

# SCIENCE ET GÉNIE DES MATÉRIAUX

## SOMMAIRE

### INTRODUCTION

### PROGRAMME

#### 1 . UE 1 : Science des matériaux

- 1.1 Physique
- 1.2 Chimie
- 1.3 Matériaux
- 1.4 Mécanique

#### 2 . UE 2 : Génie des matériaux

- 2.1 Conception des pièces et des outillages
- 2.2 Métaux et alliages, céramiques / verres minéraux
- 2.3 Polymères, produits multi-matériaux
- 2.4 Maîtrise des procédés

#### 3 . UE 3 : Langages fondamentaux

- 3.1 Langue vivante : anglais
- 3.2 Traitement de l'information, expression, connaissance de l'entreprise
- 3.3 Mathématiques
- 3.4 Documentation technique

#### 4 . UE 4 : Projets tutorés et stages

- 4.1 Projets tutorés
- 4.2 Stages

### HORAIRES ET COEFFICIENTS

### MODALITÉS DE CONTRÔLE DES CONNAISSANCES ET DES APTITUDES

## INTRODUCTION

Les permanentes recherches scientifiques et technologiques proposent sans cesse de nouveaux matériaux et de nouveaux procédés de transformation et confortent ceux qui sont devenus traditionnels.

Pour cette raison, en liant science et génie des matériaux, la formation doit, en sus du traditionnel, répondre aux nouveaux besoins nés de l'évolution contemporaine des matériaux.

Les matériaux sont la base des préoccupations de l'industrie de la conception à la production :

- Dès la conception du produit, du choix du matériau dépend la réponse aux exigences d'usage, d'utilisation,
- Au départ de la production, l'identification et le contrôle de la matière première garantissent le rendement du processus de transformation,
- Pendant la fabrication, le procédé de transformation doit intégrer l'évolution des caractéristiques du matériau,
- Enfin, il faut contrôler la conformité du produit fini...

Devant la nécessité, afin de répondre aux attentes industrielles, de connaître les propriétés physico-chimiques des matériaux et d'en maîtriser le comportement pendant son processus de mise en œuvre et son utilisation, la formation se doit d'être pluridisciplinaire et généraliste au sens où elle doit comporter des bases suffisamment larges pour traiter de la diversité des matériaux.

### PROGRAMME

L'enseignement de base ou "Science des matériaux" fait appel aux notions fondamentales et met l'accent sur les relations structures-propriétés. L'objectif est double : permettre aux étudiants d'acquérir des connaissances scientifiques suffisantes pour appréhender le comportement du matériau pendant sa transformation et d'assurer l'évolution du niveau de responsabilité en entreprise.

La multiplicité des matériaux disponibles fait que la conception des pièces et l'utilisation des matériaux évoluent simultanément. On part de plus en plus de la fonction à remplir, on choisit ensuite non seulement le matériau mais aussi son procédé de mise en œuvre. Ce choix s'effectue à partir de considérations techniques, économiques et d'environnement rassemblées dans un cahier des charges. Cette évolution est favorable à l'apparition d'associations de matériaux, de multimatériaux et permet de répondre à un ensemble de conditions souvent contradictoires de mise en œuvre et de tenue en service...

L'aspect "transformation" ou "Génie des matériaux" sur la base des grands procédés représentatifs de mise en œuvre est développé sur le plan du comportement du matériau et de la modification de ses caractéristiques, en intégrant l'évolution des produits traditionnels et le développement de produits plus récents.

La spécialité Science et génie des matériaux est issue des besoins industriels actuels. Le contenu pédagogique exprime ce que l'on doit exiger d'un point de vue professionnel du titulaire d'un DUT en Science et génie des matériaux et, en conséquence, définit sa place dans l'entreprise. Les matériaux intéressent plusieurs fonctions de l'entreprise comme le bureau d'études, les méthodes, la qualité, la production, les laboratoires... offrant une large palette de débouchés.

En dehors de son stage industriel de 10 semaines minimum, l'étudiant gardera le contact avec l'industrie par les visites d'entreprises et l'activité de synthèse ou projet tutoré conduisant à un projet concrètement réalisé à partir d'un sujet industriel. Ces activités permettront d'appréhender certains matériaux et procédés spécifiques et en développement.

#### ADAPTATION LOCALE DU CONTENU PÉDAGOGIQUE

Le contenu local ne doit pas nuire au maintien d'une formation de référence propre à assurer l'identité de la spécialité Science et génie des matériaux.

Le pourcentage d'adaptation ne devra pas excéder 10% des 1800 heures et respecter la règle suivante : aucune des 6 rubriques de l'unité d'enseignement génie des matériaux ne doit être inférieure à 5% et supérieure à 25% du volume horaire global de l'unité d'enseignement génie des matériaux.

Pour garantir la validité du tronc commun SGM, les chapitres ajoutés ou enlevés au titre du contenu local devront être identifiés.

#### MODULES CAPITALISABLES

La liste des modules capitalisables prévue par l'arrêté du 20 avril 1994 sera fixée ultérieurement par arrêté ministériel.

#### PLAN GÉNÉRAL

Les enseignements sont regroupés en 3 unités d'enseignement subdivisées en disciplines enseignées sur 2 années d'études :

- Science des Matériaux
- Génie des Matériaux
- Langages fondamentaux

A ces unités s'ajoute en seconde année une unité constituée des projets tutorés et des stages.

##### UE 1 : Science des matériaux

Physique

Chimie

Matériaux

Mécanique

. Mécanique des milieux déformables

. Mécanique des milieux indéformables

##### UE 2 : Génie des matériaux

Conception des pièces et outillages

Métaux et alliages

Céramiques et verres minéraux

Polymères

Produits multi-matériaux

Maîtrise des procédés

##### UE 3 : Langages fondamentaux

Langue vivante

Traitement de l'information

Expression, Connaissance de l'entreprise

Mathématiques

Documentation technique

##### UE 4 : Projets tutorés et stages

Projets tutorés

Stages

##### UE 1 : Science des matériaux

La science des matériaux est une matière transdisciplinaire s'appuyant sur les outils fondamentaux que sont les mathématiques, la physique et la chimie, en familiarisant les étudiants avec les modèles fondamentaux les plus importants. Cette discipline doit permettre une compréhension des relations structure-propriétés tout au long du processus d'élaboration, de mise en œuvre, de caractérisation et

de contrôle des matériaux.

### 1.1 Physique

Donner les bases de compréhension sur l'organisation de la matière et ses conséquences sur les propriétés optiques, magnétiques, mécaniques ... Maîtriser les méthodes de caractérisation et de contrôle des matériaux (ex : contrôle non destructif, ultrasons, émission acoustique ...). Établir les bases de transfert de masse et de chaleur nécessaires aux modules de transformation des matériaux.

#### 1.1.1 Caractérisation des grandeurs physiques, scalaires et non scalaires

1.1.1.1 Unités

1.1.1.2 Dimensions

1.1.1.3 Repères

1.1.1.4 Introduction aux vecteurs

#### 1.1.2 Électrostatique - Électrocinétique - Électromagnétisme - Électronique analogique

1.1.2.1 Électricité

1.1.2.1.1 Électrostatique

1.1.2.1.2 Électrocinétique

1.1.2.1.3 Électromagnétisme

1.1.2.2 Électronique analogique

#### 1.1.3 Propagation des ondes

1.1.3.1 Phénomènes de propagation

1.1.3.2 Optique

1.1.3.2.1 Optique géométrique

1.1.3.2.2 Optique ondulatoire

1.1.3.2.3 Ondes électromagnétiques - Lumière polarisée.

1.1.3.2.4 Microscopies optique et électronique.

1.1.3.3 Acoustique

1.1.3.3.1 Son

1.1.3.3.2 Ultrasons

#### 1.1.4 Transfert de chaleur et de masse

1.1.4.1 Thermique

1.1.4.1.1 Définitions générales

1.1.4.1.2 Transferts conductifs

1.1.4.1.3 Transferts convectifs

1.1.4.1.4 Transferts radiatifs

1.1.4.1.5 Équation de propagation de la chaleur 1D : régime permanent

1.1.4.1.6 Équation de propagation de la chaleur 1D : régime transitoire

1.1.4.2 Mécanique des fluides

1.1.4.2.1 Définition d'un fluide

1.1.4.2.2 Statistique des fluides

1.1.4.2.3 Dynamique des fluides

1.1.4.2.4 Fluides réels : nombre de Reynolds

1.1.4.3 Diffusion dans les solides

#### 1.1.5 Propriétés physiques des matériaux

1.1.5.1 Mécaniques

1.1.5.2 Thermiques

1.1.5.3 Électroniques

1.1.5.4 Magnétiques

1.1.5.5 Optiques

### 1.2 Chimie

Le Module "Chimie" a pour objectif d'établir les bases de la thermodynamique et de l'atomistique pour la compréhension des réactions chimiques, de l'organisation à l'état solide de la matière et des propriétés des matériaux (organiques et inorganiques). Ainsi, les réactions chimiques de métallurgie extractive et des processus de corrosion seront abordées. Les grandes classes de matériaux seront présentées au travers de la classification périodique, ainsi que les états physiques de la matière à l'état solide (cristallin, amorphe). Enfin, une introduction à la chimie organique permettra d'aborder la synthèse des polymères et de comprendre les mécanismes à l'origine de leur dégradation.

#### 1.2.1 Thermodynamique

1.2.1.1 Les fonctions de base de la thermodynamique : 1er principe

1.2.1.2 Deuxième principe - notion d'entropie

1.2.1.3 Enthalpie libre - Loi d'action de masse - équilibre chimique

1.2.1.4 Équilibre solide-vapeur : aspect thermodynamique de la corrosion sèche et de la métallurgie extractive

#### 1.2.2 Application aux équilibres en solution : Électrochimie

1.2.2.1 Les couples Rédox

1.2.2.2 La formule de Nernst

1.2.2.3 Les différents types d'électrode

1.2.2.4 Les diagrammes pH-

1.2.2.5 Introduction aux générateurs électrochimiques

#### 1.2.3 Atomistique et classification périodique

1.2.3.1 Atomistique

1.2.3.2 Classification périodique

**1.2.4 Les forces de cohésion : Les grandes classes de solides**

## 1.2.4.1 Les forces de cohésion de la matière

## 1.2.4.2 La liaison covalente

## 1.2.4.3 Les liaisons ioniques et métalliques

## 1.2.4.4 Les liaisons secondaires

**1.2.5 États physiques des matériaux**

## 1.2.5.1 Notions d'ordre et de désordre

## 1.2.5.2 Arrangement des atomes dans les solides

## 1.2.5.3 Description de l'état cristallin parfait

## 1.2.5.4. Description de l'état amorphe - Notion de Tg

**1.3 Matériaux : leçon de choses**

Le module "Matériaux" constitue le fil conducteur de la formation SGM. Ainsi, en première année, l'objectif de ce module est d'initier, au travers d'exemples de cas simples et concrets, aux critères qui régissent le choix des matériaux pour la réalisation d'un produit. Dans ce but, une présentation générale de la démarche suivie sera présentée en définissant de façon concrète la notion de cahier des charges, intégrant tout à la fois les aspects technologiques, économiques et environnementaux (problèmes de la durabilité et du recyclage des matériaux). En deuxième année, ce module est dévolu à la synthèse des connaissances acquises au travers d'études de cas concrets.

## 1.3.1 Classification des matériaux

## 1.3.2 Critères de choix des matériaux dans la conception

## 1.3.3 Coût et disponibilité des matériaux

## 1.3.4 Études de cas

## 1.3.5 Méthodes de caractérisation des matériaux

Présentation des principes de caractérisation et applications dans le cadre des projets matériaux.

## 1.3.5.1 Introduction aux problèmes des normes et certifications

## 1.3.5.2 Méthodes de contrôle physico-chimique des matériaux

## 1.3.5.2.1 Générales

## 1.3.5.2.2 Spécifiques à l'analyse de surface

## 1.3.5.2.3 Spécifiques à l'analyse des polymères

## 1.3.5.3 Méthodes de contrôle mécanique des matériaux

## 1.3.5.3.1 Analyse des propriétés de volume

## 1.3.5.3.1.1 Essais de traction, compression, flexion, cisaillement

## 1.3.5.3.1.2 Essais de choc

## 1.3.5.3.1.3 Essais de fluage et de relaxation de contrainte

## 1.3.5.3.1.4 Essais de fatigue

## 1.3.5.3.2 Analyse des propriétés de surface

## 1.3.5.3.2.1 Essais de dureté

## 1.3.5.3.2.2 Essais de frottement usure

## 1.3.5.4 Méthodes de contrôle non destructif des pièces ou produits finis

## 1.3.5.4.1 Générales

## 1.3.5.4.2 Spécifiques aux pièces et assemblages métalliques

## 1.3.5.5 Tableau récapitulatif

## 1.3.5.5.1 Matériaux

## 1.3.5.5.2 Géométrie : Surface, Volume

## 1.3.5.5.3 Échelles de mesure

## 1.3.5.5.4 Contrôle non destructif, contrôle destructif

## 1.3.6 Matériaux et environnement

Être sensibilisé à l'impact sur l'environnement des matériaux (toxicité, dégradation...) et aux réglementations associées. Pouvoir comprendre un écobilan et connaître les méthodes et démarches de recyclage et de valorisation des matériaux.

## 1.3.6.1 Se protéger et protéger l'environnement : enjeux écologiques et réglementation

## 1.3.6.1.1 Toxicité des produits

## 1.3.6.1.2 Enjeux écologique

## 1.3.6.1.3 Réglementations

## 1.3.6.2 Analyse du cycle de vie d'un produit

## 1.3.6.2.1 Principe de l'écobilan et application

## 1.3.6.3 Recyclage et valorisation des matériaux

## 1.3.6.3.1 Le recyclage des matériaux - état de l'art et méthodes par catégorie de matériaux

## 1.3.6.3.2 La valorisation énergétique des matériaux

## 1.3.6.3.3 Conception et recyclage : les règles à respecter

## 1.3.6.3.4 Les étapes de traitement des déchets

**1.4 Mécanique****1.4.1 Mécanique des milieux indéformables**

## 1.4.1.1 Statique du solide et des systèmes de solides

## 1.4.1.2 Cinématique du point

## 1.4.1.3 Dynamique du point

## 1.4.1.4 Dynamique du solide dans des cas simples

## 1.4.1.5 Vibrations : Phénomènes de vibrations simples et vibrations avec amortissement

**1.4.2 Mécanique des milieux déformables**

## 1.4.2.1 Notions de base

- 1.4.2.1.1 Etude géométrique de la déformation
- 1.4.2.1.2 Etat de contrainte en un point
- 1.4.2.1.3 Lois de comportement
- 1.4.2.1.4 Critère de résistance - Sécurité
- 1.4.2.1.5 Analyse expérimentale des contraintes
- 1.4.2.2 Suite dans le centre génie des matériaux "Dimensionnement mécanique"
- 1.4.2.3 Bases de mécanique des milieux continus (commun avec rhéologie)
- 1.4.2.4 Suite dans le centre génie des matériaux "Rhéologie"

UE 2 : Génie des matériaux

### 2.1 Conception des pièces et des outillages : méthodologie de conception

Objectif : Participer à la conception des pièces et à l'élaboration des outillages

Établir et exploiter un cahier des charges sur la base de l'analyse fonctionnelle.

Participer à la conception des pièces et à l'élaboration des outillages.

Faire une étude de faisabilité à partir d'un dimensionnement mécanique et/ou thermique.

Faire des propositions argumentées de choix de matériaux, matériels, technologies, procédures, procédés.

#### 2.1.1 Aspect méthodologique

- 2.1.1.1 Démarche Analyse de la Valeur,
- 2.1.1.2 Cahier des charges fonctionnel,
- 2.1.1.3 Règles de dimensionnement,
- 2.1.1.4 Règles de conception fonctionnelle,
- 2.1.1.5 Recherche de solutions,
- 2.1.1.6 Qualité, assurance qualité, conformité...
- 2.1.1.7 Design,
- 2.1.1.8 Certification, normalisation...
- 2.1.1.9 Innovation, propriété industrielle, brevets...

#### 2.1.2 Dimensionnement mécanique

CAO pièces, calcul de structures, banques de données, logiciels de calcul...

- 2.1.2.1 Traction-Compression
- 2.1.2.2 Flexion plane simple
- 2.1.2.3 Cisaillement
- 2.1.2.4 Torsion
- 2.1.2.5 Sollicitations combinées dans les poutres
- 2.1.2.6 Flambement des poutres comprimées
- 2.1.2.7 Extensiométrie
- 2.1.2.8 Sollicitations composées
- 2.1.2.9 Critère de rupture
- 2.1.2.10 Comportement en fatigue
- 2.1.2.11 Mécanique des contacts
- 2.1.3 Influence de la température
- 2.1.4 Étude de faisabilité
- 2.1.4.1 Technologies et de produits nouveaux.
- 2.1.4.2 Réalisation de prototypes, simulation industrielle...
- 2.1.4.3 Analyse des process et des conditions de production.
- 2.1.4.4 Evaluation des logiciels pour la conception, l'automatisation des outillages, la qualité des pièces...

### 2.2 Métaux et alliages - Céramiques / verres

Identifier et caractériser les différents matériaux métalliques industriels et leur composition. Connaître les structures micro et macrographiques.

#### 2.2.1 Métaux et alliages

- 2.2.1.1 Métallurgie physique
- 2.2.1.1.1 Structure et organisation des solides
- 2.2.1.1.2 La solidification des métaux et alliages : diagramme de phase
- 2.2.1.1.3 Cinétique des transformations dans les métaux et les alliages à l'état solide - microstructure
- 2.2.1.1.4 Application de la diffusion dans les alliages à l'état solide
- 2.2.1.1.5 Les défauts de la structure cristalline
- 2.2.1.1.6 Les transformations allotropiques
- 2.2.1.1.7 Précipitation dans les solides métalliques
- 2.2.1.1.8 Transformations eutectoides martensitiques et bainitiques
- 2.2.1.1.9 Traitements thermiques
- 2.2.1.2 Propriétés et durabilité
- 2.2.1.2.1 Plasticité
- 2.2.1.2.2 Duretés Rockwell, Vickers et Brinell
- 2.2.1.2.3 Durabilité : corrosion, fatigue, usure
- 2.2.1.2.4 Contrôle qualité
- 2.2.1.3 Mise en œuvre des métaux et alliages métalliques
- 2.2.1.3.1 Formage à chaud
- 2.2.1.3.2 Formage à froid

- 2.2.1.3.3 Fonderie
- 2.2.1.3.4 Procédés par enlèvement de matière
- 2.2.1.3.5 Traitement et revêtement de surface
- 2.2.1.3.6 Assemblage : soudage et collage

### 2.2.2 Céramiques et verres minéraux

L'objectif de ce module est de donner une vision générale des différents types de céramiques et verres minéraux et de leurs propriétés spécifiques.

L'accent est mis sur les propriétés physiques en général et en particulier sur les propriétés mécaniques, thermiques, tribologiques et optiques (verres minéraux).

Quelques données de base concernant la production et la mise en forme des céramiques et des verres viendront compléter l'initiation à ce type de matériau.

- 2.2.2.1 Céramiques et verres typiques - applications
  - 2.2.2.1.1 Verres
  - 2.2.2.1.2 Céramiques vitrifiées
  - 2.2.2.1.3 Céramiques techniques hautes performances
  - 2.2.2.1.4 Ciment et béton
  - 2.2.2.1.5 Céramiques naturelles
  - 2.2.2.1.6 Composites à base de céramiques
- 2.2.2.2 Propriétés générales des céramiques
  - 2.2.2.2.1 Liaisons et structure
  - 2.2.2.2.2 Céramiques ioniques et covalentes
  - 2.2.2.2.3 La silice et les silicates
  - 2.2.2.2.4 Alliages de céramiques
  - 2.2.2.2.5 Microstructure des céramiques
- 2.2.2.3 Verres minéraux
  - 2.2.2.3.1 Solides amorphes
  - 2.2.2.3.2 Températures caractéristiques
    - 2.2.2.3.2.1 Température de fusion
    - 2.2.2.3.2.2 Température de mise en forme
    - 2.2.2.3.2.3 Température de ramollissement
    - 2.2.2.3.2.4 Température de recuit
    - 2.2.2.3.2.5 Température de transition vitreuse
    - 2.2.2.3.2.6 Température de tension
  - 2.2.2.3.3 Formateurs et modificateurs de réseau
  - 2.2.2.3.4 Propriétés générales des verres
    - 2.2.2.3.4.1 Propriétés optiques
    - 2.2.2.3.4.2 Propriétés thermiques
    - 2.2.2.3.4.3 Propriétés mécaniques
  - 2.2.2.3.5 Vitrocéramiques
    - 2.2.2.3.5.1 Coefficient de dilatation linéique
    - 2.2.2.3.5.2 Propriétés électriques
    - 2.2.2.3.5.3 Propriétés tribologiques
    - 2.2.2.3.5.4 Usinabilité
- 2.2.2.4 Propriétés mécaniques des céramiques
  - 2.2.2.4.1 Module d'élasticité
  - 2.2.2.4.2 Résistance mécaniques
  - 2.2.2.4.3 Dureté
  - 2.2.2.4.4 Résistance à la rupture
  - 2.2.2.4.5 Résistance aux chocs thermiques
  - 2.2.2.4.6 Fluage des céramiques
  - 2.2.2.4.7 Propriétés tribologiques
- 2.2.2.5 Production, mise en forme et assemblage des céramiques
  - 2.2.2.5.1 Production et fabrication des céramiques techniques
  - 2.2.2.5.2 Production et mise en forme du verre
  - 2.2.2.5.3 Production et mise en forme des terres cuites
  - 2.2.2.5.4 Amélioration des performances des céramiques

### 2.3 Polymères - Produits multi-matériaux

#### 2.3.1 Polymères

L'objectif de ce module est d'appréhender les matériaux polymères en terme de structure chimique et physique, de propriétés d'usage et de mise en oeuvre. Dans une première étape, les grandes familles de polymères seront présentées ainsi que les transitions caractéristiques et les propriétés physiques et mécaniques de chacune d'elles. Dans une seconde étape, les méthodes de mise en oeuvre des polymères seront présentées, en particulier les principaux procédés de transformation (injection, extrusion ...), les additifs et adjuvants ainsi que les méthodes de conception des pièces et outillages.

- 2.3.1.1 Introduction à la chimie organique et macromoléculaire
  - 2.3.1.1.1 Bases de la chimie organique appliquée à la chimie macromoléculaire
  - 2.3.1.1.2 Polymérisation
  - 2.3.1.2 Classification et températures caractéristiques

- 2.3.1.2.1 Thermoplastiques
  - 2.3.1.2.1.1 Amorphe
  - 2.3.1.2.1.2 Semi-cristallin
- 2.3.1.2.2 Thermodurcissables
- 2.3.1.2.3 Élastomères
- 2.3.1.2.4 Principales familles de polymères
- 2.3.1.3 Propriétés du matériau
  - 2.3.1.3.1 Densité
  - 2.3.1.3.2 Propriétés thermiques
    - 2.3.1.3.2.1 Dilatation thermique
    - 2.3.1.3.2.2 Enthalpie, Cp, Tg, températures spécifiques
    - 2.3.1.3.2.3 Vicat, HDT
  - 2.3.1.3.3 Propriétés mécaniques
    - 2.3.1.3.3.1 Module d'Young (sens de l'écoulement, sens transversal)
    - 2.3.1.3.3.2 Coefficient de Poisson
    - 2.3.1.3.3.3 Module de compressibilité (PVT), retrait
    - 2.3.1.3.3.4 Choc
  - 2.3.1.3.4 Propriétés rhéologiques
    - 2.3.1.3.4.1 Loi de comportement newtonien :
      - 2.3.1.3.4.1.1 Définition d'un fluide newtonien
      - 2.3.1.3.4.1.2 Ordres de grandeur
      - 2.3.1.3.4.1.3 Équations Navier Stokes
    - 2.3.1.3.4.2 Loi de comportement pseudo-plastique
      - 2.3.1.3.4.2.1 Description de la loi puissance
      - 2.3.1.3.4.2.2 Écoulement de Poiseuille tube
    - 2.3.1.3.4.3 Rhéométrie capillaire
      - 2.3.1.3.4.3.1 Description
      - 2.3.1.3.4.3.2 Courbes de viscosité
      - 2.3.1.3.4.3.3 Paramètres influents
    - 2.3.1.3.4.4 Loi de comportement dépendant du temps : viscoélasticité linéaire
      - 2.3.1.3.4.4.1 Introduction
      - 2.3.1.3.4.4.2 Viscoélasticité des liquides
      - 2.3.1.3.4.4.3 Comportement d'un élément de maxwell
      - 2.3.1.3.4.4.4 Notions de fluage, relaxation
      - 2.3.1.3.4.4.5 Superposition temps-température
    - 2.3.1.3.4.5 Conséquences en conception de pièce et mise en oeuvre
  - 2.3.1.3.5 Propriétés de surfaces
    - 2.3.1.3.5.1 Dureté, microdureté
    - 2.3.1.3.5.2 Énergie de surface et adhésion
  - 2.3.1.3.6 Durabilité
  - 2.3.1.3.7 Adjuvants, additifs, stabilisants, coloration, charges
- 2.3.1.4 Mise en oeuvre des polymères
  - 2.3.1.4.1 Techniques de transformation
    - 2.3.1.4.1.1 Injection
    - 2.3.1.4.1.2 Compression
    - 2.3.1.4.1.3 Thermoformage
    - 2.3.1.4.1.4 Extrusion
    - 2.3.1.4.1.5 Soufflage
    - 2.3.1.4.1.6 Rotomoulage
  - 2.3.1.4.2 Paramètres de mise en oeuvre
  - 2.3.1.4.3 Étude de cas : matériaux / procédés
    - 2.3.1.4.3.1 Conception des pièces
      - 2.3.1.4.3.1.1 Cycle de vie d'un produit
      - 2.3.1.4.3.1.2 Conception des pièces plastiques
        - 2.3.1.4.3.1.2.1 Règles générales
        - 2.3.1.4.3.1.2.2 Optimisation
        - 2.3.1.4.3.1.2.3 Choix du procédé : forme, dimension, série cadence, coût, tolérances dimensionnelles
        - 2.3.1.4.3.1.2.4 Choix du matériau
      - 2.3.1.4.3.1.2.5 Optimisation de la pièce, de l'outillage et du process
    - 2.3.1.4.3.2 Conception des outillages
      - 2.3.1.4.3.2.1 Analyse du procédé : fonctions des outillages
      - 2.3.1.4.3.2.2 Simulation du procédé
        - 2.3.1.4.3.2.2.1 Analyse de remplissage
        - 2.3.1.4.3.2.2.2 Analyse thermique
        - 2.3.1.4.3.2.2.3 Analyse du retrait et gauchissement
        - 2.3.1.4.3.2.2.4 Facteurs influents
      - 2.3.1.4.3.2.3 Réalisation des outillages

**2.3.1.4.4 Méthodes d'assemblage****2.3.2 Produits multi-matériaux**

L'industrie a besoin de compétences multi-matériaux, pour concevoir des fonctions en associant les matériaux les plus adéquats pour répondre aux contraintes techniques et économiques du cahier des charges. L'objectif du module "Produits multi-matériaux" est de donner les connaissances nécessaires pour répondre à ce besoin : les matériaux composites, les structures sandwich, leur mise en œuvre et le dimensionnement des structures correspondantes ainsi que les techniques d'assemblage. Le contenu de l'enseignement donnera également à l'étudiant les compétences nécessaires par la maîtrise de l'approche de faisabilité technico-économique, pour proposer et concevoir des fonctions multi-matériaux.

**2.3.2.1 Conception multifonctions****2.3.2.1.1 Définition des multi-matériaux****2.3.2.1.2 Propriétés recherches - Aspect technico-économique :****2.3.2.1.2.1 Les propriétés - Action de remplacement ou de synergie****2.3.2.1.2.2 Les grands domaines d'application****2.3.2.1.3 Problème posé par l'assemblage de matériaux de natures différentes. Interface. Cohésion****2.3.2.2 Les constituants des matériaux composites****2.3.2.2.1 Les matrices****2.3.2.2.2 Les renforts****2.3.2.2.3 Les charges****2.3.2.3 Les composites et leurs procédés de mise en œuvre****2.3.2.3.1 Les composites à matrice thermodurcissable****2.3.2.3.2 Les composites à matrice thermoplastique****2.3.2.3.3 Contrôles spécifiques****2.3.2.3.4 Autres composites****2.3.2.4 Matériaux sandwich****2.3.2.5 Mécanique des multi-matériaux****2.3.2.5.1 Dimensionnement des composites****2.3.2.5.2 Dimensionnement des structures sandwich****2.4 Maîtrise des procédés**

Mettre en œuvre des machines de production représentatives des procédés de mise en forme des matériaux industriels les plus répandus. Approcher la conduite de machines automatisées. Connaître les éléments d'une chaîne de mesures industrielles. Mettre en œuvre une chaîne de mesures en partant du capteur jusqu'à l'acquisition de données. Exploiter les résultats de contrôle dimensionnels de la mesure manuelle à la mesure tridimensionnelle automatisée.

Acquérir une compétence opérationnelle sur les méthodes générales de contrôles. Maîtriser les outils de base du contrôle qualité.

**2.4.1 Gestion d'une production automatisée****2.4.1.1 Partie opératoire structure d'un système automatisé actionneurs****2.4.1.2 Partie dialogue****2.4.1.3 Partie commande****2.4.1.4 Concepts généraux d'asservissement****2.4.1.5 Méthodes et applications****2.4.1.6 La logistique****2.4.2 Mesures industrielles**

En application des notions de physiques développées en science des matériaux

**2.4.2.1 Définition du vocabulaire de métrologie : précision, résolution, linéarité,....****2.4.2.2 Appareils analogiques, numériques, techniques de quantification.****2.4.2.3 Mesure d'une tension, d'un courant, d'une résistance avec un multimètre. Circuit de branchement.****2.4.2.4 Capteurs industriels actifs et passifs, type de technologie, principe de mesure physique (capacitif, résistif,...)****2.4.2.5 Signaux électriques industriels porteurs de l'information. Courant 0-20 ma, 0-5 v.****2.4.2.6 Mesures des températures.****2.4.2.7 Mesures des pressions, débits, forces.****2.4.2.8 Mesures des déplacements.****2.4.2.9 Notion de chaînes de mesure, liaisons informatiques série, parallèle****2.4.3 Contrôle dimensionnel des pièces ou produits finis****2.4.3.1 Normalisation****2.4.3.2 Instrumentation pour mesure - les différents types de défauts****2.4.3.3 L'outil statistique****2.4.3.4 Le contrôle réception****2.4.4 Qualité : méthodes générales de contrôle****2.4.4.1 Outils d'analyse****2.4.4.2 L'ordonnancement****2.4.4.3 La maintenance****2.4.4.4 Qualité****2.4.4.5 Maîtrise statistique des procédés****2.4.4.6 Métrologie : contrôle dimensionnel des produits finis**

UE 3 : Langages fondamentaux

**3.1 Langue vivante : anglais**

Évoluer dans un environnement européen. Exploiter l'anglais à usage professionnel.

Acquérir un niveau suffisant pour permettre la communication et la lecture de documentations techniques. Transmettre le vocabulaire de la structure organisationnelle d'une entreprise (par exemple : administration, service commercial, bureau d'études...).

3.1.1 Entraînement à la communication orale, écrite et à la lecture de documentations.

3.1.2 Développement de l'anglais à usage professionnel

### 3.2 Traitement de l'information, expression, connaissance de l'entreprise

Permettre l'exploitation de matériels informatiques. Permettre l'utilisation de logiciels de base ou spécifiques. Savoir rédiger un document de communication (procès-verbal, cahier des charges, compte rendu d'essais, rapports d'expertises, mémoires...).

3.2.1 Traitement de l'information

3.2.1.1 Connaissances générales des matériels et logiciels

3.2.2.1 Connaissances appliquées

L'enseignement de l'informatique n'a pas pour finalité l'apprentissage de l'algorithmique en tant que discipline mais il doit permettre à l'étudiant d'aborder les problèmes avec méthode et d'acquérir des notions suffisantes pour créer des programmes ne justifiant pas l'intervention d'un informaticien professionnel. Il n'est pas prévu de cours systématique, mais seulement 2 à 3 séances dans l'année.

3.2.2.1.1 Informatique à usage de bureautique (procès-verbal, cahier des charges, compte rendu d'essais, rapports d'expertises, mémoires).

3.2.2.1.2 Informatique à usage scientifique et technique : application mathématique aux données expérimentales.

3.2.2 Expression

Le contenu de cette formation est essentiellement pratique et directement appliqué aux activités professionnelles. Les objectifs principaux sont :

- Informer sur les techniques de communication et d'expression (oral, écrit, supports multimédias...),

- Préparer et conduire une réunion (techniques et matériels pour organiser, définir des objectifs, faire la synthèse des résultats).

- Former aux méthodes et outils de la conduite de projet (planning et budget prévisionnels, diagnostic, cahier des charges, groupe de travail...),

- Préparer à la recherche d'emploi (courrier, CV, entretien).

3.2.2.1 Techniques d'expression et de communication

3.2.2.2 Conduite de projet

3.2.2.2.1 Concepts généraux

3.2.2.2.2 Cahier des charges

3.2.2.2.3 Recherche de solutions

3.2.2.2.4 Gestion des coûts

3.2.2.2.5 Planning prévisionnel

3.2.2.3 Qualité (démarche qualité en entreprise)

3.2.3 Connaissance de l'entreprise

Il s'agit de préparer l'insertion de l'étudiant dans le milieu professionnel sur les plans juridique, organisationnel et économique de l'entreprise.

- Présenter les formes juridiques et économiques,

- Situer l'étudiant dans la structure organisationnelle et opérationnelle d'une entreprise, d'un établissement,

- Informer sur les droits et devoirs des salariés et des employeurs...

3.2.3.1 Structure de l'entreprise

3.2.3.2 Économie d'entreprise et de son environnement

3.2.3.3 Législation et droit du travail

3.2.3.4 Techniques de recrutement

### 3.3 Mathématiques et statistiques

L'enseignement des mathématiques doit répondre à deux préoccupations :

- permettre la maîtrise des outils nécessaires à l'étude de la science des matériaux et à l'exploitation des mesures

- dispenser un enseignement de fond indispensable à l'évolution des connaissances et au développement du sens critique.

Deux qualités doivent être acquises :

- technique : savoir calculer

- méthode : savoir raisonner

Il faut illustrer le cours de mathématiques par des exemples de physique.

3.3.1 Révisions

3.3.1.1 Trigonométrie

3.3.1.2 Complexes

3.3.1.3 Dérivations

3.3.2 Polynômes et fractions rationnelles

3.3.3 Fonctions circulaires

3.3.3.1 Réciproques

3.3.3.2 Fonctions hyperboliques

3.3.4 Calcul intégral

3.3.4.1 Méthodes générales

3.3.4.2 Intégrales généralisées

3.3.4.3 Équations différentielles du premier ordre et du deuxième homogène, linéaires et équations particulières

3.3.5 Fonctions de plusieurs variables, dérivées partielles

3.3.6 Applications linéaires, changement de base. Calcul matriciel

3.3.6.1 Système linéaire

3.3.6.2 Inverse et diagonalisation d'une matrice

3.3.6.3 Espaces vectoriels, sous-espaces, bases. Vecteurs, torseurs avec finalité mécanique

- 3.3.7 Développements limités
- 3.3.8 Courbes planes en coordonnées paramétriques
- 3.3.9 Suites et séries
- 3.3.10 Statistiques
  - 3.3.10.1 Statistiques simples à une variable
  - 3.3.10.2 Statistiques à deux dimensions
  - 3.3.10.3 Probabilités simples (univers finis)
  - 3.3.10.4 Probabilités conditionnelles, indépendance
  - 3.3.10.5 Variables aléatoires discrètes, espérance, variance
  - 3.3.10.6 Loi binomiale
  - 3.3.10.7 Loi de Poisson
  - 3.3.10.8 Loi normale
  - 3.3.10.9 Échantillonnage
  - 3.3.10.10 Estimation
  - 3.3.10.11 Tests d'hypothèse
  - 3.3.10.12 Test de conformité à une loi : Khi-deux, Student
  - 3.3.10.13 Plans d'expérience

### 3.4 Documentation technique

#### 3.4.1 Objectif

Savoir chercher et trouver l'information technique. Acquérir une vision dans l'espace d'objets techniques, une culture technologique suffisante pour exploiter la documentation technique d'appareils ou machines spécialisées.

#### 3.4.2 Contenu

- 3.4.2.1 Lecture de dessins techniques, schématique des liaisons mécaniques, notices, documents...
- 3.4.2.2 Reconnaissances de composants dans les domaines du vide, de la mécanique, de la thermique, de l'étanchéité...
- 3.4.2.3 Connaître les sources d'informations et de compétence.
- 3.4.2.4 Exploitation de banques de données, d'annuaires...

#### 3.4.3 Supports

- 3.4.3.1 Initiation à la DAO.
- 3.4.3.2 Lecture de documents d'appareils de mesure, de moules...

UE 4 : Projets tutorés et stages

### 4.1 Projets tutorés

Afin d'enrichir la formation dans le domaine technologique, les projets tutorés permettent l'acquisition de savoir-faire complémentaires dans le domaine de la spécialité Matériaux.

En première année, les projets tutorés proposeront aux étudiants des activités visant à l'étude et l'analyse de documents techniques, de techniques d'analyse et de caractérisation des matériaux, de systèmes et produits industriels. Ils permettront l'initiation et la conduite de projet, de travail en groupe, de recherche d'information.

En seconde année, les étudiants auront la responsabilité de l'élaboration d'un cahier des charges et conduiront un mini-projet de type industriel.

Les projets pourront être confiés à des étudiants isolés ou à des groupes. L'évaluation finale des projets portera sur la somme et la qualité du travail fourni. Un rapport écrit avec une présentation orale synthétisera les points essentiels du projet.

### 4.2 Stages

Envisager, dans la mesure du possible, une activité hors de France, dans les pays de l'Union européenne.

#### 4.2.1 Objectifs

Mettre en oeuvre tout ou partie des connaissances et démarches acquises dans les différents centres et permettre à l'étudiant de se situer dans l'entreprise, prendre des initiatives, juger ses aptitudes à communiquer, rapporter l'expérience issue de ses activités.

#### 4.2.2 Situation professionnelle

- 4.2.2.1 Intégration dans le milieu industriel,
- 4.2.2.2 Insertion professionnelle : travail effectué, niveau technique, domaine d'activité, qualification professionnelle équivalente.

#### 4.2.3 Activité et comportement

- 4.2.3.1 Prise de connaissance de l'entreprise, du projet d'activité,
- 4.2.3.2 Etude de l'environnement lié au projet,
- 4.2.3.3 Projection des connaissances sur le travail demandé,
- 4.2.3.4 Prise d'initiatives, intégration dans l'équipe constituée.

#### 4.2.4 Compte rendu d'activité

- 4.2.4.1 Rédaction d'un rapport de synthèse d'activité
- 4.2.4.2 Exposé oral de l'activité

#### 4.2.5 Modalités

- 4.2.5.1 Sous la tutelle pédagogique d'un enseignant et la tutelle professionnelle d'un maître de stage en entreprise  
L'étudiant est conduit à confronter ses connaissances à la réalité industrielle.
- 4.2.5.2 L'évaluation de l'activité se fera en trois phases : l'évaluation par le maître de stage sur le site, l'évaluation du rapport de stage par l'enseignant, l'évaluation de l'exposé par un jury.

#### 4.2.6 Déroulement du stage (la décomposition du stage en périodes n'est pas imposée)

##### 4.2.6.1 Première période

Une semaine en entreprise

Objectifs : Connaître l'entreprise et prendre connaissance du problème à résoudre (projet).

##### 4.2.6.2 Deuxième période

Trois à quatre semaines à l'IUT,

Quelques heures d'encadrement et travail en temps libre.

Objectifs : Préparation du stage, recherche de l'information, mise en forme du cahier des charges du projet.

#### 4.2.6.3 Troisième période

Neuf semaines en entreprise

Objectifs : Déroulement habituel du stage, suivi et encadrement par un maître de stage en entreprise et à l'IUT, réunions régulières d'avancement du projet, visites dans les entreprises, préparation du rapport de stage.

#### 4.2.6.4 Quatrième période

Retour à l'IUT; mise en forme du rapport, préparation de la soutenance de stage.

#### 4.2.7 Pilotage

##### 4.2.7.1 Encadrement

##### 4.2.7.1.1 Pédagogique

##### 4.2.7.1.2 Professionnel

##### 4.2.7.2 Évaluation

##### 4.2.7.2.1 Par le maître de stage en entreprise.

##### 4.2.7.2.2 Un mémoire de stage évalué par deux lecteurs.

##### 4.2.7.2.3 Un exposé devant un jury composé d'enseignants et d'industriels.

### HORAIRES ET COEFFICIENTS

UNITES D'ENSEIGNEMENT Matières	1ère année					2ème année					TOTAL HEURES
	C	TD	TP	TOT	Coef	C	TD	TP	TOT	Coef	
<b>UE 1 : SCIENCE DES MATERIAUX</b>											
- Physique	46	56	48	150	2	24	28	48	100	2	250
- Chimie - Matériaux	40	36	56	132	2	20	18	64	102	2	234
- Mécanique	18	32	12	62	1,5	16	30	12	58	1,5	120
<b>Total 1</b>	<b>104</b>	<b>124</b>	<b>116</b>	<b>344</b>	<b>5,5</b>	<b>60</b>	<b>76</b>	<b>124</b>	<b>260</b>	<b>5,5</b>	<b>604</b>
<b>UE 2 : GENIE DES MATERIAUX</b>											
- Conception	8	16	12	36	1	8	26	24	58	1	94
- Métaux et alliages	24	36	48	108	2	16	22	24	62	2	170
- Céramiques / verres	10	16		26							26
- Polymères	20	24	48	92	2	18	16	24	58	2	150
- Produits multi-matériaux	12	16	24	52		8	16	24	48		100
- Maîtrise des procédés	12	10	24	46	1	8	22	24	54	1	100
<b>Total 2</b>	<b>86</b>	<b>118</b>	<b>156</b>	<b>360</b>	<b>6</b>	<b>58</b>	<b>102</b>	<b>120</b>	<b>280</b>	<b>6</b>	<b>640</b>
<b>UE 3 : LANGAGES FONDAMENTAUX</b>											
- Langue vivante		64		64	1		36		36	1	100
- Traitement de l'information	8	24	48	80	1					1	80
- Expression		16	12	28			40	12	52		80
- Connaissance de l'entreprise						18	22		40		40
- Mathématiques	26	70		96	1	22	18	24	64	1	160
- Documentation technique		28	24	52	1	4	4	36	44	1	96
<b>Total 3</b>	<b>34</b>	<b>202</b>	<b>84</b>	<b>320</b>	<b>4</b>	<b>44</b>	<b>120</b>	<b>72</b>	<b>236</b>	<b>4</b>	<b>556</b>
<b>TOTAL HORAIRES 1 + 2 + 3</b>	<b>224</b>	<b>444</b>	<b>356</b>	<b>1024</b>		<b>162</b>	<b>298</b>	<b>316</b>	<b>776</b>		<b>1800</b>
<b>UE 4 : PROJETS TUTEURS ET STAGES</b>											
- Projets tutorés						300 heures				2	
- Stages						10 semaines				2	
<b>TOTAL COEFFICIENTS 4</b>										<b>4</b>	

- Les travaux dirigés sont organisés en groupes de 26 étudiants au maximum.

- La taille des groupes de travaux pratiques correspond à la moitié de celle des groupes de travaux dirigés.

Toutefois, certains TD et TP peuvent, notamment pour des raisons d'installations particulières, comporter des effectifs plus restreints.

---

## MODALITÉS DE CONTRÔLE DES CONNAISSANCES ET DES APTITUDES

Modalités de passage de première année en deuxième année

### **Passage en 2<sup>ème</sup> année**

L'admission en seconde année est de droit lorsque l'étudiant a obtenu à la fois une moyenne générale égale ou supérieure à 10 sur 20 sur l'ensemble des matières affectées de leur coefficient et une moyenne égale ou supérieure à 8 sur 20 dans chacune des unités d'enseignement. Le jury peut proposer l'admission dans les autres cas.

### **Obtention du DUT**

Le diplôme universitaire de technologie est décerné aux étudiants qui ont obtenu à la fois une moyenne générale égale ou supérieure à 10 sur 20 sur l'ensemble des matières affectées de leur coefficient, y compris les projets tutorés et les stages, et une moyenne égale ou supérieure à 8 sur 20 dans chacune des unités d'enseignement. Le jury peut proposer la délivrance du diplôme universitaire de technologie dans les autres cas.