

# GÉNIE INDUSTRIEL ET MAINTENANCE

## SOMMAIRE

### PRÉAMBULE

#### I - FORMATION EN GÉNIE INDUSTRIEL ET MAINTENANCE

#### II - PARTICIPATION DES PROFESSIONNELS

#### III - CONDITIONS D'ADMISSION ET SCOLARITÉ

#### IV - CONTENUS PÉDAGOGIQUES

##### IV - A - FORMATION ENCADRÉE

A - 1 - Unité d'enseignement 1

A - 2 - Unité d'enseignement 2

A - 3 - Unité d'enseignement 3

##### IV - B - FORMATION DIRIGÉE : UNITÉ D'ENSEIGNEMENT 4

B - 1 - Projets tutorés

B - 2 - Stages industriels

### PRÉAMBULE

Les instituts universitaires de technologie dispensent un enseignement supérieur destiné à préparer directement aux fonctions d'encadrement technique dans la production, la recherche appliquée et les services. La durée des études est fixée à deux ans.

Ces formations définies sur la base de quelques spécialités très larges doivent permettre de préparer les étudiants, non à telle ou telle profession déterminée, mais à des types de fonctions, afin de faciliter les reconversions et adaptations éventuelles. Elles doivent avoir recours à une pédagogie appropriée mettant l'accent sur l'aspect concret des connaissances et concilier leur finalité essentiellement professionnelle avec la possibilité de poursuites d'études pour ceux qui feraient preuve des aptitudes nécessaires.

La définition du DUT de Génie Industriel et Maintenance et de la pédagogie qui y conduit tient compte de la large gamme de professions et de tâches que les diplômés pourront exercer, ainsi que des évolutions probables de ces métiers et, en particulier, de l'élargissement de leur domaine vers les fonctions conception, développement, production, exploitation, application, service clientèle...

#### I - FORMATION EN GENIE INDUSTRIEL ET MAINTENANCE

La finalité de cette formation étant la recherche de l'optimisation du fonctionnement de l'entreprise, elle doit en appréhender les phénomènes dans leur globalité et la considérer, dans son ensemble, comme un système complexe structuré, combinant à la fois de la technique, de la technologie, des personnes et des éléments financiers.

C'est ainsi que les techniciens de « G.I.M. » s'attacheront à traiter, par des approches pluridisciplinaires, conjointement aux problèmes techniques primordiaux, les aspects socio-économiques et de gestion ainsi que les contraintes, entre autres de sécurité et d'environnement, qui leur sont étroitement liées.

Les besoins des entreprises, en particulier de taille moyenne, nécessitent un nouveau type de techniciens capables non seulement d'assurer la maintenance, la sûreté de fonctionnement des installations mais aussi de mener des études permettant à l'entreprise de faire face, outre aux problèmes liés à la concurrence, aux défis actuels tels que environnement, sécurité, directives européennes, certification, ...

##### 1 - Les objectifs de la formation

La formation proposée vise à obtenir un bon équilibre entre :

- les disciplines de base (mécanique, électricité, thermique, matériaux) nécessaires à la résolution de tout problème technique qui peut se poser en atelier ou service de conception, de production ou de maintenance dans les établissements des différents secteurs industriels concernés,
- les compléments de formation générale nécessaires au futur diplômé, mettant l'accent entre autres sur le rôle important d'animation qu'il aura à jouer dans son métier,
- les spécificités liées aux réalités industrielles : études, production, maintenance.

En effet, les diplômés en Génie Industriel et Maintenance seront confrontés à des ensembles au sein desquels les phénomènes électriques, mécaniques et thermiques sont interdépendants ; ils devront participer à leur étude, leur mise en oeuvre, leur suivi, leur développement, leur application, en assurer la maintenance et, le cas échéant, la construction,

toutes opérations pour lesquelles la connaissance des matériaux et de leur utilisation est nécessaire.

En conséquence les deux démarches d'analyse et de synthèse seront constamment présentes dans la pédagogie. Le programme, certes présenté de façon analytique, doit être appliqué avec un maximum d'approches globales et les thèmes de synthèse qui apparaissent dans la troisième unité d'enseignement ainsi que les projets tutorés sont de la plus haute importance.

Par ailleurs, tenant compte de l'évolution des organisations et des méthodes de gestion des entreprises, des recherches d'enrichissement et d'élargissement des tâches du personnel, du rôle d'animateur et de gestionnaire qu'il est de plus en plus demandé de jouer aux techniciens supérieurs, les connaissances des diplômés ne peuvent se limiter aux seules disciplines scientifiques, techniques et technologiques mais doivent largement déborder sur les domaines de la communication, des relations sociales et humaines, de la gestion industrielle. Ces notions seront abordées tant dans le contenu du programme que par la pédagogie mise en oeuvre.

Etant donné le caractère polyvalent de la formation, il n'existe pas d'options pour ce DUT. Toutefois, une latitude de 20 % sur les volumes horaires à l'intérieur de chaque unité d'enseignement de la formation encadrée est laissée à chaque département pour adapter les enseignements au contexte industriel local.

## 2 - DÉBOUCHÉS ET EMPLOIS

Les titulaires du Diplôme Universitaire de Génie Industriel et Maintenance ont leur place au sein des services à compétences polyvalentes dans des secteurs industriels très variés: agro-alimentaire, bâtiment, chimie, électricité, énergétique, informatique, mécanique, médical, nucléaire, pétrole, transports...

Le domaine d'activités qui leur est ouvert est donc très vaste et très diversifié ; on ne peut donc dresser une liste exhaustive des métiers auxquels ils ont accès. On peut toutefois citer à titre indicatif :

- les services de maintenance et plus particulièrement d'intervention, de préparation du travail, de gestion, de maintenance préventive et corrective,
- les services d'installation générale, études, travaux neufs, méthodes,
- les services qualité,
- les services techniques chargés des problèmes énergétiques, de pollution et d'environnement,
- les services sécurité,
- les services commerciaux (après-vente, technico-commercial, vente, achat),
- les unités de production industrielle tous domaines confondus,
- les unités de fabrication de matériels électromécaniques, automatiques et autres.

## II - PARTICIPATION DES PROFESSIONNELS

Le contact avec le milieu professionnel doit être développé au maximum. Non seulement les professionnels participent à la vie du département à l'occasion des sessions des jurys d'admission et de délivrance des diplômes mais il est nécessaire qu'ils prennent une part active importante lors des suivis de stages et de mise en oeuvre de projets et études de cas. Ils doivent en outre prendre une part directe à l'enseignement. Une participation de 10 % est considérée comme un minimum.

## III - CONDITIONS D'ADMISSION ET SCOLARITÉ

1 - Diplômes requis : Baccalauréat ou diplôme équivalent (les séries S, STI, STL sont les plus adaptées).

2 - Scolarité :

- Formation encadrée : 60 semaines réparties sur les 2 années (1 800 heures)
- Formation dirigée : 300 heures + stages de 10 semaines minimum

3 - Organisation générale

### 3.1. Formation encadrée : (1 800 heures)

- Les travaux dirigés sont organisés en groupe 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 de sécurité, comporter des effectifs plus restreints.
- L'enseignement, dans chacune des deux années, est réparti en trois unités d'enseignement (U.E.) :
  - . La première unité d'enseignement (U.E.1 : Formation Générale et Langage), qui met l'accent sur la formation générale, les mathématiques, les ateliers multitechniques et les études de cas, doit permettre de sensibiliser les étudiants à la finalité économique et humaine de l'entreprise ainsi qu'à son organisation interne, tout en leur donnant les différents outils modernes de communication.
  - . La deuxième unité d'enseignement (U.E.2 : Maintenance en électricité, électronique, électrotechnique, automatique) concerne les disciplines de base que sont l'électricité, l'électronique, l'électrotechnique, l'automatique et l'informatique industrielle.
  - . La troisième unité d'enseignement (U.E.3 : Maintenance et technologie) regroupe les autres disciplines scientifiques et technologiques dont la connaissance est nécessaire pour atteindre la finalité de cette formation : mécanique, thermique, matériaux ainsi que l'étude des questions générales de maintenance appliquées aux installations industrielles.

### 3.2. Formation dirigée : (300 h + stages)

Une formation dirigée en liaison en partie avec le milieu industriel complète cette formation encadrée. Elle comprend :

- un travail personnel de l'étudiant tout au long de la scolarité (projets tutorés - 300 heures), piloté par différents tuteurs, y compris du milieu industriel, devant lui permettre d'acquérir méthodes de travail et autonomie.
  - un stage industriel de 2ème année d'au moins 10 semaines qui complète cette formation
- Cette formation fait l'objet d'une unité d'enseignement (U.E.4) coefficientée en 2ème année.

### 3.3 Modules capitalisables

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

4 - Répartition horaire 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 : FORMATION GENERALE ET LANGAGE</b>											
- Techniques d'expression		32	32	64	4		28	28	56	4	120
- Langue		32	32	64	4		21	21	42	4	106
- Gestion - législation						28	14		42	4	42
- Informatique		8	72	80	4						80
- Mathématiques	64	56		120	10	28	35		63	6	183
- Organisation et méthodes de maintenance	16	16		32	4		21	28	49	6	81
<b>Total 1</b>	<b>80</b>	<b>144</b>	<b>136</b>	<b>360</b>	<b>26</b>	<b>56</b>	<b>119</b>	<b>77</b>	<b>252</b>	<b>24</b>	<b>612</b>
<b>UE 2 : MAINTENANCE EN ELECTRICITE, ELECTRONIQUE, ELECTROTECHNIQUE, AUTOMATIQUE</b>											
- Electricité, électronique, électrotechnique, automatique (3 E.A)	80	80	96	256	18	56	56	84	196	18	452
- Technologie et maintenance (3E.A)		24	32	56	7		35	42	77	7	133
<b>Total 2</b>	<b>80</b>	<b>104</b>	<b>128</b>	<b>312</b>	<b>25</b>	<b>56</b>	<b>91</b>	<b>126</b>	<b>273</b>	<b>25</b>	<b>585</b>
<b>UE 3 : MAINTENANCE ET TECHNOLOGIE</b>											
- Mécanique thermique	48	48	32	128	10	28	28	14	70	6	198
- Technologie et maintenance mécanique		40	24	64	6		35	21	56	5	120
- Technologie et maintenance thermique							21	21	42	4	42
- Technologie et contrôle des matériaux		24	24	48	4		14	14	28	3	76
- Etudes industrielles des installations		24	24	48	4		28	91	119	8	167
<b>Total 3</b>	<b>48</b>	<b>136</b>	<b>104</b>	<b>288</b>	<b>24</b>	<b>28</b>	<b>126</b>	<b>161</b>	<b>315</b>	<b>26</b>	<b>603</b>
<b>TOTAL DES HORAIRES 1+2+3</b>	<b>208</b>	<b>384</b>	<b>368</b>	<b>960</b>		<b>140</b>	<b>336</b>	<b>364</b>	<b>840</b>		<b>1800</b>
<b>UE 4 : PROJETS TUTORES ET STAGES</b>											
- Projets tutorés				150					150	7	300
- Stages								≥ 390		18	
<b>Total 4</b>										<b>25</b>	

Répartition sur 60 semaines pour l'ensemble des 2 années.

Le stage qui aura lieu au cours du 2ème semestre de la 2ème année s'étalera sur 10 semaines minimum.

5 - Modalités de contrôle des connaissances et des aptitudes

● Passage en 2ème 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.

## IV - CONTENUS PÉDAGOGIQUES

## IV - A - Formation encadrée

**IV - A - 1 - Unité d'enseignement 1 : formation générale et langage****A.1.1. Techniques d'expression et relations humaines**

## ● Horaires :

	COURS	T. D.	T. P.
1ÈRE ANNÉE		32	32
2ÈME ANNÉE		28	28

## ● Objectifs : Compte tenu du profil général de l'étudiant, il convient de l'amener par des exercices appropriés :

- à prendre conscience de ce qui détermine son expression individuelle,
- à communiquer oralement : prendre la parole, trouver ses mots, les ordonner, pratiquer des entretiens (embauche par exemple) et des entrevues, travaux et animations de groupes, débats, réunions, relations téléphoniques,
- à communiquer par écrit : rédiger, réaliser enquêtes, exposés, rédaction de rapports et travaux de synthèse, élaborer son expression personnelle (curriculum vitae, lettre de motivation, demandes de stages, d'embauches,...),
- à mettre en oeuvre les différents langages disponibles : audio-visuel, graphique et informatique,
- à rechercher et maîtriser l'information et à assurer la veille technologique à l'aide des différents outils (bibliothèque, C.D. ROM, base de données, multimedia).

L'étudiant s'impliquera dans la recherche de son stage et de ses projets tutorés. A cette occasion, il pourra développer ses relations avec les différents secteurs d'une entreprise ou d'une administration.

Les enseignants de techniques d'expression s'investiront dans la préparation des comptes rendus écrits et oraux des études de cas et des stages.

La formation humaine ne doit pas être considérée comme l'exclusivité des enseignants de la discipline. Tout enseignant doit se sentir concerné par le développement de la personnalité de l'étudiant.

**A.1.2. Langue**

## ● Horaires :

	COURS	T. D.	T. P.
1ÈRE ANNÉE		32	32
2ÈME ANNÉE		21	21

## ● Objectifs : La langue vivante enseignée est la langue anglaise.

L'étudiant doit pouvoir :

## a) En compréhension orale :

- suivre une discussion entre interlocuteurs étrangers,
- recevoir des informations détaillées sur tout sujet, professionnel ou d'ordre général.

## b) En expression orale :

- établir des contacts en anglais,
- soutenir une conversation simple d'ordre général,
- donner des informations sur un sujet professionnel,
- transmettre une information reçue.

## c) En compréhension écrite :

- lire de façon cursive tout article en anglais,
- lire tout document technique rédigé en anglais, l'analyser et en extraire l'information.

## d) En expression écrite :

- réaliser un document succinct de présentation d'un matériel, d'un processus ou d'une activité,
- écrire une lettre (demande de documentation, demande de stage ou d'emploi...),
- rédiger un curriculum vitae.

De plus, il serait souhaitable que l'étudiant ait une ouverture sur le monde anglophone (culture, civilisation).

**A.1.3. Gestion - législation**

## ● Horaires :

	COURS	T. D.	T. P.
1ÈRE ANNÉE			
2ÈME ANNÉE	28	14	

## ● Objectifs : Sensibiliser l'étudiant aux aspects économiques, financiers et législatifs de l'entreprise.

## ● Programme :

**A - GESTION DE L'ENTREPRISE**

- 1) L'entreprise dans l'économie,
- 2) Structure et organisation de l'entreprise,
- 3) Notions de comptabilité générale :

- l'entreprise et la comptabilité,
- utilité, caractère obligatoire,
- conventions comptables,
- présentation et analyse des comptes (bilan, compte de résultat).

4) Analyse financière :

- exploitation des informations de la comptabilité générale,
- règles de décision.

5) Investissements : nature et montant

6) Notions de comptabilité analytique

- rôle,
- méthodes.

7) La gestion budgétaire

- principe,
- établissement du budget, étude des écarts.

8) Gestion de la qualité :

- initiation à la qualité,
- assurance qualité, norme ISO 9000, ...
- analyse fonctionnelle, ...

B - LÉGISLATION

1) Législation du travail - sécurité

- contrats de travail, conventions collectives, règlements intérieurs,
- institutions représentatives du personnel,
- normes d'hygiène et sécurité,
- organismes de contrôle.

2) les contrats de maintenance et de sous-traitance

- existence, nécessité,
- clauses économiques,
- clauses juridiques.

3) les textes relatifs aux déchets industriels et à l'environnement.

4) Les brevets d'invention

A.1.4. Informatique

● Horaires :

	COURS	T. D.	T. P.
1ÈRE ANNÉE		8	72
2ÈME ANNÉE			

- Objectifs : Donner à l'étudiant les connaissances et la pratique de l'outil informatique.

● Programme :

a) Notions sur l'architecture des systèmes : DOS, WINDOWS,...

b) Mise en oeuvre d'utilitaires classiques :

- traitement de texte
- tableur
- gestionnaire de base de données.

c) Langages de programmation :

- analyse, structure des programmes, algorithmes,
- langage : BASIC, PASCAL, C, FORTRAN, ... selon les possibilités.

d) Méthodes de résolutions numériques

- utilisation des calculatrices
- recherche des zéros d'une fonction
- calculs d'intégrales
- résolutions d'équations différentielles.

e) Notions sur l'utilisation des réseaux informatiques:

- serveurs, INTERNET, INTRANET.

A.1.5. Mathématiques

● Horaires :

	COURS	T. D.	T. P.
1ÈRE ANNÉE	64	56	
2ÈME ANNÉE	28	35	

● Objectifs :

L'enseignement des mathématiques doit être assuré avec une double vocation :

- donner les bases nécessaires à l'appréhension et à la compréhension des autres disciplines afin de résoudre les différents problèmes concrets pouvant être rencontrés dans la vie professionnelle.

- donner une culture et des outils suffisants afin de permettre une poursuite d'études plus approfondies, notamment lors d'une reprise d'études dans le cas de la formation professionnelle continue.

Le temps consacré à l'enseignement de ce programme est restreint eu égard aux objectifs affichés, aussi est-il recommandé de limiter les développements théoriques et les notions générales trop abstraites. Par contre, on insistera particulièrement sur les conditions de validité des outils décrits et on utilisera, chaque fois que cela est possible, des exemples d'applications empruntés aux domaines de la physique et de la technologie. De même, des illustrations à l'aide de l'outil informatique sont conseillées.

Une partie de cet enseignement, qui n'apparaît pas dans ce programme, sera assurée par les enseignants de physique concernés (algèbre de BOOLE, géométrie vectorielle). Par contre, il est souhaitable que les bases de géométrie et de trigonométrie soient revues en mathématiques.

● Programme :

A. ALGEBRE

1) Nombres complexes :

Module, argument, notation exponentielle, formule de Moivre, applications trigonométriques et géométriques.

2) Polynômes :

Division selon les puissances décroissantes, zéros, zéros multiples, factorisation sur R et sur C, division selon les puissances croissantes.

3) Fractions rationnelles :

Décomposition en éléments simples en vue des applications (calcul d'intégrales, transformation de Laplace).

4) Algèbre linéaire :

Espaces vectoriels, sous-espaces, indépendance linéaire, bases,

Applications linéaires, représentation matricielle,

Eléments de calcul matriciel.

B. ANALYSE

1) Fonctions réelles d'une variable réelle :

Fonctions monotones sur un intervalle, fonctions périodiques, limites, continuité, fonctions continues par morceaux, fonctions réciproques ;  
Dérivabilité : dérivées et différentielles, théorème des accroissements finis, formules de Taylor, de Mac Laurin, notions sur les développements limités ;

Primitives, notions d'intégrale définie d'une fonction continue sur un intervalle, méthodes de calcul des intégrales (y compris les méthodes numériques);

Fonctions logarithmes, exponentielles, puissance, utilisation des papiers semi-log et log-log.

2) Equations différentielles :

Equations du 1er ordre et du 2eme ordre

Notions sur les méthodes numériques de résolution.

3) Fonctions réelles de plusieurs variables réelles :

Limites, continuité, dérivées partielles, différentiabilité (application au calcul d'incertitudes), formule de Taylor.

4) Notions sur les suites et séries de nombres réels et complexes.

5) Représentation des fonctions

Séries de Fourier

Transformée de Fourier

Transformée de Laplace

C. STATISTIQUES ET PROBABILITES

1) Statistique descriptive (techniques de base à une ou plusieurs variables) :

- représentation et caractéristiques principales,

- corrélation et régression,

- analyse de la variance,

- présentation de méthodes telles que A.C.P. (Analyse en Composantes Principales).

2) Statistique probabiliste :

- variables aléatoires,

- lois de probabilité :

. classiques (binomiale, Gauss, Poisson),

. de la fiabilité (exponentielle, Weibull, Log - normale)

3) Statistique inférentielle :

- échantillonnage et estimation,

- échantillonnage multiple ou progressif (application au contrôle qualité),

- maîtrise statistique des processus (MSP ou SPC),

- théorie des tests.

● Projets tutorés :

Une partie des méthodes de l'analyse numérique et en particulier la réalisation des programmes informatiques correspondants pourra avantageusement faire l'objet d'un travail personnel de l'étudiant.

Dès le début de la 1ère année, des projets tutorés assureront des compléments de mathématiques aux bacheliers technologiques.

A.1.6 Organisation et méthodes de maintenance

● Horaires :

	COURS	T.D.	T.P.
1ÈRE ANNÉE	16	16	
2ÈME ANNÉE		21	28

● Objectifs :

Acquérir les méthodes et les outils nécessaires à "l'homme de maintenance" pour comprendre la structure de l'entreprise afin d'y insérer de façon optimale les interventions de maintenance.

● Programme :

1) Organisation de la maintenance en entreprise

- La maintenance (rôle, importance, moyens),
- Les fonctions du service,
- Ses besoins,
- Définition d'un service méthode de maintenance en fonction de la structure de l'usine,
- Fonctionnement interne du service,
- Les autres services travaillant en liaison avec les méthodes (bureau d'études, ordonnancement, fabrication, achats),
- Circulation de l'information,
- Assurance qualité (normes, certification)

2) Etude du comportement du matériel

- Rappel des traitements statistiques des données,
- Etude des défaillances (taux de défaillance, diagramme de Pareto, lois de dégradations),
- Fiabilité : modèle normal, modèle exponentiel et modèle de Weibull,
- Disponibilité,
- Maintenabilité intrinsèque (lors de la conception), maintenabilité opérationnelle.

3) Les méthodes de maintenance

a) Les différents types de maintenance

- La maintenance corrective,
- La maintenance préventive systématique,
- La maintenance préventive conditionnelle,
- Choix et conséquence

b) Etude et préparation des travaux de maintenance et travaux neufs

- Les temps en maintenance : ordonnancement,
- Différents types d'interventions,
- Les procédures écrites :
  - . Analyse de plans,
  - . Réalisation de notices de fonctionnement, consignes de conduite,
  - . Fiches de visites,
  - . Schématisation des installations, normes,
  - . Implantation de la documentation.

c) Aspect financier

- Analyse de la valeur,
- Estimation des coûts :
  - . Gestion des stocks,
  - . Calcul de la durée de vie optimale d'une machine,
  - . Calcul de la rentabilité d'une machine.
- Impact financier de la maintenance :
  - . Le coût de maintenance,
  - . Le coût de défaillance, d'indisponibilité,
  - . Le coût moyen de fonctionnement,
  - . Le coût de possession.

d) Les formes particulières de maintenance (T.P.M.,...)

4) La maintenance préventive conditionnelle

a) Techniques

- Analyse vibratoire,
- Suivis de paramètres physico-chimiques (analyse des huiles,...),
- Contrôles non-destructifs (CND) : ultrasons, ressuage, magnétoscopie, radiographie, courants de Foucault,
- Thermographie infra-rouge,
- Emission acoustique,...

b) Gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO).

L'outil informatique apporte son aide dans de nombreux domaines tels que :

- Gestion des stocks,
- Logistique d'intervention, calcul des coûts,
- Rédaction de procédures écrites, de plans,
- Banques de données, historiques,
- Documentation...

Ils pourront être traités par la mise en oeuvre de logiciels spécialisés pour la maintenance ou à partir de logiciels standard. Ce cours utilisera la formation développée en informatique.

c) Surveillance et aide technique

- Choix des paramètres à surveiller,
- Télésurveillance d'une installation,
- Les tests assistés par ordinateur,
- Cartes de contrôle,

- AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité), SPC (Statistic Process Control)...
- Les systèmes experts.

#### IV - A - 2 - Unité d'enseignement 2 : maintenance en électricité, électronique, électrotechnique, automatique

##### A.2.1. Électricité-électronique-électrotechnique-automatique

###### ● Horaire :

	COURS	T. D.	T. P.
1ÈRE ANNÉE	80	80	96
2ÈME ANNÉE	56	56	84

###### ● Objectifs :

Enseignement d'électricité de base, d'électronique, d'électrotechnique, d'automatique (E.E.E.A.).

Cet enseignement a pour but d'apporter les connaissances scientifiques et techniques permettant de comprendre le fonctionnement, l'utilisation et les modes de défaillance des machines, systèmes, équipements électriques, électromagnétiques, électroniques et informatiques.

Ces objectifs seront atteints si, au terme de la formation, les étudiants sont capables de :

- lire et interpréter tout schéma de fonctionnement et de câblage d'origine française ou étrangère,
- identifier les fonctions et les composants des systèmes,
- déterminer à l'aide de tests et mesures les causes de défaillance des systèmes,
- rétablir les équipements dans un état spécifié, éventuellement les reconcevoir.

###### ● Programme :

##### A. ELECTRICITE GENERALE

###### 1) Circuits - éléments passifs et sources : courant continu

###### a) Dipôles

- Loi d'Ohm,
- Dipôles résistif, générateur et récepteur,
- Puissance et énergie,
- Notion de puissance nominale et tension maximum aux bornes d'un dipôle.

###### b) Théorèmes généraux

- Kirchoff,
- Superposition: Thevenin, Norton, générateurs de courant et de tension.
- Diviseur de tension et courant (R en série et parallèle)
- Exemple de méthode d'analyse des circuits.

###### 2) Circuits à courant alternatif

- Représentations complexes et vectorielles,
- Propriétés des fonctions sinusoïdales,
- Théorèmes généraux en alternatif,
- Valeurs moyennes, efficaces,
- Puissances actives, réactives, apparentes, transfert maximum de puissance,
- Phénomènes de résonance, facteur de qualité, sélectivité

###### 3) Réponse transitoire des circuits

- Charge et décharge d'un condensateur,
- Oscillations libres,
- Circuits intégrateurs et dérivateurs.

##### B. ELECTRONIQUE

###### 1) Electronique analogique

###### a) Présentation des quadripôles - application aux filtres passifs. Représentation dans le plan de Bode.

###### b) Redressement (diodes, filtrages,...).

###### c) Amplification basse-fréquence :

- Eléments actifs : transistor à jonction et TEC,
- Etude des caractéristiques des montages. Amplification, gain, bande passante, impédances d'entrée et de sortie, distorsion, etc,...

###### d) Amplification de puissance : structure, rendement.

###### e) Amplificateur différentiel : structure, caractéristiques, application : multiplieur analogique.

###### f) Amplificateur opérationnel : principe, structure, caractéristiques, montages usuels.

###### g) La réaction et la contre-réaction : incidence sur les performances des montages - régulateurs.

###### h) Les filtres actifs : principaux types.

###### i) La fonction oscillation.

###### j) Les principaux convertisseurs :

- analogiques/numériques et numériques/analogiques.
- Tension/ fréquence et fréquence/tension,
- V.C.O.

###### 2) Electronique numérique

###### a) Généralités sur les systèmes numériques :

- Buts et domaines d'utilisation,



- Numérations et codes,
- Algèbre de BOOLE,
- Arithmétique numérique.
- b) Logique combinatoire :
  - Formulation des problèmes,
  - Principe de mises en équations conjonctives et disjonctives,
  - Equations simplifiées,
  - Equations NAND et NI
  - Résolution des problèmes numériques (méthodes algébriques, tables de Karnaugh, etc,...)
- c) Logique séquentielle :
  - Représentation du cahier des charges d'un système séquentiel,
  - Table de séquences, graphe des états, matrice,
  - Principe général de résolution, méthodes intuitives,
  - Méthodes des cycles.
- d) Logique numérique :
  - Bascules, registres, compteurs, mémoires,
  - Notions sur les circuits SSI, MSI, LSI,
  - Présentation de systèmes numériques complexes (A.L.U., F.P.L.A., P.L.A.,...)
- C. ELECTROTECHNIQUE
  - 1) Notions sur les courants polyphasés
  - 2) Etude des systèmes triphasés
    - Systèmes triphasés équilibrés,
    - Groupements étoile et triangle,
    - Puissances active, réactive et apparente en triphasé,
    - Notions sur les systèmes triphasés déséquilibrés - courant de défaut et tension de déséquilibre.
  - 3) Electromagnétisme
    - Force électromagnétique dans le vide - loi de Laplace,
    - Théorème d'Ampère - loi de Biot et Savart - champ créé par un courant,
    - Induction magnétique - loi de Lenz - induction mutuelle - auto-induction,
    - Notions sur les milieux aimantés : susceptibilité, perméabilité, matériaux ferromagnétiques, hystérésis,
    - Circuits magnétiques : loi d'Hopkinson, réluctance, aimants permanents, électroaimants,
    - Bobine à noyau de fer, schéma équivalent.
  - 4) Transformateur monophasé
    - Principe et relations fondamentales,
    - Fonctionnement à vide et en charge,
    - Schéma équivalent,
    - Essais et rendements,
    - Transformateurs spéciaux,
    - Appel de courant lors de la mise sous tension.
  - 5) Transformateur triphasé
    - Principe et diagrammes normalisés,
    - Indice horaire,
    - Rapports de transformation interne et global,
    - Modes de couplage : étoile, triangle, zig-zag,
    - Couplages des transformateurs en parallèle.
  - 6) Champs tournants
    - Force électromotrice produite par un champ tournant,
    - Champs tournants produits par des courants alternatifs,
    - Propriétés des systèmes multipolaires.
  - 7) Machines à courant continu
    - Principe et description,
    - Réversibilité génératrice/ moteur,
    - Etudes des moteurs à courant continu, excitation, couple, vitesse, démarrage, régulation de vitesse,
    - Essais et rendements,
  - 8) Machines asynchrones (moteurs)
    - Principe et description,
    - Champs tournants statique et rotorique,
    - Glissement,
    - Fréquence des courants rotoriques,
    - Equations des flux et des tensions,
    - Schéma équivalent,
    - Couple et caractéristique mécanique
    - Rendement,
    - Modes de fonctionnement : moteur, frein électrique.
  - 9) Machines synchrones
    - Principe et description,
    - Alternateur - schéma équivalent, réaction d'induit, couplage au réseau,

- Moteur synchrone - schéma équivalent, facteur de puissance, excitation, compensateur...,

- Moteur synchrone autopiloté.

10) Moteurs particuliers

- Moteur universel, moteurs pas à pas, moteur à aimant permanent et réluctance variable, moteur linéaire, moteur asynchrone triphasé à 2 vitesses, moteurs monophasés, moteurs sans balais.

D. ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

1) Notions sur les courants non sinusoïdaux,

2) Rappels sur les composants de base et les signaux,

3) Fonction redressement - taux d'ondulation, facteur de forme,

4) Le redressement non commandé - monophasé et triphasé P2, PD2, P3, PD3,

5) Les montages redresseurs à thyristors - convertisseurs alternatif/continu,

6) Les onduleurs autonomes - convertisseurs continu/alternatif,

7) Les gradateurs - convertisseurs alternatif/alternatif,

8) Les hacheurs - série et parallèle - convertisseurs continu/continu,

9) Variation de vitesse des moteurs à courant continu,

10) Variation de vitesse des moteurs à courant alternatif.

E. SIGNAUX ET SYSTEMES

1) Signaux

- Signaux continus, analyse spectrale : séries et transformée de FOURIER, densité spectrale et aspect énergétique.

- Signaux discrets : échantillonnage, spectres, théorème de Shannon, transformée de FOURIER discrète, fenêtre pondération,

- Transformée en Z, filtres numériques.

2) Systèmes

- Système, schéma fonctionnel, systèmes linéaires et systèmes non linéaires,

- Equations différentielles, transformée de LAPLACE : fonction de transfert,

- Systèmes du 1er ordre et du 2eme ordre,

- Réponse temporelle (échelon, rampe),

- Réponse harmonique, bande passante, atténuation, courbes de BODE,

- Notions sur l'identification.

F. REGULATION ET ASSERVISSEMENT

1) Boucle ouverte et boucle fermée,

2) Utilisation du plan de Black pour caractériser les systèmes bouclés (résonance, bande passante),

3) Performances des systèmes bouclés, stabilité, précisions statique et dynamique

4) Régulateurs : régulation par tout ou rien (principe), régulateurs P, PI, PID

5) Systèmes asservis échantillonnés, régulateurs numériques.

G. INFORMATIQUE INDUSTRIELLE

Les bases de l'électronique numérique pour l'informatique industrielle ont été développées au paragraphe b.2.

1) Automatismes logiques:

- Structure d'un système automatisé, cahier des charges,

- Méthodes d'analyses du fonctionnement: Grafcet,...

- Logique cablée, logique programmée

2) Microprocesseurs

- Architecture et programmation,

- Interfaçage, modes d'échanges de données, gestion des interruptions.

3) Automates Programmables Industriels.

4) Réseaux industriels, communication.

A.2.2. Technologie et maintenance en 3 E.A.

● Horaires :

	COURS	T.D.	T.P.
1ÈRE ANNÉE		24	32
2ÈME ANNÉE		35	42

● Objectifs :

Au terme de la formation en technologie et maintenance en 3 E.A., les étudiants devront être capables de :

- lire et interpréter tout schéma de fonctionnement et de câblage d'origine française ou étrangère ;

- identifier les fonctions et les composants des systèmes ;

- déterminer à l'aide de tests et mesures les causes de défaillance des systèmes ;

- rétablir les équipements dans un état spécifié, éventuellement les reconcevoir.

● Programme :

A. TECHNOLOGIE DES INSTALLATIONS ET MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS ELECTRIQUES

1) Technologie et fonctions de base de l'appareillage électrique (sectionnement, commande, protection des circuits et des personnes),

2) Technologie des installations électriques

- Schémas réglementaires d'une installation industrielle,
- Standardisation et normes,
- Armoires électriques d'un process (architecture, schéma, compatibilité électromagnétique,...)
- 3) Distribution électrique
  - Production, transport, postes haute tension/basse tension,
- 4) Mesures de protection
  - Risques d'électrocution,
  - Précautions à prendre au niveau de l'installation - régimes du neutre,
  - Appareillage de protection : sectionneurs, interrupteurs, fusibles, disjoncteurs, contacteurs, ICV (Interrupteurs à coupure visible).
- 5) Technologie et mise en oeuvre des moteurs électriques
  - Indice de protection, classes d'isolants, moteurs auto-ventilés et moto-ventilés,
  - Commande et protection des moteurs électriques,
  - Equation des couples, temps de démarrage et de freinage,
  - Stabilité du régime de fonctionnement d'un moteur,
  - Etude du fonctionnement dans les 4 quadrants,
  - Association variateur de vitesse - moteur à courant continu,
  - Association variateur de vitesse - moteur asynchrone (convertisseur de fréquence),
  - Association gradateur triphasé - moteur asynchrone,
  - Services types et choix des moteurs,
  - Moteurs à service intermittent.
- 6) Maintenance et sécurité
  - Prescriptions de sécurité à mettre en oeuvre lors de travaux ou d'interventions sur les installations et équipements électriques,
  - Législation des installations électriques (règles de l'art, vérifications périodiques...),
  - Les installations de sécurité et les alimentations de remplacement,
- 7) Maintenance des équipements électriques
  - Durabilité de l'appareillage électrique en fonction des différentes catégories d'emplois normalisées et du nombre de manoeuvres,
  - Etudes des fonctionnements intempestifs des équipements électriques (sécurité machines),
  - Maintenance des moteurs électriques,
  - Optimisation des différents modes de maintenance en fonction de la structure du service maintenance et de l'entreprise (correctif, préventif systématique ou conditionnel),
  - Dépannage des équipements électriques et des installations électriques.
- B. TECHNOLOGIE ET MAINTENANCE ELECTRONIQUE**
  - Utilisation de fiches techniques et catalogues constructeurs pour le choix des composants intégrés dans un montage,
  - Etude et réalisation de circuits électroniques complexes à l'aide d'un logiciel de CAO,
  - Technologies de réalisation (circuits imprimés, connectique,...)
  - Maintenance des équipements électroniques
  - . Dépannage des équipements électroniques :
    - Méthodes de dépannage,
    - Mise en oeuvre de testeurs de sous-ensembles et de cartes.
  - . Fiabilité des équipements électroniques
    - Différents types de défaillance (composants et circuits),
    - Rôle du déverminage,
    - Mode de contrôle des paramètres électriques des constituants (mesures des valeurs paramétriques et des temps de fonctionnement, vérificateurs des fonctions logiques).
    - MTBF (Taux Moyen de Bon Fonctionnement) des différents constituants électroniques (variateurs de vitesse, automates, micro-ordinateurs, systèmes de mesures et de contrôle).
- C. INSTRUMENTATION ET MESURE**
  - Caractéristiques d'une mesure.
  - Les principaux capteurs électriques : résistifs, inductifs, capacitifs, à effet HALL, piézoélectriques, photoélectriques, incrémentaux.
  - Les conditionneurs du signal (4 - 20 mA...).
  - Les chaînes de mesures industrielles (capteur, interfaces, traitements).
  - Les bus industriels et d'instrumentation.
- D. AUTOMATIQUE ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLE**
  - Commande des moteurs électriques, continus et asynchrones (vitesse, position,...), choix d'un variateur de vitesse
  - Régulation de procédés industriels (température, débit,...), identification et choix d'un régulateur
  - Mise en oeuvre des systèmes programmables
  - . Logique pneumatique.
  - . Systèmes à base de microprocesseur - systèmes de développement.
    - Microcalculateurs et applications, microcontrôleurs,
    - Initiation au calculateur industriel (temps réel),
    - Notion de systèmes industriels interconnectés réseaux,
    - Commande des robots.
  - . Automates programmables :
    - Critères de choix, mise en oeuvre en milieu industriel, interfaces d'entrées/sorties, interface de régulation, positionnement numérique d'axes, communication homme/machine; liaisons asynchrones, réseaux,
    - Outils de mise au point et de maintenance : la console de programmation, la carte d'aide au diagnostic.
  - . Mise en oeuvre des réseaux industriels.

**IV - A -3 Unité d'enseignement 3 : maintenance et technologie****A.3.1. Mécanique - thermique**

## ● Horaires :

	COURS	T. D.	T. P.
1ÈRE ANNÉE	48	48	32
2ÈME ANNÉE	28	28	14

## ● Objectifs :

Le but de l'enseignement de la mécanique est de fournir aux étudiants un outillage conceptuel devant permettre la compréhension du fonctionnement des mécanismes.

En premier lieu, une formation théorique solide en mécanique de base s'avère indispensable pour l'acquisition des concepts orientés vers l'analyse du fonctionnement, des modes de défaillance et la reconception des mécanismes.

L'objectif final de la formation dans les domaines de la mécanique des solides, des fluides et de la résistance des matériaux consiste à acquérir des méthodes permettant la résolution des problèmes pratiques se posant quotidiennement dans les services de maintenance et permettant à l'étudiant de pouvoir s'adapter à des problèmes nouveaux.

En thermique, la formation permettra à l'étudiant d'acquérir les bases nécessaires à la compréhension des deux principes et de la notion de fonction d'état en se référant à des applications pratiques. L'étude des coefficients calorimétriques sera traitée très rapidement dans le but de démontrer les lois physiques indispensables à la résolution des problèmes thermodynamiques.

## ● Programme :

## A. GEOMETRIE

## 1) Opérations sur les vecteurs :

Somme, multiplication par un scalaire, base, produit scalaire, norme, vecteur unitaire, produit vectoriel, produit mixte, double produit vectoriel, division vectorielle, fonction vectorielle, dérivée d'un vecteur.

## 2) Systèmes de vecteurs ; torseurs :

Moment par rapport à un point, moment par rapport à un axe, éléments de réduction d'un système, théorème des transferts, invariants, axe central, systèmes équivalents : couple, glisseur, cas général.

## B. MECANIQUE GENERALE

## 1) Statique :

- Système isolé, classification des forces, lois du frottement de glissement (Coulomb), exemples.

- Equations générales de l'équilibre. Calcul des efforts.

- Systèmes isostatiques et hyperstatiques.

- Notions sur les lois du frottement de roulement et pivotement.

## 2) Mécanique du point :

## a) Cinématique du point :

- Trajectoire, vecteur-vitesse, vecteur accélération, mouvements rectiligne et circulaire.

- Notions sur le mouvement à accélération centrale.

## b) Dynamique du point :

Quantité de mouvement, moment cinétique, quantité d'accélération, moment dynamique, énergie cinétique, travail, puissance, théorèmes généraux, exemples, systèmes conservatifs.

## 3) Mécanique du solide :

## a) Cinématique du solide :

- Cas particuliers : translation, rotation autour d'un axe, mouvement hélicoïdal.

- Champ des vitesses des points d'un solide, vitesse et axe instantanés de rotation et glissement.

- Champ des accélérations des points d'un solide.

- Composition des mouvements, vitesses et accélérations.

- Cinématique plane : mouvement plan sur plan, exemple de système bielle-manivelle, généralisation.

## b) Dynamique du solide :

- Masse et inertie : définition de la masse, du centre de masse, des moments statiques, des moments quadratiques, des moments d'inertie, théorème de Huyghens.

- Moment d'inertie d'un solide par rapport à un axe, ellipsoïde et matrice d'inertie.

- Torseur cinétique, torseur dynamique, énergie cinétique.

- Solide en rotation autour d'un axe fixe, axes principaux d'inertie, équilibrages statique et dynamique, torseur des forces d'inertie centrifuges, méthodes d'équilibrage.

## C. MECANIQUE DES FLUIDES

## a) Statique des fluides isovolumes :

Définitions, classifications, équation fondamentale, théorème d'Archimède, forces sur parois plane et quelconque, piézométrie ; modèle du fluide à pression constante.

## b) Dynamique des fluides parfaits isovolumes et bilans :

Définitions, débit et continuité, théorèmes de Bernoulli et Euler. Applications au tube de Pitot, de Venturi et à l'action d'un jet.

## c) Pertes de charge linéaires :

Les régimes hydrauliques, analyse dimensionnelle, forme générale de la perte de charge, diagrammes, applications aux diffuseur et convergent.

## d) Ecoulements turbulents :

Notions sur les vitesses, puissance hydraulique, pertes de charges singulières, orifice en mince paroi, ajutage, vidange, diaphragme, rotamètre et notions d'aérodynamique.

e) Écoulements laminaires :

Viscosité, loi de Newton, écoulement de Poiseuille, notions sur l'écoulement de Couette et les butées hydrauliques.

f) Compléments sur les circuits fluidiques et la statique des fluides non isovolumes.

#### D. RESISTANCE DES MATERIAUX

- Hypothèses générales, définition d'une poutre, définition des efforts dans une section (torseur des efforts intérieurs), définition des différentes sollicitations.

- Caractéristiques mécaniques des matériaux (essai de traction).

- Etudes des sollicitations simples : traction, compression, cercle de Mohr, cisaillement, torsion des profils circulaires, flexion plane.

- Relation contrainte déformation.

- Sollicitations composées, flexion déviée, flexion traction ou compression, flexion et torsion des profils non circulaires.

- Flambage.

- Méthodes expérimentales de détermination des déformations et des contraintes : extensométrie, photo-élasticité.

#### E. THERMODYNAMIQUE

Bases et principes

a) Introduction

- l'énergie en mécanique,

- notion de température, thermomètre, différents thermomètres,

- notion de quantité de chaleur, chaleur massique, transport de la chaleur.

b) Définitions

- système, source de chaleur, différentes transformations, variables d'état,

- fonction d'état,

- cycles,

- notion de réversibilité.

c) Premier principe

- principe d'équivalence,

- énergie interne et enthalpie,

- principe général de conservation de l'énergie et bilan, différentes formes de l'énergie.

d) Deuxième principe

- énoncé de Clausius et Kelvin,

- équivalence des deux énoncés,

- cycles dithermes,

- cycles de Carnot - théorème de Carnot,

- cycles quelconques,

- notion d'entropie.

e) Expression mathématique des deux principes

- coefficients calorimétriques,

- fonctions caractéristiques,

- diagrammes thermodynamiques.

f) Gaz parfait

- lois de Joule,

- équation d'état,

- relation de Mayer, loi d'Avogadro-Ampère,

- transformations isotherme, isentropique.

g) Fluide réel - changement d'état - vapeur

Représentation dans les diagrammes de :

- Clapeyron,

- Entropique,

- Mollier.

#### F. THERMIQUE

Transfert de la chaleur en régime permanent

a) Conduction

- flux de chaleur à travers une paroi plane,

- parois planes composites,

- coefficient de transmission thermique d'un mur baigné dans un milieu transmetteur,

- parois cylindriques homogènes et composites.

b) Convection

- convection libre et forcée,

- convection à l'intérieur des canalisations, analyse dimensionnelle,

- convection à l'extérieur des canalisations,

- écoulement perpendiculaire à l'axe,

c) Rayonnement

- le corps noir et le corps gris

.lois de Planck, Wien, Stefan-Boltzmann,

.lois de Kirchhoff et de Lambert.

- chaleur échangée entre deux corps gris.

## A.3.2. Technologie et maintenance mécanique

## ● Horaires :

	COURS	T.D.	T.P.
1ÈRE ANNÉE		40	24
2ÈME ANNÉE		35	21

## ● Objectifs :

Pour être capable de détecter les causes de défaillances, de s'assurer du fonctionnement correct d'une installation ou d'intervenir au niveau du choix des composants pour améliorer la maintenabilité, la connaissance des opérateurs techniques est nécessaire.

Les étudiants recevront une formation initiale ayant comme objectifs :

- l'acquisition des méthodes d'expression par les techniques graphiques et informatiques,
- l'initiation au dessin technique - DAO (Dessin Assisté par Ordinateur),
- l'utilisation des normes,
- le choix des matériaux.

La démarche se poursuivra par l'étude des opérateurs techniques élémentaires :

- Représentation, analyse fonctionnelle, cotation, détermination des opérateurs élémentaires tels que : organes d'assemblage, de guidage, d'étanchéité, de frottement, pour aboutir à l'étude des opérateurs techniques complexes.
- Choix des composants d'un ensemble mécanique, analyse fonctionnelle des ensembles afin de pouvoir ultérieurement détecter et analyser les causes de défaillances et, éventuellement, remettre en question le choix d'un ou de plusieurs éléments d'une chaîne.
- Couplage des machines.

## ● Programme :

## 1) Techniques initiales

- Acquisition rapide d'une connaissance suffisante des éléments de dessin technique afin d'être en mesure de :
  - . comprendre les cotations et symboles de tolérance appliqués sur les dessins d'ensemble et de définition,
  - . coter un ensemble pour qu'il fonctionne correctement.

- Etude des tolérances sur pièces et ensembles de pièces par la connaissance :

- . des tolérances et ajustements (système ISO) et la corrélation jeu et fonctionnement,
- . des états de surfaces :

- \* Signification physique des critères de rugosité,
- \* Validité des critères en fonction des échantillons,
- \* Appareils de contrôle,
- \* Critères de portance.

. des tolérances de forme et de position :

- \* Etudes et utilisations de la norme,
- \* Contrôle de ces défauts.

. de la cotation fonctionnelle :

- \* Étude des assemblages et chaînes de cotes,
- \* Cas des cônes et pentes,
- \* Maillons interdépendants,
- \* Maximum - matière.

## 2) Composants

## a) Composants mécaniques

- Engrenages :

- . Rappel des caractéristiques (engrenages droits, hélicoïdaux, coniques, roue et vis),
- . Procédures de montage et de réglage,
- . Défauts classiques (voir diagnostic).

- Roulements :

- . Caractéristiques des principaux types,
- . Règles de montage, dilatation, frettage,
- . Défauts (voir diagnostic),
- . Durée de vie, fiabilité d'un ensemble,
- . Lubrification, frottement, puissance dissipée.

- Paliers : notions avec utilisation d'un guide de choix.

- Joints d'étanchéité : différents types, utilisation,

## b) Composants fluidiques

- Pompes, récepteurs, distributeurs, valves, débitmètres, pressostats, accessoires, (filtres accords), prises de pression,
- Schématisation,
- Hydraulique proportionnelle.

## 3) Diagnostic

A partir de l'analyse fonctionnelle et technologique d'un mécanisme (lecture de plan, de notice, schématisation,...), recherche systématique des variables à surveiller pour :

- Recensement des avaries possibles et connues : roulements, engrenages, embrayages, moteurs électriques, composants hydrauliques...

- Analyse des causes,
- Etablissement d'un tableau de diagnostic (symptômes, causes, remèdes),
- Utilisation et adaptation de logiciels d'aide au diagnostic.
- 4) Maintenance des équipements mécaniques et fluidiques
- Surveillance et exécution d'opérations de maintenance sur des ensembles mécaniques complexes (ex. : machine-outil) :
  - Contrôle des jeux : surveillance en fonctionnement (ex. : analyse vibratoire),
  - Démontage : remise à la cote par rechargement, réusinage, changement des pièces d'usure,
  - Remontage, ajustage.
  - Recherche de pannes simulées sur banc ou sur site. Ceci occasionnera l'ouverture et la remise en état de composants hydrauliques et pneumatiques.
  - Surveillance du fluide et filtration.
- 5) Analyse vibratoire
  - a) Caractéristiques
    - Oscillations libres à un ou deux degrés de liberté, non amortie et amortie par frottement sec ou visqueux,
    - Oscillations forcées : étude du mouvement, de l'amplitude et de la phase, résonance mécanique et analogie électrique, phénomène de battements,
    - Exemples de la roue balourdée et de l'amortisseur mécanique.
    - Notions sur les systèmes couplés
  - b) Détection
    - Différents moyens de contrôle (capteurs, analyseurs, enregistreurs),
    - Sévérité vibratoire (normes, mesures),
    - Analyse de fréquence, principe, procédures à suivre :  
Ex. : exploitation des résultats.
    - Utilisation de logiciels : recherche des causes, remèdes.
- 6) Maintenance et sécurité
  - Prescriptions techniques applicables pour l'utilisation des machines, en particulier, les éléments mobiles de transmission d'énergie.
  - Règles générales d'utilisation des équipements de travail et moyens de protection, y compris les moyens de protection individuelle.
  - Mesures d'organisation et conditions de mise en oeuvre.

#### A.3.3. Technologie et maintenance thermique

##### ● Horaires :

	COURS	T. D.	T. P.
1ÈRE ANNÉE			
2ÈME ANNÉE		21	21

##### ● Objectifs :

Lors des calculs des machines thermiques et des échangeurs, l'accent sera mis essentiellement sur les méthodes approchées mettant clairement en évidence l'évolution du résultat en fonction des différents paramètres.

##### ● Programme :

- 1) Machines alternatives et volumétriques
  - compresseurs à pistons, à palettes, à vis, etc... ; double effet.
  - cycle et calculs de dimensionnement,
  - caractéristiques : débits, puissance, rendements,
  - technologie : refroidissement, nombre d'étages, aspects mécaniques...
  - exemples concrets : exercices.
- 2) Machines centrifuges et axiales
  - aspects théoriques : théorème d'Euler, triangles des vitesses, énergie cinétique, hauteur manométrique.
  - architectures : roues, diffuseurs, aubages, etc...
  - courbes caractéristiques : puissance, pression, débits.
  - exemples concrets : compresseurs, turbines à vapeur.
- 3) Moteurs à combustion interne
  - turbines à gaz :
    - . cycle, calcul.
    - . technologie.
    - . exemple du réacteur double flux.
  - moteur à explosion et Diesel :
    - . cycles et calculs (puissance).
    - . aspects mécaniques, technologie.
    - . exemples chiffrés.
    - . tracés des caractéristiques (TP)
  - autres types de moteur : Stirling, etc...
- 4) Machines frigorifiques et climatisation
  - cycle, calcul.

- technologie.
- exemple du réacteur double flux.
- installations à compression de vapeur.
- installations à absorption.
- installations de climatisation.
- 5) Chaudières
  - aspects théoriques de la combustion et combustibles : pouvoirs comburivores, fumigènes, calorifiques.
  - diagramme de combustion : excès et défauts d'air, rendement,...
  - architecture des chaudières : charbon, gaz, fuel...
  - dimensionnement des chaudières,...
- 6) Echangeurs
  - coefficient global d'échange,
  - différents types d'échangeur : faisceaux de tubes,
  - définition de la moyenne logarithmique de la différence de températures.
- 7) Maintenance et sécurité
  - maintenance : vérification des performances, mesures, bilans, économies d'énergie, sécurité, installation,
  - prescriptions techniques applicables pour l'utilisation des machines, en particulier, les éléments mobiles de transmission d'énergie.
  - règles générales d'utilisation des équipements de travail et moyens de protection, y compris les moyens de protection individuelle.
  - mesures d'organisation et conditions de mise en oeuvre.

#### A.3.4. Technologie et contrôle des matériaux

##### ● Horaires :

	COURS	T.D.	T.P.
1ÈRE ANNÉE		24	24
2ÈME ANNÉE		14	14

##### ● Objectifs :

Cette formation a pour but d'apporter les bases essentielles nécessaires à la prévision du comportement des matériaux dans les conditions d'utilisation les plus variées de façon à permettre un choix et une utilisation rationnels.

##### ● Programme :

- 1) Structure fine des matériaux
  - Notions d'atomistique et de liaisons chimiques : les différentes classes de matériaux.
  - Structure et organisation des solides :
    - . Solides cristallins, solides amorphes,
    - . Structure des solides cristallins,
    - . Défauts dans les cristaux,
    - . Diffusion.
  - Elasticité, plasticité, ténacité.
- 2) Analyse des propriétés des matériaux
  - Méthodes de caractérisation des matériaux :
    - . Caractérisation mécanique,
    - . Caractérisation structurale.
  - Alliages et diagrammes de phases : application aux aciers.
  - Les modifications des propriétés mécaniques :
    - . Alliages métalliques,
    - . Polymères.
- 3) La dégradation des matériaux
  - Corrosion et protection,
  - Fatigue mécanique et thermique,
  - Ruptures fragiles, ductiles, fluage, étude de la rupture,
  - Usure et traitements de surface.
- 4) Critères de choix des matériaux pour la mécanique.
  - Notions sur les principaux alliages métalliques,
  - Notions sur les céramiques thermomécaniques,
  - Notions sur les polymères et les matériaux composites,
  - Soudage et collage structural.
- 5) Les contrôles non-destructifs
  - Ultrasons et émission acoustique,
  - Ressuage et magnétoscopie,
  - Courants de Foucault,
  - Les rayonnements ionisants...
- 6) La lubrification : analyse des huiles et des graisses
- 7) Analyse des effluents industriels.



### A.3.5. Etudes industrielles des installations 1

●Horaires :

	COURS	T. D.	T. P.
1ÈRE ANNÉE		24	24
2ÈME ANNÉE		28	

●Objectifs :

Donner à l'étudiant les bases nécessaires à l'étude et à la réalisation d'ensembles simples permettant la modification, l'amélioration, la modernisation d'installations existantes

Découvrir les installations et les méthodes de production afin de donner à l'étudiant une connaissance générale de la réalité industrielle.

Chaque département pourra s'appuyer sur les entreprises locales et orienter son enseignement en fonction de l'environnement technologique régional.

●Programme :

1) Gestion industrielle

a) Gestion de production et productique

- Etude et coût de fabrication, analyse de la valeur,
- Fabrication unitaire, continue par lots,
- Différentes méthodes de gestion de production (JAT, KANBAN...),
- Logistique et transitique,
- Autres procédés de production.

b) Méthodologie pour la mise en oeuvre des études industrielles.

- Veille technologique,
- Schémas, plans, normes,
- Choix des matériaux, des matériels et des moyens de réalisation,
- Etudes de marché (sous-traitance éventuelle).

c) Gestion de projets

- Cahier des charges,
- Coûts,
- Organisation, planning,
- Suivi, contrôle et réception.

2) Initiation à la conduite des machines d'usinage et d'assemblage.

- Techniques conventionnelles d'usinage,
- Etude de la coupe,
- Perçage, taraudage, tournage, fraisage,
- Machines à commande numérique,
- Techniques d'assemblage (soudage, brasage, collage...),
- Travail élémentaire des tôles,
- Mise en oeuvre des matériaux composites et plastiques,
- Méthodologie et contrôle dimensionnel.

### A.3.6. Etudes industrielles des installations 2

●Horaires :

	COURS	T. D.	T. P.
2ÈME ANNÉE			91

●Objectifs :

Les enseignants de "mécanique" et de "3 EA" travailleront en étroite collaboration. D'une manière générale, un thème annuel pourrait servir utilement de fil conducteur aux différentes parties du programme.

Exemples : chaîne de traitement de surface, chaîne de production agro-alimentaire, robot de soudage, processus de fabrication de pièces plastiques,...

1) Ateliers multitechniques

Analyses de quelques machines ou installations spécifiques sur dossier technique :

- Lecture de plan,
- Analyse cinématique et technique,
- Analyse fonctionnelle et technologique (GRAFCET),
- Maintenance de l'installation,
- Implantation (travaux neufs, raccordements réseaux, gestion et valorisation des déchets), environnement,
- Informatique industrielle,
- Réseaux d'automate,
- Supervision.

L'accent sera mis sur l'aspect multitechniques : électriques, fluidiques, mécaniques, thermiques...

2) Etude de cas

A partir de systèmes de type industriel faisant appel à une ou plusieurs technologies, l'étudiant sera mis en situation réelle de modifica-

tion, d'amélioration, de modernisation, de fiabilisation et d'exécution d'opérations de maintenance d'installations.

Il apportera un soin particulier à la méthodologie et à la rigueur dans son travail tout en mobilisant ses acquis propres.

Exemples (pris dans le domaine des systèmes automatisés) :

- Réglage des paramètres d'une régulation,
- Recherche de l'élément défaillant dans une chaîne de régulation,
- Analyse et modification de la fonction d'un A.P.I. (Automate Programmable Industriel)
- Remplacement d'une fonction câblée par une fonction programmée,
- Mise au point d'un programme de test.

Il est souhaitable de relier les études de cas aux projets tutorés de 2<sup>ème</sup> année.

IV - B - Formation dirigée : unité d'enseignement 4

#### **IV - B-1. Projets tutorés**

##### ● Horaires :

1<sup>ère</sup> année: 150 heures

2<sup>ème</sup> année: 150 heures

##### ● Programme :

Les étudiants se verront confier des travaux personnels, individuels ou collectifs sous forme de projets pouvant concerner l'ensemble des disciplines abordées durant les 2 années.

Ces projets seront modulés dans le temps: de quelques semaines en début de scolarité à plusieurs mois en fin de deuxième année. Les 300 heures réservées à ces projets figureront explicitement à l'emploi du temps.

Ces projets peuvent permettre d'apporter des compléments ou des développements aux étudiants à travers des travaux personnels.

En 1<sup>ère</sup> année, les projets feront principalement appel à des thèmes généraux.

En 2<sup>ème</sup> année, on s'appliquera à développer des projets interdisciplinaires permettant à l'étudiant de faire une synthèse des différentes matières enseignées. Ces projets peuvent faire l'objet de dossiers à réaliser ou de montages spécifiques à construire dans des laboratoires dont l'accès a été rendu possible (compte tenu des mesures de sécurité), et d'exposés devant les autres étudiants.

Les contacts avec le milieu industriel doivent être favorisés chaque fois que cela est possible et, notamment en deuxième année, sous forme de projets industriels, éventuellement en liaison avec les études de cas (exécution de la maintenance).

#### **IV - B -2. Stages industriels**

##### ● Horaires :

2<sup>ème</sup> année: 390 h

##### ● Objectifs :

Le stage doit permettre à l'étudiant :

- d'être confronté aux réalités du monde du travail et de se situer par rapport au milieu socio-professionnel,
- de découvrir une entreprise, ses structures, ses cadences, ses horaires, son ambiance, ses problèmes de délais, de qualité, tous les facteurs qui conditionnent le coût et la durabilité d'un produit ou d'une installation,
- de percevoir s'il est capable :
  - . de comprendre, de suivre, de participer aux travaux que réalise le personnel en place,
  - . d'adapter ses connaissances, compte tenu de la diversité des entreprises et des techniques.
- de vivre une expérience pratique et de faciliter son intégration dans la vie active.

##### ● Modalités pratiques

Le stage peut comporter plusieurs périodes :

- Il est conseillé aux étudiants d'effectuer pendant les vacances d'été, en fin de première année, un stage leur permettant d'acquérir une meilleure connaissance de l'atelier et de leur offrir l'occasion du contact avec le monde du travail.

- Un stage industriel de 10 semaines au minimum est obligatoire en deuxième année :

. Ce stage peut recouvrir une série d'interventions pratiques individuelles ou collectives, tout en offrant à l'étudiant matière à observation, à questions et à réflexion. Le suivi et l'encadrement du stage sont assurés par le département, notamment par des visites dans les entreprises d'accueil.

. Il est souhaitable que le stagiaire soit :

- associé à la vie et à l'organisation du service, (à cette fin, le stage pourrait être précédé d'une période de connaissance de l'entreprise),
- amené à se pencher sur un ou plusieurs cas concrets,
- conduit à l'analyse globale mais circonstanciée des répercussions ou du bien fondé d'une démarche,

. L'étude devra concerner un problème réel de l'entreprise (programmation, automatisation, amélioration mécanique ou électrique...) et il est important qu'elle soit menée à son terme. Si ce dernier point ne peut être atteint, on insistera particulièrement sur la méthodologie.

. L'étudiant rédige un rapport de stage à travers lequel il restitue ses activités, ses observations et ses commentaires. Le mémoire sera soumis à l'entreprise qui s'assurera de la confidentialité et de la fidélité des renseignements techniques et donnera son avis sur la qualité du travail réalisé.

. Le rapport sera soutenu devant un jury composé des professionnels et des professeurs chargés de suivre le stagiaire.