

BTS Plastique et composites

Organisation des enseignements

Matières	1 ^{ère} année	2 ^{ème} année
Matières générales:		
Arabe / Economie	2h	2h
Français	2h	2h
Anglais	2h	2h
Techniques d'Expression et de Communication	2h	2h
Matières Scientifiques:		
Mathématiques	2h	2h
Mécanique des Fluides et Thermique	2h	2h
Mécanique Générale et Résistance des Matériaux	2h	
Electricité et Optique	2h	
Informatique	2h	
Electronique		2h
Matières Techniques.		
Electrotechnique		2h
Gestion de Production	2h	2h
Automatisme	2h	
Contrôle de Qualité et Maintenance	2h	2h
Asservissement		2h
Matières Techniques et Professionnelles:		
Synthèse des Polymères et Procédés Industriels de Polymérisation	2h	
Structures et Propriétés Physiques des Polymères	2h	
Propriétés Mécaniques et Rhéologie des Polymères		2h
Procédés de Mise en Œuvre des Matières Plastiques	2h	2h
adjuvants, Alliages Polymères et Composites		2h
Conception d'Outillage	4h	4h
Atelier	4h	4h
Projet de Fin d'Etudes		
Stage en Entreprise		

INFORMATIQUE
1^{ère} et 2^{ème} ANNEE

Objectifs

Décrire un système informatique

Utiliser avec profit les logiciels usuels d'exploitation et de CAO et DAO

1^{ère} ANNEE
2 H / semaine

I Environnement informatique

Notions générales sur le système informatique architectures standards

le matériel,

les logiciels de base,

les logiciels d ' application

Système d'exploitation Windows,

Traitement de texte :Winword,

Tableur :Excel,

Gestion de la base de données :Access

2^{ème} ANNÉE (CAO DAO)
4 H/semaine

Partie théorique

Généralités sur les systèmes de C A O, D A O,

modèles géométriques

Modèle bidimensionnel (2D)

Modèle 3D : Les différents types de représentation.

Partie pratique

Exploitation des logiciels C A O. - D A O

MELANGES POLYMERES ET COMPOSITES

2 ANNEE
2 H/ semaine

I Les adjuvants :

Introduction

Les plastifiants

les stabilisants thermiques, et les stabilisants " lumières",

les colorants et les pigments,

les anti-statiques et les lubrifiants,

les anti-chocs,

les charges.

II Les copolymères les mélanges polymères

Introduction

Les copolymères,
les mélanges polymères
les lois de mélange.

III Les matériaux composites:

Introduction

Les différents types de matrices polymères

Les différents types de renforts

approche mécanique des matériaux composites.

STRUCTURES ET PROPRIETES DES POLYMERES

Objectifs

- Analyser la structure des polymères
- Interpréter les diagrammes PVT
- Décrire les techniques de mesure de Tg
- Exploiter les modèles d'étude du comportement des matériaux plastiques
- Analyser les structures composites renforcées
- Maîtriser les propriétés des matériaux plastiques
- Décrire les essais thermodynamiques.

1^{ère} ANNEE
2 H/ semaine

I Structure des polymères amorphes et transition vitreuse

Introduction

L'état amorphe

Facteurs qui influencent la température de transition vitreuse(Tg)

Techniques de mesure de la température de transition vitreuse(Tg)

Domaine de mise en Œuvre d'un polymère amorphe

Structure des polymères Semi-cristallins

Introduction

Structure des polymères semi-cristallins

Aspect thermodynamique de la fusion et de la cristallisation des polymères semi-cristallins,

Facteurs qui influencent les température de fusion et de cristallisation

Mesures des température de fusion et de cristallisation et du degré de cristallinité,

Comportement thermodynamique des polymères semi-cristallins

III Les grandes classes de polymères

Introduction

Les thermoplastiques,
les polymères thermodurcissables,
les élastomères

2^{ème} ANNEE
2 H/ semaine

COMPORTEMENT MECANIQUE DES MATERIAUX PLASTIQUES

I Comportement en fluage et relaxation

Introduction
fluage et relaxation des polymères
Principaux modèles Rhéologiques
Spectre des temps de relaxation et de retardation

II Comportement en sollicitation dynamique

Introduction
Comportement en sollicitation sinusoïdale
Réponse du modèle rhéologique de Maxwell en sollicitation sinusoïdale

III Comportement aux larges déformations

Introduction
Essai standard de traction – allongement
Mecanismes de déformation d'un polymère ductile
Approche théorique de la déformation des polymères aux larges déformations

IV Autres propriétés mécaniques des polymères

Introduction
Résistance aux chocs
Température de fléchissement sous charge
Fatigue
Friction
Dureté
Abrasion, usure et résistance à la rayure

PROCEDES D'ELABORATION DE LA RESINE POLYMERE

Objectifs

- Citer et comparer les différentes méthodes de préparation de la résine polymère
- Maîtriser les principales réactions de polymérisation
- Analyser le rôle des additifs
- Donner des exemples de préparation des principales résines(PE, PA, ...)

programme 1^{ère} ANNEE
2 H/ semaine

I Notions fondamentales de chimie

Structure atomique et moléculaire
Différents états de la matière
Notions de concentration et de composition
Notions de la cinétique chimique
Notions de thermochimies

II Introduction générale aux polymères et définitions

Introduction
Historique
Définitions
Structure chimique des polymères usuels

III Principaux mécanismes de polymérisation

Introduction
Polymérisation par étape
Polymérisation en chaîne
Copolymérisation

IV procédés industriels de polymérisation

Introduction
Problème posé par l'évacuation de la chaleur de polymérisation
Polymérisation en masse
Polymérisation en solution
Polymérisation en suspension
Polymérisation en émulsion

ELECTRICITE & OPTIQUE

Objectifs

Ce module a pour objectif d'introduire les notions de base en électricité et en optique, nécessaires pour aborder les modules techniques et de spécialité.

- Introduction aux régimes transitoires
- Réalisation et interprétation d'un oscillogramme
- Modes de fonctionnement des circuits simples en régime sinusoïdal forcé
- Phénomènes de propagation dans les milieux transparents (fibres optiques...)
- Interprétation de la relation $W = h \nu$
- Application de la loi de Beer Lambert lors de la réalisation d'un dosage par spectrophotométrie

(à mettre sous forme de verbe d'action)

Contenu du programme 1^{ère} ANNEE 4 H/ semaine

I CIRCUITS ELECTRIQUES

Courants électrique, sa nature
Régime transitoire et régime permanent
Effet du courant électrique
Circuit électrique et réseaux électriques

II DIPOLES LINEAIRES : LOI D'OHM

Résistance électrique loi d'Ohm
Générateur Récepteur loi d'Ohm généralisée
Applications pratiques

II LOI DE KIRCHHOFF APPLICATION AUX RESEAUX

Loi de nœud et de maille : Loi de Kirchhoff
Application au calcul des réseaux
Méthodes des mailles indépendantes et nœuds indépendants

IV THEOREMES GENERAUX

Théorème de superposition
Théorème de Thévenin et Norton
Application : générateur de courant, générateur de tension

V QUADRIPOLES

Equations générales : Impédances et Admittances
Impédance d'entrée et impédance de sortie
Adaptation d'Impédance

VI OPTIQUE

Phénomènes de propagation dans un milieu transparent : Refraction et Reflexion
Applications aux fils optiques
Aspect corpusculaire de la lumière photon $W = h\nu$
Application de la Loi Beer Lambert lors de la réalisation d'un dosage par spectrophotométrie

AUTOMATISME

Contenu du programme 1^{ère} ANNEE 2H/semaine

I Automatisation

Nécessité,
limites,
fonctions globales

II Partie opérative d'un système automatisé :

Actionneurs(vérins pneumatiques et hydrauliques : calculs et choix) Distributeurs (différents types, commande pneumatique, et électrique constitution,...), Capteurs (pneumatiques et électriques).

III Partie commande d 'un système automatisé :

Logique câblée,
logique programmée,
Etude des modules d'étapes pneumatiques et électromagnétiques.

IV Grafcet

Application au cycle d'injection, thermoformage,...

V Gemma

Application à la presse à injection,

Travaux pratiques:

Banc hydraulique
Modules d'étapes pneumatiques et électriques
Automate programmable

SCHEMA ELECTRIQUE

Contenu du programme 1^{ère} ANNEE 2H/ semaine

I Composants actifs:

diode,
transistor,
amplificateur opérationnel,
composant TTL.,
CMOS

II Fonctions électroniques analogiques

amplification,
filtres,
oscillateur,
redresseur,
alimentation

III Fonctions électroniques logiques (numériques):

comparateur,
taigger,
astable,
monostable,
bascules,
registres,
compteurs

AUTOMATIQUE

Contenu du programme de 2^{ème} ANNEE 2H/semaine

I Aspects généraux

objectif d'asservissement,
régulation et asservissement,
structure d'un système asservi

II Représentation des systèmes linéaires, continus, invariants

définition,
représentation d'un système linéaire continu invariant,
méthode de résolution à l'aide de la transformée de Laplace,
analyse temporelle de la réponse d'un système (réponse du premier ordre,
deuxième ordre),
analyse harmonique,
représentation graphique (diagramme de Bode, diagramme de Black), Schémas
fonctionnels

III Critères de performances d'un système asservi

Stabilité des systèmes (critère de Routh, marge de phase),
précision des systèmes, rapidité des systèmes

IV travaux pratiques

Besoin en matériel : Banc d'asservissement pour manipulation (banc hydraulique/
thermique)

MATHEMATIQUES

L'objectif de base des cours de mathématiques :

fournir des outils pratiques de calcul pour l'ensemble des matières scientifiques,
technologiques et professionnelles indispensables la formation.

Contenu du programme de 1^{ère} ANNEE 2H/ semaine

Eléments d'algèbre

Espace vectoriel,
produit scalaire,
produit vectoriel,
produit mixte,
Matrice,
déterminant,
valeurs propres,
système linéaire.

Eléments d'analyse

fonctions usuelles (puissance, fraction, logarithme, exponentielle, ...),
limites d'une fonction continuité,
dérivabilité,
développements limités,
résolution de l'équation $f(x) = x$ (méthode graphique - point fixe),
intégrale d'une fonction, résolution des équations différentielles linéaires du premier et du second ordre, résolution des systèmes différentiels linéaires, fonction de la variable complexe, développement analytique, théorèmes des résidus, transformée de Laplace (application à la résolution des équations différentielle linéaires),
fonction à plusieurs variables, calcul de surfaces, volumes.

Eléments de statistique descriptive

Notion de

moyenne,
médiane,
mode,
étendue,
variance,
covariance,
écart type,

échantillonnage et variable aléatoire,

loi binomiale et
loi normale (Gauss normalisée),
intervalle de confiance,
les hypothèses de confiance,
la loi de Khi-deux et ces applications.

Eléments d'analyse numérique

Méthode de Newton,
Méthode des trapèzes,
application à la résolution des équations algébriques et calcul des surfaces et volumes.

TRAVAUX PRATIQUES **1^{ère} & 2^{ème} ANNEE**

A - Travaux pratiques en plasturgie

Cette discipline est composée de trois parties essentielles:

1 - Travaux pratiques d'injection :

- ☐ Connaissance de la machine d'injection
- ☐ Démontage et montage d'un moule

- Montage et démontage d'un moule sur la presse
- Réglage des paramètres de moulage
 - Réglage de l'unité de fermeture
 - Réglage de l'unité de d'injection
 - Manipulation: travail en cycle manuel, semi automatique et automatique
 - Réglage de la machine à partir d'une fiche de réglage

2 - Travaux pratiques de thermoformage :

- Connaissance de la thermoformeuse
description de la thermoformeuse, fonction, capacités et caractéristiques de la machine, définition pratique du cycle de thermoformage
- Réalisation des moules
caractéristiques du moule,
mode opératoire de réalisation des moules
réalisation des moules
- Thermoformage
Définir le mode opératoire de thermoformage,
Utilisation de la thermoformeuse,
- Pliage de plastique
Mode de pliage,
Utilisation de la plieuse du plastique,
Réalisation des pliages

3 - Entretien et maintenance des machines de transformation des matière plastiques

- Graissage
Concepts généraux,
caractéristiques des lubrifiants,
différents modes de graissage,
travaux de graissage, règles de graissage
- Travaux de graissage et d'entretien de la presse
Définition des parties à graisser et de types de graisses,
définitions des parties à huiler, changement des filtres
- Travaux de démontage des colonnes de démontage
Définition du mode opératoire de démontage
- Travaux de démontage et nettoyage de la vis de plastification
Définition du mode opératoire de démontage et de nettoyage
- Travaux de nettoyage et d'entretien de la fhermoformeuse et de la plieuse du plastique

B - Travaux d'usinage et de commande numérique

- Travaux pratiques de :
tournage,
fraisage,
rectification,

affûtage,
perçage,...

- Usinage des parties de moules
- Rédaction et lecture des gammes de fabrication
- Commande numérique :
 - Fonctionnement
 - Programmation
 - Applications

C - Travaux pratiques en Traitement thermique et essais

Machine de traction
Mouton de charpy
Microscope optique
Machine de micro dureté
Essais de dureté
Notions d'éléments de contrôle non destructif

TECHNIQUES D'EXPRESSION ET DE COMMUNICATION **2^{ème} ANNEE**

Objectifs: l'étudiant doit être :

- sensibilisé à l'importance de la communication,
- initié aux techniques de la communication écrite et orale,
- utilisé ces techniques dans des situations de travail,
- préparé à la recherche de l'emploi.

I. Importance de la communication

1. Processus
2. Formes
3. Freins

II. Communication orale

1. Techniques :

- Ecoute active : écoute, questionnement, reformulation,
- Explication
- Argumentation

2. Situations :

- Face à un groupe : exposer une idée, un sujet, un dossier ; discuter avec un jury,
- Dans un groupe: participer à une réunion

III. Communication écrite

1. Technique de rédaction professionnelle

- Elaboration d'un message
- Types de messages

2. Ecrits et documents professionnels

- Lettre commerciale et administrative,
- Compte-rendu,
- Rapport (stage, technique, . . .),
- Devis, appel d'offres, bon de commande,
- Notices

IV. Emploi : recherche, lettre de motivation et CV, entretien

MECANIQUE DES FLUIDES ET THERMIQUE

BUREAU D'ETUDES CONCEPTION D'OUTILLAGES

Rappels et compléments sur:

La représentation graphique,
La schématisation (cinématique, technologique),
La désignation normalisée (alliages, vis, boulons, éléments de construction, mécanique)

Etude technologique:

Pompe à pistons axiaux,
Pompe à cylindrée constante et variable,
Pompe à engrenage extérieur,
Pompe à palettes à cylindrée constante

Etude technologique et schématisation symbolique des composants. d'une installation hydraulique:

les limiteurs de pression (commande directe pilotée),
le réducteur de pression, régulateur de débit, le filtre,
les distributeurs (4/2 - 4/3 à centre fermé, à centre ouvert, à centre en H, à centre en Y, différents cas d'utilisation),
les distributeurs à étages,
les soupapes de décharge,
les clapets anti-retour,
application aux circuits hydrauliques (presse ARBURG, presse Billion, presses mécaniques),
application à l'étude de quelques pannes courantes en hydraulique

Lecture et analyse de plan de moules:

plan de coupe et vues usuelles,
nomenclature et vocabulaire spécifique,
étude des fonctions techniques (fixation sur machine, régulation thermique, injection et éjection, démoulage, alimentation, empreinte)

Etude de cas de filières:

pour tubes, pour autre section

Etude de cas de moules pour soufflage: pour bouteilles, flacons, pour bidon,

Dessin de définition et cotation fonctionnelle: dimension, forme, position, . . .

Notion sur quelques outils de description et d'analyse fonctionnelle

Conception d'un moule:

Moule d'injection pour thermoplastiques, moule d'injection pour

thermodurcissables, moule pour extrusion soufflage, filières pour extrusion

Différents types de moules . étude de cas

moule à deux plaques, moule à trois plaques, moule à tiroirs, moule à canaux

chaux, à canaux isolés, moule à étage

Méthode de conception d'un moule d'injection:

Choix des plans de joints, choix du système d'injection, choix du système de

refroidissement choix du nombre d'empreintes, modification de solutions

Notions de cahier de charge fonctionnel

CONTROLE QUALITE ET MAINTENANCE

Statistiques de base

Représentation graphique d'une distribution :

représentation sous forme d'histogramme,

exemple de construction d'histogramme

Loi de représentation gaussienne,

calcul des paramètres d'une courbe de Gauss,

test de normalité

Loi normale centrée réduite :

application pour le calcul des pourcentages des produits hors tolérances

Estimation des caractéristiques d'une population totale :

estimation par une valeur,

estimation par intervalle de confiance

Distribution des caractéristiques d'un échantillon :

distribution statistique de la moyenne,

des écarts types, applications.

Notion sur la qualité

Définition,

le coût de la non qualité,

principe de la gestion de la qualité,

normes internationales ISO 9000

la démarche qualité.

Les outils de la gestion de la qualité :

Recueil des données

application,

diagrammes cause-effet ou d'ISHIKAWA,

application,

analyse de Pareto ou analyse ABC,

L'A.M.D.E.C.

Contrôle de réception

Généralités (principe, but recherché, risques du contrôle sur échantillon),
types de contrôle par attributs (plan simple, double, multiple),
courbes d'efficacité des plans de contrôle par attributs
risques de contrôle sur échantillon,
exemple de calcul d'un plan de contrôle,
application de la norme NF X06 022 pour la détermination d'un plan de contrôle :
notion de NQA (acceptable quality level),
exemple,
autres plans de contrôle
plans de contrôle renforcés,
réduits

La maîtrise statistique des procédés MSP ou SPC

Principe de la MSP,
forme de la dispersion :
répartition gaussienne,
causes communes,
causes spéciales,
concept de la capabilités d'un procédé :
 capabilité intrinsèque,
 indicateur de dérèglement,
 capabilité machine ou matériel,
 application,
 interprétation des chutes de capabilité
Surveillance d'un procédé par carte de contrôle,
mise en place des cartes de contrôle,
exemple de calcul d'une carte de contrôle,
pilotage d'un procédé par carte de contrôle :
 règles et interprétations des cartes de contrôle,
 le journal de bord, les résultats obtenus par la méthode MSP,
 la certification des entreprises

MAINTENANCE 2H/semaine

Définitions :

Maintenance préventive,
maintenance corrective,
calcul des coûts de maintenance,
étude des défaillances,
notion disponibilité,
fiabilité,
maintenabilité,
ordonnancement des opérations de maintenance

Plans d'expérience

GESTION DE PRODUCTION

Présentation générale à l'entreprise de production :

- Introduction,
environnement
- Organisation générale et structure des entreprise de production
- Type de production,
but de la production

Notion de flexibilité/Productivité :

- Définitions,
exemples
- Flux de production :
 - Notions,
goulots d'étranglement,
les en-cours,
files d'attentes,
la maîtrise du flux

Planification et suivi du projet :

- Méthode de Pert,
Gantt

Les méthodes de gestion :

- principe de fonctionnement,
méthodes de Kanban,
MRP,
application du S.M.E.D. aux moules

Etude d'implantation :

- Définition,
méthodes d'implantation (en ligne, en section homogène,. .), application
(implantation d'un atelier de production de pièces en matières plastiques)

Etude du coût d'une gestion de production

PROCEDES DE MISE EN ŒUVRE DES MATIERES PLASTIQUES

Contenu du programme en 1^{ère} Année 2H/semaine

GENERALITES

- Les différents types matériaux :
 - métaux,
céramiques,
polymères organiques,

les matières plastiques :

- définition de la matière plastique,
- le principe général de mise en Œuvre des matières plastiques,
- comportement des polymères à l'état fondu,
- type de fluide

EXTRUSION

Généralités:

- principe de fonctionnement des extrudeuses,
- matières extrudées,
- domaines d'application et techniques dérivées

Extrudeuse mono-vis :

- description générale du procédé,
- lignes d'extrusion,
- débit dans l'extrudeuse,
- extrudeuse à dégazage,
- extrudeuse bi-vis

Les filières d'extrusion :

- description des géométries rencontrées,
- rappels sur les hypothèses et les méthodes de calculs

Les produits d'extrusion :

- extrusion des tubes,
- extrusion des plaques et des feuilles,
- gainages des câbles, couchage et placage

Les autres procédés associés à l'extrusion :

- extrusion soufflage,
- extrusion gonflage,
- co-extrusion
- extrusion d'allégés

Les instabilités d'extrusion

INJECTION

Aspect général,

presse à injection :

- partie de fermeture,
- partie d'injection,
- cycle d'injection

Les paramètres de mise en formes :

- les différents types de moules,
- écoulement dans un moule

Injection multiphasée des thermoplastiques,

injection des thermoplastiques allégés,

injection des thermodurcissables,

autres procédés associés à l'injection :

- soufflage,
- bi-étirage,
- extrusion injection

contenu du programme 2^{ème} ANNEE
2H/semaine

PARTIE A

CALANDRAGE

Généralités,
principe de fonctionnement,
équipement complémentaire,
calandrage enduction
calandrage en couchage

THERMOFORMAGE

Principe,
matières thermoformées et exemples,
technique des pièces thermoformées

ROTOMOULAGE

Principe,
avantages et inconvénients,
exemples d'application

COMPRESSION- COMPRESSION TRANSFERT,
compression,
compression transfert

MOULAGE PAR REACTION

Moulage par reaction RIM,
moulage par réaction renforcée RRIM

ASSEMBLAGE

Liaison mécanique,
collage,
soudage.

PARTIE B

INTRODUCTION GENERALE

Historique et définition d'un composite

Rôle des constituants d'un composite

- ◆ matrices
- ◆ renforts
- ◆ ajouts/additifs

Types de renforcement d'un composite

- ◆ Particules
- ◆ plaquettes
- ◆ Fibres
- ◆ Stratifiés
- ◆ Sandwiches
- ◆ Revêtus

Aspect géométrique (composites à renforts fibreux)

1D unidirectionnel 2D stratifiés, tissus, mats
3D,4D etc...

Désignation des stratifiés multicouches
Différents types de composites (domaine d'utilisation)
Composites à matrice inorganique
Composites à matrice métallique
Composites à matrice minérale

MISE EN ŒUVRE DES COMPOSITES FIBREUX A MATRICE INORGANIQUE

Constituants

Fibres : verre, carbone, aramiole, autres

MATRICES : polyester, Epoxydes, Thermoplastique

procédés d'élaboration des fibres(étirage mécanique) Roving sillionne

fibres de verre

fibres de carbone

fibres d'aramide (KEVLAR)

procédés d'élaboration :

orientation unidirectionnelle de la fibre (pultrusion)

orientation bidirectionnelle (bobinage, à la main...)

orientation multidirectionnelle (moulage par compression, injection,

pulvérisation, sac sous pression ,préforme)

APPROCHES MICROMECHANIQUE

Masse spécifique du composite

Modules d'élasticité (module de Young longitudinal module de Young transversal)

Interface fibre- matrice (notions)

Instabilité par microflambage

Transfert de charge :

cas de fibre liée à la matrice

Cas de fibre non liée à la matrice

Interface –comportement :

Composites à fibres courts

Composites à fibres longues

OUVERTURES ET LANGUES

Ouverture :

Les enseignements d'ouverture comprennent des visites en entreprises, les stages en entreprises, des projets professionnels de fin d'étude, des séminaires,

Langues:

Les langues enseignées sont: l'arabe, le français et l'anglais. L'enseignement de ces langues est essentiellement orienté vers la compréhension écrite et l'expression orale tout en s'appuyant sur la compréhension orale.

Bassin de recrutement actuel: les baccalauréat techniques ou équivalents

Proposition de projet d'élargissement du bassin de recrutement: les baccalauréats techniques ou équivalents et les baccalauréats scientifiques sous réserve de justifier des acquis techniques nécessaires au profil de la formation.

Condition d'octroi du diplôme de BTS plastique de l'ENSET Mohammédia Diplôme de sortie du cycle normal Diplôme de sortie pour candidats libre: Candidats libre sortant de l'E.N.S.E.T après avoir réussi l'examen de sortie Candidat libre ne sortant pas de l'E.N.S.E.T et justifiant d'un diplôme professionnel et technique après examen et délibération du jury constitué à cette fin.