of conditions : temperature, atmosphere
- 1.5 Fatigue failure

#### 2 Elementary Mechanisms

- 2.1 Creep diagram: effect of stress and effect of temperature
- 2.2 Creep micro-mechanisms : dislocation glide, dislocation climb, lattice diffusion, grain boundary diffusion, grain boundary sliding
- 2.3 Creep laws
- 2.4 Microstructural evolutions under creep
- 2.5 Creep maps
- 2.6 Superplasticity

#### 3 Creep life

- 3.1 Cavitation, cracking et failure
- 3.2 Empirical approaches
- 3.3 Fatigue-Creep interaction

#### 4 Case study

- 4.1 Turbine blade for aircraft
- 4.2 Creep of Zr-alloys: application to nuclear energy

This course is illustrated by two conferences given by engineers from AREVA and AUBERT&DUVAL.

### Bibliographie

G.E. Dieter "Mechanical Metallurgy" SI Metric Edition, McGraw-Hill Book Company (1988)

D. Hull and D.J. Bacon "Introduction to dislocations" 3rd Edition, Butterworth Heinemann (1984)

## Course literature

G.E. Dieter "Mechanical Metallurgy" SI Metric Edition, McGraw-Hill Book Company (1988)

D. Hull and D.J. Bacon "Introduction to dislocations" 3rd Edition, Butterworth Heinemann (1984)

## KAMA9M12 - QUALITE

### Objectifs

Initier les étudiants à la connaissance des différentes notions du management de la qualité utilisés dans les principales branches professionnelles de l'industrie et des services

? Comprendre les concepts et les outils qui permettent d'optimiser le fonctionnement de l'entreprise, par la démarche Qualité

? Développer les capacités à mettre en place et à conduire la résolution des problèmes rencontrés dans une entreprise et ce en suivant une démarche Qualité

Finalité :

Connaître le vocabulaire, les termes, les acronymes, les principaux outils Qualité et les démarches structurées à la conduite de projet d'amélioration, dans le but d'être opérationnel dans la vie active.

### Intended learning outcomes

Introduce students to the different concepts of quality management used in the main professional branches of industry and services

- Understand the concepts and tools that make it possible to optimize the company's operations through the Quality approach

- Develop the ability to set up and lead the resolution of problems encountered in a company by following a Quality approach

Purpose :

Know the vocabulary, terms, acronyms, main Quality tools and structured approaches to conducting improvement projects, in order to be operational in the working life.

### Pré-requis

Statistiques, mathématiques

Outils informatiques

### Prerequisites

Statistics, mathematics

Computer tools

### Plan du cours

Intervenant : Bertrand FRAISSARD

<https://www.linkedin.com/in/bertrand-fraissard-889a8b81/>

Fonction Actuelle : Directeur Qualité

Cursus/Entreprise :

? De 1998 à 2009 : Caterpillar, conception et fabrication d'engins de terrassement

? De 2009 à fin 2018 : General Electric Renewable Energy, conception, fabrication et mise en service de centrale hydroélectrique

? Depuis fin 2018 : Chantiers de l'Atlantique, conception, fabrication, montage et mise en service de navires hautement complexes et d'installations marines.

Sommaire :

Chap. 1 Introduction

Chap. 2 Les fondamentaux de la qualité

Chap. 3 La Qualité et le Client

Chap. 4 La Qualité dans l'entreprise

Chap. 5 L'Assurance Qualité

Chap. 6 Maitriser la qualité en conception

Chap. 7 Maitriser la qualité en production

Chap. 8 Maitriser la qualité des fournisseurs

Chap. 9 Résoudre un problème

Chap. 10 Communiquer et animer la qualité au quotidien

Chap. 11 Les grands projets d'entreprise

Support de cours de 694 pages distribué à tous les étudiants.

### Course content

Speaker : Bertrand FRAISSARD

<https://www.linkedin.com/in/bertrand-fraissard-889a8b81/>

Current function: Quality Director

Curriculum/Company:

- From 1998 to 2009: Caterpillar, design and manufacture of earthmoving machinery

- From 2009 to the end of 2018: General Electric Renewable Energy, design, manufacture and commissioning of hydroelectric power plants

- Since late 2018: Atlantic worksites, design, manufacture, assembly and commissioning of highly complex vessels and marine installations.

Contents :

Chapter 1 Introduction

Chap. 2 The fundamentals of quality

Chap. 3 Quality and the Customer

- Chap. 4 Quality in the company
- Chap. 5 Quality Assurance
- Chap. 6 Mastering quality in design
- Chap. 7 Controlling quality in production
- Chap. 8 Controlling the quality of suppliers
- Chap. 9 Solving a problem
- Chap. 10 Communicating and animating quality on a daily basis
- Chap. 11 Major business projects

694-page course material distributed to all students.

## Bibliographie

Bibliographie :

- ? Norme ISO9001
- ? Documents d'entreprise : Caterpillar, Alstom Power Hydro et General Electric (GE)
- ? Support de Formations : 6 Sigma Black Belt et Lean Manufacturing
- ? Le Grand Livre du Responsable Qualité Edition Eyrolles
- ? La Boite à Outils du Responsable Qualité Edition Dunod

## Course literature

Bibliographie :

- Norme ISO9001
- Documents d'entreprise : Caterpillar, Alstom Power Hydro et General Electric (GE)
- Support de Formations : 6 Sigma Black Belt et Lean Manufacturing
- Le Grand Livre du Responsable Qualité Edition Eyrolles
- La Boite à Outils du Responsable Qualité Edition Dunod

## KAMA9M13 - SECURITE / PREVENTION DES RISQUES ET TOXICOLOGIE

### Objectifs

D'après le référentiel BES&ST de compétences en santé et sécurité au travail

- Aborder les questions de Santé et Sécurité au Travail dans la formation doit permettre aux futurs ingénieurs de :
- Repérer dans l'entreprise les enjeux humains, sociaux, économiques et juridiques de la Santé Sécurité au Travail
  - Intégrer les questions de SST dans leurs futures activités professionnelles et dans la conduite de leurs projets
  - Contribuer au management de la SST dans l'entreprise

### Intended learning outcomes

According to the BES&ST standard for occupational health and safety skills

Addressing occupational health and safety issues in training should enable future engineers to:

- Identify the human, social, economic and legal challenges of Occupational Health and Safety in the company
- Integrate OHS issues into their future professional activities and project management
- Contribute to the management of OHS in the company

### Pré-requis

Cours de matériaux de 3ème et 4ème année

### Prerequisites

Materials classes from 3rd and 4th years

### Plan du cours

Ce cours est effectué par la responsable prévention des risques professionnels à la MSA Alpes du Nord (Catherine L'Allain)

Séance n°1

Définitions (AT/MP)

Statistiques

Gestion assurantielle du risque : tarification et réparation

Principaux acteurs en SST

Responsabilité civile et pénale ? délégation de pouvoir

Mise en situation : à partir de leur expérience de stage, discuter sur les situations à risque rencontrées

Séance n°2

Notions de risque et danger

Principaux risques

- Risques liés aux équipements de travail
- Risques psychosociaux
- Risques chimiques
- Risque émergent : risques liés aux nanomatériaux

Démarche d'évaluation des risques

Méthode et critères d'évaluation (fréquence, gravité, durée d'exposition, etc.)

Mise en situation : analyse des risques d'une situation de travail

Séance n°3

Maîtrise des risques

- Principes généraux de prévention
- Prévention : Technique, Humaine et Organisationnelle

Système de management de la sécurité

- Normes ISO
- De l'évaluation des risques à l'amélioration continue

Mise en situation : méthode de l'arbre des causes

Séance n°4

Management de l'Environnement

Ergonomie

- Prise en compte du facteur humain
- Mise en situation : le cariste

Séance n°5

Conduite de projet et prévention

Examen

## Course content

This course is given by the occupational risk prevention manager at the MSA Alpes du Nord (Catherine L'Allain)

Session n°1

Definitions (AT/MP)

Statistics and statistics

Insurance risk management: pricing and repair

Main OHS actors

Civil and criminal liability - delegation of authority

Role-playing: based on their internship experience, discuss the risk situations encountered

Session n°2

Concepts of risk and danger

Main risks

- Risks related to work equipment
- Psychosocial risks
- Chemical risks
- Emerging risk: risks related to nanomaterials

Risk assessment process

Evaluation method and criteria (frequency, severity, duration of exposure, etc.)

Scenario scenario: risk analysis of a work situation

Session n°3

Risk management

- General principles of prevention
- Prevention: Technical, Human and Organizational

Safety management system

- ISO standards
- From risk assessment to continuous improvement

Scenario scenario: causal tree method

Session n°4

Environmental Management

Ergonomics

- Consideration of the human factor
- Scenario scenario: the forklift operator

Session n°5

Project management and prevention

Examination

## KAMA9M14 - MANAGEMENT + TPM

### Objectifs

Dans ce cours on abordera les notions de Management et de Total Productive Maintenance (TPM) qui est un modèle de management qui affecte profondément l'organisation de la production industrielle

Pour la partie Management:

? Sensibiliser les élèves ingénieurs aux aspects humains du fonctionnement des organisations

? Envisager le management et l'organisation de l'entreprise dans une perspective systémique. Le management sera appréhendé au travers des sous-systèmes suivants : planification, organisation, direction et contrôle.

? Initier à l'acquisition d'outils d'analyse et d'action pour mieux gérer une équipe Le but est de donner aux étudiants un cadre théorique et des outils permettant

d'identifier et de décrire les missions d'un manager et le mode de management d'une organisation.

Pour la partie TPM, les objectifs sont :

- Présenter l'organisation typique d'une unité de production industrielle.

- Décrire 5 métiers techniques accessibles à de jeunes diplômés : ingénieur Process, Maintenance, Méthodes, Métrologie, Qualité.

- Décrire la démarche TPM, les méthodes et outils associés. Décrypter le jargon.

- Faire des liens avec les cours sur la Maîtrise Statistique des Procédés (MSP) et la Qualité. Montrer la cohérence entre ces démarches.

- Connaître les différents niveaux de déploiement possibles du TPM (des prémisses du TPM au TPM poussé) et être capable de diagnostiquer le niveau de son entreprise.

- Comprendre les attentes de l'employeur industriel en matière de TPM, connaître les principaux outils/méthodes pour y répondre. Etre en mesure de proposer des voies d'amélioration adaptées à son entreprise.

### Intended learning outcomes

In this course we will cover the notions of Management and Total Productive Maintenance (TPM) which is a management model that deeply affects the organization of industrial production.

For the Management part:

- Sensitize engineering students to the human aspects of the functioning of organizations

- Consider the management and organization of the company from a systemic perspective. Management will be addressed through the following subsystems: planning, organization, management and control.

- Introduce the acquisition of analytical and action tools to better manage a team The aim is to give students a theoretical framework and tools to identify and describe the missions of a manager and the management mode of an organization.

For the TPM part, the objectives are:

- Present the typical organization of a production unit industrial.

- Describe 5 technical professions accessible to young graduates: Process Engineer, Maintenance, Methods, Metrology, Quality.

- Describe the TPM approach, methods and associated tools. Decipher the jargon.

- Make links with the courses on Statistical Process Control (SPC) and Quality. Show consistency between these approaches.

- Know the different possible levels of TPM deployment (from TPM premises to advanced TPM) and be able to diagnose the level of your company.

- Understand the industrial employer's expectations in terms of MPT, know the main tools/methods to meet them. Be able to propose ways of improvement adapted to your company.

### Plan du cours

Plan du cours Management :

Démarche pédagogique

Synthèses théoriques : puisqu'il s'agit d'un cours d'introduction au management, il est indispensable d'acquérir le vocabulaire et les concepts nécessaires pour donner du sens et prendre du recul par rapport aux situations d'entreprise.

Mises en situation : Les situations de groupe proposées, analysées et discutées permettent de simuler dans des contextes spécifiques, les concepts théoriques du cours. Ces exercices devront favoriser les débats, les échanges de différents points de vue et développer un sens pratique chez les participants.

Plan du cours

1. Présentation du concept de management

2. Positionnement de quelques indicateurs de management : la motivation, le pouvoir ...

3. Styles de management

4. Exercices et les mises en situation

Plan du cours TPM :

0- Introduction

1- Organisation de la Production Industrielle

2- Redistribution des responsabilités pour améliorer la performance de l'organisation

3- Le modèle de management TPM

3.1- Définition

3.2- TPM passe par l'approche processus de la Maintenance et du Process

3.3- TPM implique le transfert de nouvelles responsabilités à la Production

3.4 La démarche 5S, un premier pas vers le TPM

4. Conclusion

RQ : ces deux cours sont effectués par

des intervenants extérieurs (une consultante (Agnès Grange) et un ingénieur de la société STMicroelectronics (Alain Deleporte))

### Course content

Management course outline :

Pedagogical approach

Theoretical summaries: since this is an introductory course in management, it is essential to acquire the vocabulary and concepts necessary to give meaning and distance oneself from company situations.

Situational exercises: The group situations proposed, analysed and discussed allow the theoretical concepts of the course to be simulated in specific contexts. These exercises should encourage debate,

exchange of views and develop a practical sense among participants.

#### Course outline

1. Presentation of the management concept
2. Positioning of some management indicators: motivation, power...
3. Management styles
4. Exercises and scenarios

TPM course outline :

- 0- Introduction
- 1- Industrial Production Organization
- 2- Redistribution of responsibilities to improve the organization's performance
- 3- The TPM management model
- 3.1- Definition
- 3.2- TPM passes through the process approach of Maintenance and Process
- 3.3- TPM implies the transfer of new responsibilities to Production
- 3.4 The 5S approach, a first step towards TPM
4. Conclusion

RQ: these two courses are conducted by

external speakers (a consultant (Agnès Grange) and an engineer from STMicroelectronics(Alain Deleporte))

## KAMA9M15 - CONDUITE DE PROJET, INNOVATION

### Objectifs

Ce cours a pour objet d'aborder les concepts de base et d'appréhender des méthodes d'évaluation de l'innovation.

Contexte du module :

1. Aujourd'hui l'innovation (création de valeur ajoutée répondant à un besoin) est considérée comme levier économique (tant d'un point de vue rentabilité que pérennité), mais elle est aussi considérée comme levier Sociétale (social et environnementale).
2. L'innovation est complexe, mais elle suit un cap, un sens logique
3. L'innovation est au croisement des sciences, elle va donc puiser des outils issus de multiples matières (techniques, gestion de projet, qualité, finance, économie, stratégie, « supply chain », ressources humaines, etc?).
4. L'innovation est ainsi multi sciences, multi métiers, multi dimensionnelles, elle s'applique à toutes entités publiques ou privées (tous secteurs, toutes tailles), mais elle requiert une vision globale, une prise de recul, une certaine curiosité (ouverture d'esprit), une démarche entrepreneuriale en sus de l'expertise scientifique.

En réponse à ce contexte l'objectif du module est :

- D'expliquer Qu'est ce que l'innovation ?, Pourquoi ?, et Comment ?
- De contextualiser (d'un point de vue innovation et prospective) la valeur ajoutée de l'expertise scientifique.
- D'appliquer concrètement de nouveaux outils ou d'autres déjà enseignés par conséquent de rajouter du sens à leur acquis pédagogiques en appliquant un cas concret de projet innovant.

Objectifs pédagogiques et compétences développées :

L'approche proposée dans ce module est basée dans un premier temps sur une vision globale et synthétique (simplicité) pour comprendre le processus complexe de l'innovation nécessaire aux entités privées et ou publiques (TPE/PME ETI, Laboratoires, ect?). Cette partie leur donnera la vision, un modèle, des outils incontournables nécessaires à toute démarche entrepreneuriale, ou intrapreneuriale.

### Intended learning outcomes

The purpose of this course is to cover the basic concepts and methods of evaluating innovation.

Context of the module :

1. Today, innovation (creation of added value in response to a need) is considered as an economic lever (both from a profitability and sustainability point of view), but it is also considered as a societal lever (social and environmental).
2. Innovation is complex, but it follows a course, a logical direction
3. Innovation is at the crossroads of science, so it will draw on tools from multiple disciplines (techniques, project management, quality, finance, economics, strategy, supply chain, human resources, etc....).
4. Innovation is thus multi-scientific, multi-trade, multi-dimensional, it applies to all public or private entities (all sectors, all sizes), but it requires a global vision, a distance learning, a certain curiosity (openness of mind), an entrepreneurial approach in addition to scientific expertise.

In response to this context, the objective of the module is:

- Explain What is innovation?, Why?, and How?
- To contextualize (from an innovation and prospective point of view) the added value of scientific expertise.
- To concretely apply new tools or others already taught, therefore to add meaning to their learning outcomes by applying a concrete case of an innovative project.

Educational objectives and skills developed:

The approach proposed in this module is initially based on a global and synthetic vision (simplicity) to understand the complex process of innovation required by private and/or public entities (VSE/SME ETI, Laboratories, etc.). This part will give them the vision, a model, essential tools necessary for any entrepreneurial or intrapreneurial approach.

### Pré-requis

Cours matériaux d'année 3 et 4

### Prerequisites

Material's classes of 3rd and 4th year

### Plan du cours

Intervenant : Céline Roche Roussel, Grenoble Ecole Management

Qu'est ce que l'innovation?

? Sondage sur l'innovation auprès des étudiants

? Qu'est ce qu'est l'Innovation?

- ? Les principales définitions. Mais ce n'est pas tout,?. L'innovation va au-delà de la simple « nouveauté »
- ? L'innovation au croisement des sciences
- ? Parlons ? .Anthropologie / Philosophie / Histoire / Neurosciences cognitives / Psychologie cognitives / Sociologie
- ? Caractéristiques :
- ? Catégories : incrémentale, rupture, usage, frugale, technologique, architecturale, routine, radicale
- ? Projet classique / projet innovant les différences
- ? Pipeline de l'innovation
- ? Outils :
- ? Côté Humain : charte / fiche talents (gestion des conflits) / Inclusions
- ? Innovation : 5 P, Brainstorming, VUPC, 5W/2H, Pitch, Business Modèle

#### Pourquoi Innover?

- ? Innovation : levier économique ?
- ? Classement de la France
- ? Enjeux de l'innovation :
- ? Contraintes internes à entreprise
- ? Contingences externes
- ? Créer une vraie Valeur Ajoutée
- ? Outils:
- ? Gestion de projet : Cahier des charges/ Pôles / GANTT / PPQOQC / AMDEC
- ? Enquête terrain
- ? Entrepreneuriat : Consolidation du BMC
- ? Stratégie : Ecosystème / PESTEL / PORTER

#### Comment Innover?

- ? Côté Humain :
- ? Accepter et favoriser la sérendipité
- ? Stimuler les intelligences multiples
- ? Utiliser l'échec comme une force
- ? Management approprié et moderne
- ? Gestion de projet:
- ? Les 5 points fondamentaux de la gestion de projet
- ? Pipeline de l'innovation efficace en mode PDCA
- ? Finance:
- ? Courbe de rentabilité
- ? Différence entre projet classique et innovant (terme/risque/ROI ect?)
- ? Caractéristiques d'un projet innovant
- ? Stratégie: Brevet
- ? Outils :
- ? Bench mark, Etude marche,
- ? Budget prévisionnelle
- ? Courbe de rentabilité (dépense/CA/Bénéfice/ROI)
- ? Plan de communication
- ? Reporting des parties prenantes

#### Financement de l'Innovation?

- ? Financement : Interne / Externe
- ? Ecosystem : Open innovation
- ? Outils : Business Canevas

### Course content

Speaker : Céline Roche Roussel, Grenoble Ecole Management

#### What is innovation?

- Student Innovation Survey
- What is Innovation?
- The main definitions. But that's not all,..... innovation goes beyond simple "novelty".
- Innovation at the crossroads of science
- Let's talk....Anthropology / Philosophy / History / Cognitive neuroscience / Cognitive psychology / Sociology
- Features :
- Categories: incremental, break, use, frugal, technological, architectural, routine, radical
- Classic project / innovative project differences
- Innovation pipeline
- Tools :
- Human side: charter / talent sheet (conflict management) / Inclusions
- Innovation: 5 P, Brainstorming, VUPC, 5W/2H, Pitch, Business Model

## Why Innovate?

- Innovation: economic leverage?
- Ranking of France
- Innovation challenges:
- Internal constraints within the company
- External Contingencies
- Create a real Added Value
- Tools:
- Project management: Specifications / Poles / GANTT / PPQQOQC / AMDEC
- Field survey
- Entrepreneurship: Consolidation of the BMC
- Strategy: Ecosystem / PESTEL / PORTER

## How to Innovate?

- Human side:
- Accept and promote serendipity
- Stimulate multiple intelligences
- Using failure as a force
- Appropriate and modern management
- Project management:
- The 5 fundamental points of project management
- Pipeline for efficient innovation in PDCA mode
- Finance:
- Profitability curve
- Difference between classic and innovative projects (term/risk/ROI etc.)
- Characteristics of an innovative project
- Strategy: Patent
- Tools :
- Benchmark, Study works,
- Estimated budget
- Profitability curve (expenditure/CA/Benefit/ROI)
- Communication plan
- Stakeholder reporting

## Financing Innovation?

- Financing: Internal / External
- Ecosystem: Open innovation
- Tools: Business Canvas

## KAMA9M18 - EXPERTISES INDUSTRIELLES

### Objectifs

L'objectif de ce cours est d'illustrer le module "ingénierie des micro et nano technologies" par des applications industrielles.

Packaging : présentation générale et des étapes du process, avec notions sur le coût des équipements, la qualification et la fiabilité des composants, les moyens de caractérisation utilisés.

Textiles intelligents : Le secteur des textiles avancés (textiles techniques, textiles intelligents) est en pleine révolution à l'ère de la digitalisation. Il développe actuellement les produits et services qui rentrent dans la catégorie du monde de l'internet des objets (IoT) et des objets portables connectés (wearables).

L'objectif de ce cours est de faire découvrir le monde textile, celui des textiles intelligents aux élèves de MAT5 POLYTECH, en leur présentant les technologies textiles (productions de fibres, de tissus, de vêtements?) et les mutations en cours liées au mariage avec le monde de l'électronique.

Autant que possible, le lien avec le quotidien des élèves (science des matériaux, mais aussi interactions avec le matériau textile dans la vie de tous les jours) sera réalisé.

### Intended learning outcomes

The objective of this course is to illustrate the module "engineering of micro and nano technologies" with industrial applications.

Packaging: general presentation and process steps, with notions on the cost of equipment, the qualification and reliability of components, the means of characterization used.

Intelligent textiles: The advanced textiles sector (technical textiles, intelligent textiles) is undergoing a revolution in the era of digitalization. He is currently developing products and services that fall into the category of the Internet world of things (IoT) and connected portable objects (wearables).

The objective of this course is to introduce students to the world of textiles, that of intelligent textiles, by introducing them to textile technologies (production of fibres, fabrics, clothing...) and the ongoing changes linked to the marriage with the world of electronics.

As far as possible, the link with the students' daily lives (science of materials, but also interactions with textile materials in everyday life) will be made.

### Plan du cours

Deux applications industrielles sont illustrées :

- le packaging par un ingénieur de la société MICROOLED (Cyrille Rossat)

A quoi sert le packaging du composant, les enjeux ?

Quels sont les risques encourus par les composants ?



Les étapes du packaging

Découpe

Collage

Cablage

Les différents types de boîtiers

L'herméticité

- Les textiles intelligents par un ingénieur du pôle de compétitivité TECHTERA (Bruno Mougin)

? Historique du secteur textile. Aspect territorial.

? Définitions (textiles intelligents)

? La chaîne de production textile (nourrie d'exemples principalement orientés sur les smart textiles)

o Filage, filatures

o Moulinage (retoridage, assemblage, guipage)

o Tissage

o Tricotage

o Non-tissés

o Ennoblement (teinture, impression, traitements, laminage?)

o Assemblage (confection, broderie, soudure?)

? Focus sur le marché des smart textiles

o Stratégie marketing

o Compréhension du marché (chaîne de valeur, drivers?)

? L'innovation des textiles intelligents

o Focus sur la notion d'usage (design thinking)

o Les changements de paradigme (technologies, business)

o Les verrous scientifiques et technologiques (fibres conductrices, connectiques, énergie)

? Quelques exemples de développement en Europe dans les laboratoires

? Quelques exemples de startup identifiées sur le secteur

## Course content

Two industrial applications are illustrated:

- packaging by an engineer from MICROOLED (Cyrille Rossat)

What is the purpose of the component packaging, the stakes?

What are the risks to the components?

The steps of packaging

Cutting out

Gluing

Wiring

The different types of boxes

Hermeticity

- Intelligent textiles by an engineer from the TECHTERA competitiveness cluster (Bruno Mougin)

- History of the textile sector. Territorial aspect.

- Definitions (intelligent textiles)

- The textile production chain (based on examples mainly focused on smart textiles)

o Spinning, spinning, spinning

o Moulding (retoridage, assembly, covering)

o Weaving

o Knitting

o Non-woven fabrics

o Finishing (dyeing, printing, treatments, lamination...)

o Assembly (clothing, embroidery, welding...)

- Focus on the smart textile market

o Marketing strategy

o Market understanding (value chain, drivers...)

- Intelligent textile innovation

o Focus on the notion of use (design thinking)

o Paradigm shifts (technologies, business)

o Scientific and technological barriers (conductive fibres, connectors, energy)

- Some examples of development in Europe in laboratories

- Some examples of startups identified in the sector

**KAMA9M26 - EPITAXIE POUR LES MICRO ET NANO TECHNOLOGIES**

**KAMA9M27 - PROCEDES DE MICRO ET NANO FABRICATION**

**KAMA9M28 - ELABORATION DES MATERIAUX EN SALLE BLANCHE**

## KAMA9M19 - MATERIAUX POUR L'ENERGIE

### Objectifs

Appréhender les matériaux fonctionnels de demain, les grandes familles, leur élaboration, leurs propriétés, les mécanismes en jeu et leurs applications potentielles ainsi que se sensibiliser à la veille technologique

### Intended learning outcomes

Understand the functional materials of tomorrow, the major families, their development, their properties, the mechanisms involved and their potential applications as well as become aware of technological watch

### Pré-requis

Métallurgie, céramiques, polymères, physique et chimie du solide

### Prerequisites

Metallurgy, ceramics, polymers, solid state physics and chemistry

### Plan du cours

A) Matériaux dans le secteur de l'énergie : du laboratoire au business plan

1. Les matériaux pour l'énergie: du laboratoire au business plan

- Introduction aux 2 études de cas, attentes pour les livrables (présentation orale, format, critères)
- Témoignage et conseil d'un ingénieur matériaux dans le secteur de l'énergie: parcours, conseils de communication

2. Le secteur de l'énergie et ses filières: statut et évolutions

- Les principales filières en France et dans le monde
- Principales tendances dans le secteur de l'énergie

3. Préparer un business plan et défendre son projet à l'écrit

- Structuration d'un business plan / pitch deck et méthodologies sous-jacentes
- Le « Business Model Canvas »

4. Présentation orales des études de cas par les différents groupes

- Présentation par chaque groupe : "mon projet en 180 secondes"
- Questions-réponses

Cours donné par François Le Scornet (Carbonexit Consulting)

B) Matériaux magnétiques :

1/ faire découvrir une industrie métallurgique française, un des leaders mondiaux de sa spécialité (les alliages): son histoire, son implantation, ses outils industriels, ses problèmes technico-économiques y compris le re- et co-traitement des déchets, ses grandes familles de produits avec principales propriétés et applications). Dans cette partie la présentation n'est qu'un guide et je rajouté bcq de choses à l'oral.

2/ métier de la R&D industrielle

3/ rappels rapides de magnétisme pour faire le lien entre les enseignements antérieurs et la partie suivante

4/ Matériaux émergents et applications très variées: cette partie d'un potentiel d'au moins 8h est réduite selon les années à 1h-1h30 en fin d'intervention. J'essaie de faire passer et montrer la forte relation de compréhension nécessaire du lien entre le matériau et son application.

4-1/ matériaux nanocristallins FeCuNbSiB et application disjoncteurs différentiels et composants en électronique de puissance

4-2/ alliages Phytherm pour régulation de température/appli cuisson par induction

4-3/ alliages FeNi - dynamique d'aimantation/ appli en moteur horloger

4-4/ alliages de relai polarisé ou non/ dynamique d'aimantation sur actionneur linéaire pour la sécurité (gaz, électricité)

4-5/ dynamique d'aimantation dans les alliages à haute saturation pour actionneur linéaire de type injecteur de carburant

4-6/ substrat hypertexturé de substrat de supraconducteur haut Tc pour énergie transportée par "supergrid"

4-7/ matériaux magnétocaloriques FeSiLa-X pour "froid magnétique"

Cours donné par Thierry Waeckerle (Imphy)

C) thermo-électriques

Ce cours intitulé "matériaux thermoélectriques" a d'abord pour but de discuter des principaux effets thermoélectriques. Afin de permettre aux étudiants de visualiser ces effets, des démonstrations basiques ont lieu en cours. Il s'agit ensuite de faire le lien entre ces effets thermoélectriques et les propriétés thermoélectriques des matériaux grâce à l'introduction de la figure de mérite ZT. Les caractéristiques des principaux matériaux thermoélectrique sont ensuite discutées lors d'un travail en petit groupe au cours duquel les étudiants doivent trouver quelles applications correspondent le mieux à quels matériaux. Après une courte restitution, les principaux dispositifs thermoélectriques existants ainsi que les marchés associés sont décrits.

Plan du cours :

1.Introduction

2.Principaux concepts

1.Les trois effets thermoélectriques

2.Efficacité thermodynamique : La figure de mérite

3.Application aux matériaux TE « réels »

1.Qu'est ce qu'un bon matériau TE

2.Comment améliorer les propriétés TE des matériaux

4. Dispositifs thermoélectriques : quelques bases

5. A vous de jouer : Quelles applications pour quels types de matériaux ?

6. Synthèse sur les principales applications de la thermoélectricité

3.1 Composition, élaboration

3.2 Propriétés et mécanismes

3.3 Application à la conversion d'énergie

Cours donné par Dimitry Tainoff (UGA)

#### D) Récupération d'énergie

Cours donné par Alain Sylvestre

### Course content

#### A) Materials in the energy sector: from the laboratory to the business plan

##### 1. Materials for energy: from the laboratory to the business plan

- Introduction to the 2 case studies, expectations for deliverables (oral presentation, format, criteria)
- Testimony and advice from a materials engineer in the energy sector: career path, communication advice

##### 2. The energy sector and its sectors: status and developments

- The main sectors in France and around the world
- Main trends in the energy sector

##### 3. Prepare a business plan and defend your project in writing

- Structuring a business plan / pitch deck and underlying methodologies
- The "Business Model Canvas"

##### 4. Oral presentation of the case studies by the different groups

- Presentation by each group: "My project in 180 seconds"
- Questions and Answers

Course given by François Le Scornet (Carbonexit Consulting)

#### B) Magnetic materials :

1/ to introduce a French metallurgical industry, one of the world leaders in its field (alloys): its history, its location, its industrial tools, its technical and economic problems including the re- and co-processing of waste, its major product families with main properties and applications). In this part the presentation is only a guide and I add a lot of things orally.

2/ industrial R&D business

3/ quick reminders of magnetism to make the link between the previous teachings and the next part

4/ Emerging materials and very varied applications: this part of a potential of at least 8 hours is reduced according to the years to 1-1h30 at the end of the intervention. I try to convey and show the strong understanding relationship necessary to understand the relationship between the material and its application.

4-1/ FeCuNbSiB nanocrystalline materials and application of differential circuit breakers and power electronics components

4-2/ Phytherm alloys for temperature regulation/ induction cooking

4-3/ FeNi alloys - magnetization dynamics/ applied in watch motor

4-4/ polarized or non-polarized relay alloys/ magnetization dynamics on linear actuator for safety (gas, electricity)

4-5/ magnetization dynamics in high saturation alloys for linear actuators such as fuel injectors

4-6/ hypertextured substrate of high superconductor substrate Tc for "supergrid" transported energy

4-7/ FeSiLa-X magnetocatalytic materials for "magnetic cooling"

Course given by Thierry Waeckerle (Imphy)

#### C) thermoelectrics

This course, entitled "thermoelectric materials", is primarily intended to discuss the main thermoelectric effects. In order to allow students to visualize these effects, basic demonstrations take place in class. The next step is to link these thermoelectric effects to the thermoelectric properties of materials through the introduction of the ZT merit figure. The characteristics of the main thermoelectric materials are then discussed in a small group work in which students must find out which applications best match which materials. After a short presentation, the main existing thermoelectric devices and associated markets are described.

Course outline :

1. introduction

2 Main concepts

1. the three thermoelectric effects

2. thermodynamic efficiency: the figure of merit

3. application to "real" TE materials

1. what is a good TE material

2. how to improve the TE properties of materials

4. Thermoelectric devices: some basics

5. It's up to you: Which applications for which types of materials?

6. Summary of the main applications of thermoelectricity

3.1 Composition, development

3.2 Properties and mechanisms

3.3 Application to energy conversion

Course given by Dimitry Tainoff (UGA)

#### D) Energy recovery

Course given by Alain Sylvestre

## KAMA9M20 - MATERIAUX POUR LE TRANSPORT

### Objectifs

On propose dans ce cours d'aborder la problématique des matériaux pour l'automobile. Pour cela deux exemples sont donnés via 2 intervenants industriels.

- Thermoplastiques pour l'automobile par un ingénieur de la société ROLEX
- Revêtements et peintures pour l'automobile par un ingénieur de la société BOLLIGUNDKEMPER

L'objectif du cours est de communiquer sur la composition des peintures afin d'en faire comprendre la structure et connaître les composés essentiels.

Ensuite, le fait d'aborder la partie formulation par des travaux pratiques basés sur des formules et des problématiques réelles permet de faire le lien entre formule et performance. Cela ne fait pas de ces élèves des experts en formulation mais devrait leur permettre de comprendre les mécanismes qui prévalent dans la formulation et juger si un métier dans une activité qui requière de la formulation est susceptible de les intéresser.

### Intended learning outcomes

This course proposes to address the issue of materials for the automotive industry. For this purpose, two examples are given via 2 industrial stakeholders.

- Thermoplastics for the automotive industry by an engineer from ROLEX
- Automotive coatings and paints by an engineer from BOLLIGUNDKEMPER

The objective of the course is to communicate on the composition of paintings in order to understand their structure and know the essential compounds.

Then, the fact of approaching the formulation part through practical work based on formulas and real problems makes it possible to make the link between formula and performance. This does not make these students experts in formulation but should enable them to understand the mechanisms that prevail in formulation and judge whether a trade in an activity that requires formulation is likely to interest them.

### Plan du cours

- Thermoplastiques pour l'automobile par un ingénieur de la société ROLEX
- Revêtements et peintures pour l'automobile par un ingénieur de la société BOLLIGUNDKEMPER

1. Présentation sté B&K ? Nippon Paint

2. Composition des peintures

- a. Définition
- b. Classes de peintures
- c. Les composants
- d. Le séchage d'une peinture
- e. Physico-chimie et caractéristiques d'une peinture
- f. La fabrication

3. Les revêtements auto

TTS/cataphorèse/gammes de finition/la technologie hydrodiluable

4. Formulation

- a. Composition (apprêt/base/vernis)
- b. Interactions MP/performance
- c. Exercices sur formulation
  - i. Calcul des données essentielles
  - ii. Résolution de problèmes techniques

5. Contrôle des acquis

- a. Questions de cours
- b. Exercice de remontage d'une formule

### Course content

- Thermoplastics for the automotive industry by an engineer from ROLEX
- Automotive coatings and paints by an engineer from BOLLIGUNDKEMPER

1. presentation B&K - Nippon Paint

2. Composition of paints

- a. Definition
- b. Painting classes
- c. The components
- d. Drying a paint
- e. Physico-chemistry and characteristics of a paint
- f. Manufacturing

3. auto coatings

TTS/cataphoresis/finishing ranges/waterborne technology

4. formulation

- a. Composition (primer/base/varnish)
- b. PM/Performance Interactions
- c. Exercises on formulation

- i. Calculation of essential data
  - ii. Solving technical problems
5. knowledge control
- a. Course questions
  - b. Formula winding exercise

## KAMA9M21 - MATERIAUX POUR LE BATIMENT

### Objectifs

Dans ce cours on abordera les matériaux ciment et béton (Initiation aux matériaux cimentaires : Fabrication et utilisation du ciment et des bétons), ce cours est effectué par des industriels.

### Intended learning outcomes

This course will cover cement and concrete materials (Introduction to cementitious materials: Manufacture and use of cement and concrete). This course is given by industrial partners.

### Plan du cours

Cours sur les ciments par des ingénieurs de la société LAFARGE

- Partie 1 : Historique et fabrication du ciment (Alexander PISCH)
- Partie 2 : Historique, fabrication et utilisation des bétons (Blandine ALBERT)
- Partie 3 : (Matthieu Horgnies)

A : Réactivité de surface & fonctionnalisation des matériaux de construction (2h)

Plan

#### 1. Introduction

- Quelques définitions
- La teinte du béton

#### 2. Caractériser les surfaces de matériaux

- Variabilité de la composition de surface
- Caractérisation des interfaces et étude de l'adhésion

#### 3. Fonctionnaliser les matériaux de construction

- Fonctions (super)-hydrophobes/hydrophiles
- Ancrage des pigments en surface des bétons
- Paramètres influençant la colonisation biologique

#### 4. Innover : vers de nouveaux matériaux et concepts

- Dépollution de l'air par des bétons avec charbons actifs
- Incorporation de granulats à base de matériaux recyclés
- Dépôt de couches minces photovoltaïques

#### 5. Conclusions : bilan, verrous technologiques & perspectives

B : Quelques axes d'innovation dans les matériaux de construction (et exemples d'application pour les énergies renouvelables) (2h)

Plan

#### 1. Quelques axes d'innovation dans les matériaux de construction (à base de ciment)

- Réduire les coûts de construction
- Améliorer l'efficacité énergétique
- Réduire l'empreinte environnementale
- Améliorer l'esthétique
- Se préparer à la digitalisation du travail
- Développer de nouvelles solutions dans l'énergie

#### 2. Exemple 1 : Etude d'un nouveau procédé d'intégration du photovoltaïque en façade des bâtiments

- Introduction : développement urbain et énergie
- Comparatif entre les principaux types de cellules PV
- Le photovoltaïque intégré au bâtiment (BIPV)
- Description d'un nouveau système d'intégration du PV au béton
- Résumé des tests de caractérisation menés en laboratoire
- 1ers essais d'industrialisation (vidéo)

#### 3. Ex. 2 : Etude d'un système de stockage de chaleur par voie thermochimique dans le bâtiment

- Stockage pour résoudre le décalage saisonnier induit par les énergies renouvelables
- Différents types de stockage d'énergie
- Etat de l'art - Du ciment à l'ettringite
- Etat de l'art - Stockage d'énergie à base d'ettringite

- Modèles thermo-énergétiques : description du modèle du stockage
- Simulation de l'évolution de la température du « béton d'ettringite » au cours des cycles
- Conclusions et perspectives

## Course content

Cement courses by engineers from LAFARGE

- Part 1: Cement History and Manufacturing (Alexander PISCH)
- Part 2: History, manufacture and use of concrete (Blandine ALBERT)
- Part 3: (Matthieu Horgnies)

A: Surface reactivity & functionalization of building materials (2h)

Plan

1. Introduction

- Some definitions
- The colour of the concrete

2. Characterize material surfaces

- Variability of surface composition
- Interface characterization and adhesion study

3. Functionalize building materials

- (Super)-hydrophobic/hydrophilic functions
- Anchoring of pigments on the surface of concrete
- Parameters influencing biological colonization

4. Innovating: towards new materials and concepts

- Air pollution control by concrete with activated carbon
- Incorporation of aggregates based on recycled materials
- Deposition of photovoltaic thin films

5. Conclusions: assessment, technological bottlenecks & prospects

B: Some areas of innovation in building materials (and examples of applications for renewable energies) (2h)

Plan

1. Some areas of innovation in building materials (cement-based)

- Reduce construction costs
- Improving energy efficiency
- Reduce the environmental footprint
- Improve aesthetics
- Prepare for the digitalization of work
- Developing new solutions in energy

2. Example 1: Study of a new process for integrating photovoltaics into the facades of buildings

- Introduction: Urban development and energy
- Comparison between the main types of PV cells
- Building Integrated Photovoltaics (BIPV)
- Description of a new system for integrating PV into concrete
- Summary of characterization tests conducted in the laboratory
- 1st industrialization tests (video)

3. Ex. 2 : Study of a thermochemical heat storage system in the building

- Storage to solve the seasonal shift induced by renewable energies
- Different types of energy storage
- State of the art - From cement to ettringite
- State of the art - Storage of ettringite-based energy
- Thermo-energy models: description of the storage model
- Simulation of the temperature evolution of "ettringite concrete" during the cycles
- Conclusions and perspectives

## Bibliographie

- Arroyo R., Horgnies M., Junco C., Rodriguez A., Calderon V., Lightweight structural eco-mortars made with polyurethane wastes and non-ionic surfactants, *Construction & Building Materials*, 197 (2019) p. 157.
- De Larrard F., *Concrete mixture proportioning*, E & FN Spon, London, United Kingdom, 1999.
- Taylor H.F.W., *Cement Chemistry*, Second Ed., Thomas Telford Publishing, London, 1997.
- Dutruel F., Guyader R. - Considération sur les efflorescences des bétons apparents. *Revue des matériaux de construction*, 709 (1977) p. 3.

- Martin M., Etude de la texture de la surface coffrée des parements verticaux en béton, Thèse de doctorat, Université de Cergy-Pontoise (France) et Université de Laval (Canada), 2007.
  - Libessart L., Influence de la composition des agents de démoulage à l'interface coffrage/béton - Impact sur l'esthétique des parements en béton, Thèse de doctorat, Université d'Artois (France), 2006.
  - Horgnies M., Dubois-Brugger I., Gartner E.M. - NOx de-pollution by hardened concrete and the influence of activated charcoal additions, Cement and Concrete Research, 42 (2012) p. 1348.
  - Barberousse H., Etude de la diversité des algues et des cyanobactéries colonisant les revêtements de façade en France et recherche des facteurs favorisant leur implantation. Thèse de doctorat, Musée National d'Histoire Naturelle, Paris (France), 2006.
  - Beedens A., Van Gemert D. Experimental investigation of efficiency of TiO<sub>2</sub>-cement coating for self-cleaning and air-purification. Cement and Concrete Research, 34 (2004) p. 2223.
  - Horgnies M., Tribologie des bétons à ultra-haute Performance - Propriétés de surface et revêtements de protection, Technique de l'Ingénieur, [TRI4600], 2012.
- 
- Curtius, H.C., The adoption of building-integrated photovoltaics: barriers and facilitators. Renewable Energy, 126, p. 783 (2018).
  - Ceron, I., Caamaño-Martin, E. & Neila, F.J., « State of art » of building integrated photovoltaic products. Renewable Energy, 58, p. 127 (2013).
  - Cronemberger, J., Almagro Corpas, M., Ceron, I., Caamaño-Martin, E. & Vega Sanchez, S., BIPV technology application: highlighting advances, tendencies and solutions through solar Decathlon Europe houses. Energy and Buildings, 83, pp. 44 (2014).
  - Polo Lopez, C., Frontini, F., Bonomo, P. & Scognamiglio, A., PV and façade systems for the building skin. Analysis of design effectiveness and technological features. Proceedings of the 29th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, Amsterdam, 2014.
  - Horgnies, M., Legrand, F., Bonnet, E. & Dubois-Brugger, I., Study of the interface and durability of the adhesion between photovoltaic cells and concrete-based façade panels, WIT Transactions on Engineering Sciences: Materials and Contact Characterisation VIII, WIT Press, 116, p. 171 (2017).
  - K. Johannes, F. Kuznik, J.-L. Hubert, F. Durier, C. Obrecht, Design and characterisation of a high powered energy dense zeolite thermal energy storage system for buildings, Applied Energy, 159 (2015).

### Course literature

- Arroyo R., Horgnies M., Junco C., Rodriguez A., Calderon V., Lightweight structural eco-mortars made with polyurethane wastes and non-ionic surfactants, Construction & Building Materials, 197 (2019) p. 157.
  - De Larrard F., Concrete mixture proportioning, E & FN Spon, London, United Kingdom, 1999.
  - Taylor H.F.W., Cement Chemistry, Second Ed., Thomas Telford Publishing, London, 1997.
  - Dutruel F., Guyader R. - Considération sur les efflorescences des bétons apparents. Revue des matériaux de construction, 709 (1977) p. 3.
  - Martin M., Etude de la texture de la surface coffrée des parements verticaux en béton, Thèse de doctorat, Université de Cergy-Pontoise (France) et Université de Laval (Canada), 2007.
  - Libessart L., Influence de la composition des agents de démoulage à l'interface coffrage/béton - Impact sur l'esthétique des parements en béton, Thèse de doctorat, Université d'Artois (France), 2006.
  - Horgnies M., Dubois-Brugger I., Gartner E.M. - NOx de-pollution by hardened concrete and the influence of activated charcoal additions, Cement and Concrete Research, 42 (2012) p. 1348.
  - Barberousse H., Etude de la diversité des algues et des cyanobactéries colonisant les revêtements de façade en France et recherche des facteurs favorisant leur implantation. Thèse de doctorat, Musée National d'Histoire Naturelle, Paris (France), 2006.
  - Beedens A., Van Gemert D. Experimental investigation of efficiency of TiO<sub>2</sub>-cement coating for self-cleaning and air-purification. Cement and Concrete Research, 34 (2004) p. 2223.
  - Horgnies M., Tribologie des bétons à ultra-haute Performance - Propriétés de surface et revêtements de protection, Technique de l'Ingénieur, [TRI4600], 2012.
- 
- Curtius, H.C., The adoption of building-integrated photovoltaics: barriers and facilitators. Renewable Energy, 126, p. 783 (2018).
  - Ceron, I., Caamaño-Martin, E. & Neila, F.J., « State of art » of building integrated photovoltaic products. Renewable Energy, 58, p. 127 (2013).
  - Cronemberger, J., Almagro Corpas, M., Ceron, I., Caamaño-Martin, E. & Vega Sanchez, S., BIPV technology application: highlighting advances, tendencies and solutions through solar Decathlon Europe houses. Energy and Buildings, 83, pp. 44 (2014).
  - Polo Lopez, C., Frontini, F., Bonomo, P. & Scognamiglio, A., PV and façade systems for the building skin. Analysis of design effectiveness and technological features. Proceedings of the 29th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, Amsterdam, 2014.
  - Horgnies, M., Legrand, F., Bonnet, E. & Dubois-Brugger, I., Study of the interface and durability of the adhesion between photovoltaic cells and concrete-based façade panels, WIT Transactions on Engineering Sciences: Materials and Contact Characterisation VIII, WIT Press, 116, p. 171 (2017).
  - K. Johannes, F. Kuznik, J.-L. Hubert, F. Durier, C. Obrecht, Design and characterisation of a high powered energy dense zeolite thermal energy storage system for buildings, Applied Energy, 159 (2015).

## KAMA9M22 - SEM (SELECTION DES MATERIAUX)

### Objectifs

Ce cours vise à introduire une méthodologie rationnelle de sélection des matériaux et de leurs procédés d'élaboration en fonction des applications recherchées. Rappeler la démarche de l'analyse de la valeur et l'appliquer au choix des matériaux en utilisant notamment la méthode des indices de performance.

### Intended learning outcomes

This course aims to introduce a rational methodology for the selection of materials and their elaboration processes according to the applications sought. Recall the value analysis approach and apply it to the choice of materials, using in particular the performance index method.

### Pré-requis

Physico-chimie des matériaux  
Notions d'informatiques

### Prerequisites

Physico-chemistry of materials  
Computer literacy

### Plan du cours

- 1 Introduction : variété et familles de matériaux
- 2 Rédaction de cahiers des charges fonctionnels
- 3 Fonctionnalité des matériaux
- 4 La méthode des indices de performance
- 5 La sélection des matériaux
  - 5.1 Méthodes de sélection multicritères

5.2 Sélection multi-astreintes

5.3 Méthodes d'intelligence artificielle

6 Utilisation et présentation des logiciels les plus courants – bases de données

6.1 Présentation des logiciels

6.2 Structure des bases de données

RQ : ce cours est effectué par un ingénieur de la société SCHNEIDER ELECTRIC (JM Maldjian)

## Course content

1 Introduction: variety and families of materials

2 Writing of functional specifications

3 Functionality of materials

4 The performance index method

5 Material selection

5.1 Multi-criteria selection methods

5.2 Multi-criteria selection

5.3 Artificial intelligence methods

6 Use and presentation of the most common software databases

6.1 Software presentation

6.2 Database structure

RQ: this course is conducted by a

engineer of SCHNEIDER ELECTRIC (JM Maldjian)

## KAMA9M23 - MATERIAUX COMPOSITES

### Objectifs

Découvrir les familles et particularités des composites: 1ère Partie : Composites à Matrices Organiques:Présentation des grandes familles de composites à Matrices Polymères. Fabrication des renforts fibres (carbone, SiO<sub>2</sub>).

2ème Partie : Composites à Matrices Inorganiques : Matrices Céramiques, matrices métalliques.

### Intended learning outcomes

Discover the families and particularities of composites: Part 1: Composites with Organic Matrices: Presentation of the major families of Polymer Matrix composites. Manufacture of reinforcements fibers (carbon, SiO<sub>2</sub>).

Part 2: Inorganic Matrix Composites: Ceramic matrices, metallic matrices.

### Pré-requis

Cours matériaux polymères de 3ème et 4ème années

Cours de céramiques de 4ème année

### Prerequisites

3rd and 4th year Polymer Materials Course

4th year ceramics and metallurgic courses

### Plan du cours

1ère Partie : Intervenant P. MOIREAU(OWENSCORNING)

A/ Elaboration des composites à matrices organiques

B/ Elaboration des fibres de verres, fibres de renforts

2ème partie : Intervenants : C. DARIE (Polytech Grenoble) et JM CHAIX (SIMAP)

A/ Elaboration des composites à matrices inorganiques

Introduction : définitions et applications

Composites fibreux à Matrices Céramiques (CMC)

Composites à Matrice Métallique (CMM)

B/ Microstructures et propriétés de transport dans les matériaux

Exemples

Percolation et propriétés

Exploiter les relations microstructure- propriétés pour concevoir des matériaux

? « matériaux sur mesure »

? « materials by design »

? « Multimatériaux architecturés »

### Course content

Part I: P. MOIREAU (OWENSCORNING)

Elaboration of Organic or Polymeric Matrix Composites

Elaboration of fiber glass, carbon etc?



PartII: C. DARIE (Polytech Grenoble) et JM CHAIX (SIMAP)

A/ Elaboration of Inorganic Composites

Ceramics Matrix Composites

Metallic Matrix Composites

B/ Microstructure and transport properties

Percolation and conduction : models and theory

Microstructure-properties relationships: design of new materials

## KAMA9M24 - BIOMATERIAUX

### Objectifs

Introduction aux biomatériaux : différentes interventions de chercheurs experts du domaine sur des applications précises des biomatériaux

### Intended learning outcomes

Introduction to biomaterials: different interventions of researchers experts in the field on specific applications of biomaterials

### Pré-requis

Cours matériaux polymères de 3ème et 4ème années

Cours de céramiques de 4ème année

### Prerequisites

3rd and 4th year Polymer Materials courses

4th year ceramics courses

### Plan du cours

1ere Partie : Intervenant R. AUZELY (CERMAV)

Introduction

Les biomatériaux polymères :

Biopolymères sensibles au pH , Biopolymères thermo sensibles

2ème partie : Intervenant : J. BRAS (PAGORA)

Le bois : un matériau innovant

Les matériaux biosourcés

3ème partie : Intervenant : A. GOURRIER (LyPHY)

Le biomimétisme et la bioinspiration pour le design de nouveaux matériaux

4ème partie : Intervenant : L. GREMILLARD (MATEIS)

Les biocéramiques

### Course content

Part I : R. AUZELY (CERMAV)

Introduction

Polymeric biomaterials

Properties of pH sensitive polymers

Properties of Heat sensitive Biopolymers

Part II : J. BRAS (PAGORA)

Wood as an engineering material

Bio sourcing materials

Part III : A. GOURRIER (LyPHY)

Biomimetism and bioinspiration as tools for the design of innovative materials and systems

Part IV : L. GREMILLARD (MATEIS)

Ceramics Biomaterials

## KAMA9M25 - ADHESION, COLLAGE

### Objectifs

Intervenante : Valérie Nassiet (ENI de Tarbe)

L'objectif central est de savoir choisir un couple Adhérent/Adhésif pour un cahier des charges donné en s'appuyant sur la triptyque Matériaux/Dimensionnement de l'assemblage collé/Mise en oeuvre.

- Positionner l'assemblage par collage dans le domaine des assemblages permanents

- Culturelle générale sur le collage

- Etudier les différentes propriétés de surface des matériaux influençant la qualité d'un collage

- Procédés de collage :étape, relation entre les paramètres du procédé et les propriétés matériaux (colles et substrats)

- Durabilité des assemblages collés.

### Intended learning outcomes

Speaker : Valérie Nassiet (ENI de Tarbe)

The main objective is to know how to choose an Adherent/Adhesive couple for a given specification based on the triptych Materials/Dimensioning of the glued assembly/Implementation.

- Positioning the glued assembly in the field of permanent assemblies

- General cultural on collage

- Study the different surface properties of materials that influence the quality of a bond
- Bonding processes: step, relationship between process parameters and material properties (adhesives and substrates)
- Durability of glued assemblies.

## Pré-requis

Chimie des polymères  
 Rhéologie des polymères  
 Physico-chimie des surfaces  
 Relation structure/propriétés thermomécaniques des polymères (TP, TD, Elastomère)  
 Traitements de surface (mécanique, thermique, chimique,...)

## Prerequisites

Polymer chemistry  
 Polymer rheology  
 Surface physico-chemistry  
 Structure/thermomechanical properties of polymers (TP, TD, Elastomer)  
 Surface treatments (mechanical, thermal, chemical,...)

## Plan du cours

- Les différents types d'assemblages (rivetage, boulonnage,...)
- Historique du collage
- L'assemblage par collage (Avantages, inconvénients)
- Adhésion /adhérence (définitions)
- Les théories et les modèles de l'Adhésion
- Adhésifs
- Étapes du collage (conservation de l'adhésif, traitements de surface, conception du joint)
- Contrôles et essais (adhésifs, surfaces, assemblage, vieillissement).

## Course content

- The different types of assemblies (riveting, bolting,...)
- Bonding history
- Gluing assembly (Advantages, disadvantages)
- Membership / adherence (definitions)
- Theories and models of Membership
- Adhesives
- Bonding steps (adhesive conservation, surface treatments, joint design)
- Inspections and tests (adhesives, surfaces, assembly, ageing).

## Bibliographie

Jacques Cognard  
 Science et technologie du collage, presses polytechniques, 2000

Philippe Cognard  
 Collage des matériaux - Mécanismes. Classification des colles - Conception et calcul des joints collés, Techniques de l'Ingénieur, Réf BM 7615, 2002

J. A. Petit, Y. Baziard, V. Nassiet, B. Hassoune-Rhabbour  
 Durabilité des assemblages collés - étude expérimentale, Techniques de l'Ingénieur, Réf BM 7766, 2005

J. A. Petit, Y. Baziard, V. Nassiet, B. Hassoune-Rhabbour  
 Durabilité des assemblages collés – approche prédictive, Techniques de l'Ingénieur, Réf BM 7767, 2006

## Course literature

Jacques Cognard  
 Science et technologie du collage, presses polytechniques, 2000

Philippe Cognard  
 Collage des matériaux - Mécanismes. Classification des colles - Conception et calcul des joints collés, Techniques de l'Ingénieur, Réf BM 7615, 2002

J. A. Petit, Y. Baziard, V. Nassiet, B. Hassoune-Rhabbour  
 Durabilité des assemblages collés - Étude expérimentale, Techniques de l'Ingénieur, Réf BM 7766, 2005

J. A. Petit, Y. Baziard, V. Nassiet, B. Hassoune-Rhabbour  
 Durabilité des assemblages collés – approche prédictive, Techniques de l'Ingénieur, Réf BM 7767, 2006

## KAMAXM01 - STAGE

### Objectifs

Les stages du département Matériaux

Les élèves ingénieurs du département Matériaux de Polytech Grenoble effectuent 3 stages au cours de leur formation. Une expérience à l'étranger est requise pour l'obtention du diplôme en formation ou en stage sur les 3 années du cursus.

Le stage de première année, d'une durée de 8 semaines en France ou de 12 semaines à l'étranger est un stage d'immersion dans le milieu professionnel, en laboratoire ou en entreprise. Ce stage donne lieu à la rédaction d'un rapport évalué.

Le stage de deuxième année, d'une durée de 12 semaines met en pratique les connaissances, les savoir-faire techniques et les capacités à contribuer à un projet typiquement confié à un assistant-ingénieur. Le

stage donne lieu à un rapport et une soutenance. Ce stage est aussi l'opportunité d'une expérience à l'étranger.

Le stage de 3ème année est un stage long d'une durée de 22 semaines. Il est un élément clef

de la formation de l'élève-ingénieur qui lui permet d'acquérir une première expérience professionnelle au cours de laquelle il appréhendera plusieurs aspects du métier d'ingénieur dont la maîtrise du contenu scientifique et technique, la prise en compte du contexte humain, l'appropriation du positionnement du projet au sein de l'entreprise, la force de proposition et la capacité de négociation. Le stage donne lieu à un rapport et une soutenance.

Contact pour les stages du département Matériaux de Polytech Grenoble :

Première année : Laurent Gonon, Professeur

email : laurent.gonon@ujf-grenoble.fr

Deuxième et troisième année : Eric Beaugnon, Professeur

email : eric.beaugnon@ujf-grenoble.fr

## KAMAXM02 - PROJET TECHNOLOGIQUE

### Objectifs

Répondre à un besoin concret défini par une entreprise ou un laboratoire en équipe de 3 à 4 étudiants pendant une durée de 2 mois de fin janvier à fin mars (soit 200h).

### Intended learning outcomes

To meet a concrete need defined by a company or a laboratory in a team of 3 to 4 students for a period of 2 months from the end of January to the end of March (200 hours).

### Pré-requis

Cours de 3ème, 4ème et 5ème année dans les domaines proposés par le sujet.

### Prerequisites

3rd, 4th and 5th year courses in the fields proposed by the subject.

### Plan du cours

Les sujets sont proposés par des entreprises ou des laboratoires pour répondre à leur besoin dans:

la réalisation d'un cahier des charges  
une étude bibliographique  
la participation à une étude de cas  
la mise en place d'essais  
le développement d'une solution, d'une maquette ou d'un prototype  
dans les domaines des matériaux.

Les étudiants doivent rédiger un résumé en anglais, un rapport en français et présenter leurs résultats lors d'une soutenance en anglais.

### Course content

The topics are proposed by companies or laboratories to meet their needs in:

the production of specifications  
a bibliographical study  
participation in a case study  
the implementation of tests  
the development of a solution, model or prototype  
in the field of materials.

### Bibliographie

Dépend du sujet

### Course literature

related to the topics