

## **II – Fiches d'organisation semestrielles des enseignements de la spécialité**

**Semestre 1:**

Semestre	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			Mode d'évaluation		
						Cours	TD	TP	VHS	Contrôle continu	Examen final
1	UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1 Crédits : 12 Coefficients : 7	Analyse 1	IST.1.1	6	3	1h30	3h00	-	67h30	40%	60%
		Algèbre 1	IST.1.2	4	2	1h30	1h30	-	45h00	40%	60%
		Probabilités et statistiques	IST.1.5	2	2	1h30	1h30	-	45h00	40%	60%
	UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits : 14 Coefficients : 8	Éléments de chimie (Structure de la matière)	IST.1.3	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20%TP)	60%
		Éléments de Mécanique (Physique 1)	IST.1.4	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20%TP)	60%
	UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Structure des ordinateurs et applications	IST.1.6	2	2	-	-	3h00	45h00	100%	-
		Dimension Éthique et déontologie (les fondements)	IST.1.7	1	1	1h30	-	-	22h30	-	100%
	UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Langue étrangère 1 (français ou anglais)	IST.1.8	1	1	-	1h30	-	22h30	100%	-
		<b>Volume Horaire Total</b>	-	<b>30</b>	<b>19</b>	<b>9h00</b>	<b>13h30</b>	<b>6h00</b>	<b>427h30</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Semestre	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			Mode d'évaluation		
						Cours	TD	TP	Contrôle continu	Examen final	
						VHS					
2	UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Analyse 2	IST.2.1	6	3	1h30	3h00	-	67h30	40%	60%
		Algèbre 2	IST.2.2	4	2	1h30	1h30	-	45h00	40%	60%
		Électricité et Magnétisme (Physique 2)	IST.2.3	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20%TP)	60%
		Thermodynamique	IST.2.4	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20%TP)	60%
		Dessin technique	IST.2.5	2	2	-	-	3h00	45h00	100%	-
		Programmation (informatique 2)	IST.2.6	2	2	-	-	3h00	45h00	100%	-
		Langue étrangère 2 (Anglais)	IST.2.7	1	1	-	1h30	-	22h30	100%	-
		Les métiers de l'ingénieur	IST.2.8	1	1	1h30	-	-	22h30	-	100%
<b>Volume Horaire Total</b>						<b>7h30</b>	<b>12h00</b>	<b>9h00</b>	<b>427h30</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Semestre	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			Mode d'évaluation	
						Cours	TD	TP	Contrôle continu	Examen final
3	UE Fondamentale Code : UEF 2.1.1 Crédits : 11 Coefficients : 6	Analyse 3	IST.3.1	6	3	1h30	3h00	-	40%	60%
		Analyse numérique 1	IST.3.2	5	3	1h30	1h30	1h30	40% (20% TD + 20%TP)	60%
	UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 14 Coefficients : 9	Ondes et vibrations	IST.3.3	5	3	1h30	1h30	1h30	40% (20% TD + 20%TP)	60%
		Mécanique des fluides	IST.3.4	5	4	1h30	1h30	1h30	40% (20% TD + 20%TP)	60%
	Mécanique rationnelle I	IST.3.5	4	2	1h30	1h30	-	40% (20% TD + 20%TP)	60%	
	UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 3 Coefficients : 3	Informatique3 (Matlab)	IST.3.6	2	2	1h30	-	1h30	100%	-
		Dessin Assisté par Ordinateur	IST.3.7	1	1	-	-	1h30	100%	-
	UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Anglais technique	IST.3.8	2	2	-	3h00	-	100%	-
			<b>Volume Horaire Total</b>	-	<b>30</b>	<b>19</b>	<b>9h00</b>	<b>12h00</b>	<b>7h30</b>	<b>-</b>

Semestre	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			Mode d'évaluation		
						Cours	TD	TP	VHS	Contrôle continu	Examen final
4	UE Fondamentale Code : UEF 2.2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Analyse numérique 2	IST.4.1	5	3	1h30	3h00	1h30	67h30	40% (20% TD + 20%TP)	60%
		Résistance des matériaux	IST.4.2	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20%TP)	60%
	UE Fondamentale Code : UEF 2.2.2 Crédits : 13 Coefficients : 7	Electronique fondamentale	IST.4.3	4	2	1h30	1h30	-	45h00	40%	60%
		Electricité fondamentale	IST.4.4	4	2	1h30	1h30	-	45h00	40%	60%
		Théorie du signal	IST.4.5	4	2	1h30	1h30	-	45h00	40%	60%
	UE Méthodologique Code : UEM 2.2 Crédits : 7 Coefficients : 6	Mesure et métrologie	IST.4.6	3	2	1h30	-	1h30	45h00	40%	60%
		Informatique 4	IST.4.7	2	2	1h30	-	1h30	45h00	40%	60%
	UE Transversale Code : UET 2.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Conception Assistée par Ordinateur	IST.4.8	2	2	-	-	1h30	45h00	100%	-
		Techniques d'expression, d'information et de communication	IST.4.9	1	1	-	3h00	-	22h00	100%	-
		<b>Volume Horaire Total</b>		<b>30</b>	<b>19</b>	<b>12h00</b>	<b>9h00</b>	<b>7h30</b>	<b>427h30</b>		

**Semestre 5 :**

Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 3.1.1 Crédits : 15 Coefficients : 10	Asservissement des systèmes linéaires continus.	ASI 5.1	6	4	3h00	1h30	1h30	90h00	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Logique combinatoire et séquentielle	ASI5.2	6	4	3h00	1h30	1h30	90h00	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Actionneurs industriels	ASI5.3	3	2	1h30		0h45	33h45	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 3.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Electronique de puissance	ASI5.4	5	2	1h30	1h30	0h45	56h15	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Méthodes numériques appliquées	ASI5.5	3	2	1h30		0h45	33h45	40%	60%
	Electronique appliquée	ASI5.6	3	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 3.1 Crédits : 6 Coefficients : 4	Langage de programmation 1	ASI5.7	1	1			1h30	22h30	100%	
	Capteurs et instrumentation industrielle	ASI5.8	2	1	1h30		0h45	33h45	40%	60%
UE Transversale Code : UET 3.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Anglais technique en Automatique	ASI5.9	1	1	-	1h30	-	22h30	100%	
<b>Volume Horaire Total</b>			<b>30</b>	<b>19</b>	<b>13H30</b>	<b>06H00</b>	<b>09H00</b>	<b>427H30</b>		



**Semestre 6 :**

Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 3.2.1 Crédits : 14 Coefficients : 8	Microprocesseurs et Microcontrôleurs	ASI6.1	6	3	3h00	1h30	1h30	90h00	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Asservissement des systèmes linéaires discrets	ASI6.2	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Traitement du signal	ASI6.3	3	2	1h30	1h30	0h45	56h15	40% (20% TD + 20% TP)	60%
UE Fondamentale Code : UEF 3.2.2 Crédits : 10 Coefficients : 6	Automates programmables industriels	ASI6.4	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Techniques d'optimisation	ASI6.5	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Régulation industrielle	ASI6.6	3	2	1h30		0h45	33h45	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 3.2 Crédits : 5 Coefficients : 4	Langage de programmation 2	ASI6.7	1	1			1h30	22h30	100%	
	Stage en entreprise 1	ASI6.8	1	1	Volume horaire hors quota (en moyenne 100 heures) Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire 1h30				100%	
UE Transversale Code : UET 3.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Entrepreneuriat et management d'entreprise	ASI6.9	1	1	1h30	-	-	22h30		100%
<b>Volume Horaire Total</b>			<b>30</b>	<b>19</b>	<b>12H00</b>	<b>07H30</b>	<b>09H00</b>	<b>427H30</b>		



## Semestre 7 :

Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 4.1.1. Crédits : 14 Coefficients : 8	Commande des systèmes linéaires dans l'espace d'état	ASI7.1	6	3	3h00	1h30	1h30	90h00	40%	60%
	Modélisation et indentification des systèmes	ASI7.2	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40%	60%
	Traitement du signal avancé	ASI7.3	3	2	1h30	1h30	0h45	56h15	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 4.1.2 Crédits : 7 Coefficients : 4	Systèmes à événement discret	ASI7.4	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Réseaux de communication industriels	ASI7.5	3	2	1h30		0h45	33h45	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 4.1 Crédits : 8 Coefficients : 6	Programmation des circuits reconfigurable FPGA	ASI7.6	4	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40%	60%
	Ingénierie des systèmes embarqués	ASI7.7	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
UE Transversale Code : UET 4.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Projet Personnel Professionnel	ASI7.8	2	1	Volume horaire hors quota Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire				100%	
	Normes et installation électriques	ASI7.9	1	1	1h30			22h30	40%	60%
<b>Volume Horaire Total</b>			<b>30</b>	<b>19</b>	<b>13H30</b>	<b>07H30</b>	<b>07H30</b>	<b>427H30</b>		



## Semestre 8 :

Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 4.2.1 Crédits : 13 Coefficients : 8	Commande des systèmes non linéaires	ASI8.1	6	4	3h00	1h30	1h30	90h00	40%	60%
	Systèmes multi-variables	ASI8.2	6	4	3h00	1h30	1h30	90h00	(20% TD + 20% TP)	60%
	Automatisme industrielle et supervision	ASI8.3	3	2	1h30		1h30	45h00	(20% TD + 20% TP)	60%
UE Fondamentale Code : UEF 4.2.2 Crédits : 10 Coefficients : 6	Modélisation des systèmes robotisés	ASI8.4	4	2	1h30	1h30	0h45	56h15	(20% TD + 20% TP)	60%
	Techniques d'optimisation avancées	ASI8.5	4	2	1h30		1h30	45h00	(20% TD + 20% TP)	60%
UE Méthodologique Code : UEM 4.2 Crédits : 6 Coefficients : 4	Techniques de l'intelligence artificielle	ASI8.6	3	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	Conception et réalisation des circuits électroniques	ASI8.7	2	1	0h45		1h30	33h45	40%	60%
	Stage en entreprise 2	ASI8.8	1	1	Volume horaire hors quota (en moyenne 100 heures) Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire				100%	
UE Transversale Code : UET 4.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Respect des normes et règles d'éthique et d'intégrité	ASI8.9	1	1	1h30			22h30		100%
<b>Volume Horaire Total</b>					<b>14H15</b>	<b>04H30</b>	<b>09H45</b>	<b>427H30</b>		



**Semestre 9:** \_

Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 5.1.1. Crédits : 14 Coefficients : 7	Commande avancée	ASI9.1	6	4	3h00	1h30	1h30	90h00	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Apprentissage profond	ASI9.2	4	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	Traitement d'image et du son	ASI9.3	4	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 5.1.2. Crédits : 8 Coefficients : 5	Commande des robots	ASI9.4	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Systèmes temps réel	ASI9.5	3	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 5.1 Crédits : 7 Coefficients : 5	Instrumentation virtuelle	ASI9.6	3	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	Conception et développement WEB	ASI9.7	3	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	Industrie 4.0	ASI9.8	1	1	1h30			22h30		100%
UE Transversale Code : UET 5.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Recherche documentaire et Conception de mémoire	ASI9.9	1	1	1h30	-	-	22h30		100%
<b>Volume Horaire Total</b>			<b>30</b>	<b>19</b>	<b>15H00</b>	<b>03H00</b>	<b>10H30</b>	<b>427H30</b>		



### Semestre 10 : Automatique et systèmes intelligents

Le projet de fin d'études (PFE) obligatoirement en relation avec le secteur industriel ou dans une entreprise ou réalisé dans le cadre de l'arrêté 1275 du 22 sept 202 (start up) est sanctionné par un mémoire et une soutenance

VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	11	18
Stage en entreprise	04	06
Séminaires	02	03
Autre (Encadrement)	02	03
<b>Total Semestre 10</b>	<b>19</b>	<b>30</b>

#### Ce tableau est donné à titre indicatif

- Evaluation du Projet de Fin de Cycle de Master

Valeur scientifique (Appréciation du jury)	/6
Rédaction du Mémoire (Appréciation du jury)	/4
Présentation et réponse aux questions (Appréciation du jury)	/4
Appréciation de l'encadreur	/3
Présentation du rapport de stage (Appréciation du jury)	/3



## **Programmes détaillés des matières du 1<sup>er</sup> semestre**

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S1	Analyse 1		3	6	IST1.1
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	3h00	-		

**Pré requis :**

Notions de base des mathématiques des classes Terminales (ensembles, fonctions, équations, ...).

**Objectifs de l'enseignement**

Cette première matière d'Analyse I est notamment consacrée à l'homogénéisation des connaissances des étudiants à l'entrée de l'université. Les premiers éléments nouveaux sont enseignés de manière progressive afin de conduire les étudiants vers les mathématiques plus avancées. Les notions abordées dans cette matière sont fondamentales et parmi les plus utilisées dans le domaine des Sciences et Technologies.

**Contenu de la matière:****Chapitre 1 : Propriétés de l'ensemble  $\mathbb{R}$** 

1. Partie majorée, minorée et bornée.
2. Élément maximum, élément minimum.
3. Borne supérieure, borne inférieure.
4. Valeur absolue, partie entière.

**Chapitre 2 : Suites numériques réelles**

1. Suites convergentes.
2. Théorèmes de comparaison.
3. Théorème de convergence monotone.
4. Suites extraites.
5. Suites adjacentes.
6. Suites particulières (arithmétiques, géométriques, récurrentes)

**Chapitre 3 : Les fonctions réelles à une seule variable**

1. Limites et continuité des fonctions
2. Dérivée et différentielle d'une fonction
3. Applications aux fonctions élémentaires (puissance, exponentielle, hyperbolique, trigonométrie et logarithmique)

**Chapitre 4 : Développement limité**

1. Développement limité
2. Formule de Taylor

### 3. Développement limité des fonctions **Chapitre 5:**

#### **Intégrales simples**

1 Rappels sur l'intégrale de Riemann et sur le calcul de primitives.

#### **Mode d'évaluation :**

Interrogation écrite, devoir surveillée, examen final

#### **Références bibliographiques:**

- 1- K. Allab, Eléments d'analyse, Fonction d'une variable réelle, 1<sup>re</sup>& 2<sup>e</sup> années d'université, Office des Publications universitaires.
- 2- J. Rivaud, Algèbre : Classes préparatoires et Université Tome 1, Exercices avec solutions, Vuibert.
- 3- N. Faddeev, I. Sominski, Recueil d'exercices d'algèbre supérieure, Edition de Moscou

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S1	Algèbre 1		2	4	IST1.2
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

**Pré requis :**

Notions de base des mathématiques des classes Terminales (ensembles, fonctions, équations, ...).

**Objectifs de l'enseignement**

Cette première matière d'Algèbre I est notamment consacrée à l'homogénéisation des connaissances des étudiants à l'entrée de l'université. Les premiers éléments nouveaux sont enseignés de manière progressive afin de conduire les étudiants vers les mathématiques plus avancées. Les notions abordées dans cette matière sont fondamentales et parmi les plus utilisées dans le domaine des Sciences et Technologies.

**Contenu de la matière:****Chapitre 1. Les ensembles, les relations et les applications (5 semaines)**

1. Théorie des ensembles.
2. Relation d'ordre, Relations d'équivalence.
3. Application injective, surjective, bijective et fonction réciproque: définition d'une application, image directe, image réciproque, caractéristique d'une application.

**Chapitre 2 : Les nombres complexes**

1. Définition d'un nombre complexe.
2. Représentation d'un nombre complexe : Représentation algébrique, représentation trigonométrique, représentation géométrique, représentation exponentielle.
3. Racines d'un nombre complexe : racines carrées, résolution de l'équation  $az^2 + bz + c = 0$ , racines nième d'un nombre complexe.

**Chapitre 3 : Espace vectoriel**

1. Espace vectoriel, base, dimension (définitions et propriétés élémentaires).
2. Application linéaire, noyau, image, rang.

**Mode d'évaluation :**

Interrogation écrite, devoir surveillée, examen final

**Références bibliographiques:**

1. J. Rivaud, Algèbre : Classes préparatoires et Université Tome 1, Exercices avec solutions, Vuibert.
2. N. Faddeev, I. Sominski, Recueil d'exercices d'algèbre supérieure, Edition de Moscou
3. M. Balabne, M. Duflo, M. Frish, D. Guegan, Géométrie – 2<sup>e</sup> année du 1<sup>er</sup> cycle classes préparatoires, Vuibert Université.
4. B. Calvo, J. Doyen, A. Calvo, F. Boshet, Exercices d'algèbre, 1<sup>er</sup> cycle scientifique préparation aux grandes écoles 2<sup>e</sup> année, Armand Colin – Collection U.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S1	Eléments de mécanique (Physique1)	4	7	IST.1.4
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
90h00	1h30	3h00	1h30	

**Prérequis :**

Il est recommandé d'avoir bien maîtrisé les sciences physiques et les mathématiques de base dans le cycle secondaire

**Objectifs :**

L'enseignement de cette matière permet à l'étudiant d'acquérir les notions fondamentales de la mécanique classique liée au point matériel à travers :

- la cinématique
- la dynamique
- et les concepts travail et énergie.

**Contenu de la matière : Physique 1 (Mécanique)****Chapitre I : Rappel**

- Analyse dimensionnelle
- Analyse vectorielle

**Chapitre II : Cinématique**

- Notion de Référentiel
- Etude de mouvements dans l'espace (cas général, circulaire, rectiligne, coordonnées intrinsèques)
- Systèmes de coordonnées (cartésien, polaire, cylindrique, sphérique)
- Mouvement relatif (lois de compositions des vitesses et accélérations)

**Chapitre III : Dynamique**

- Principe d'inertie, Masse d'inertie et référentiel Galiléen
- Quantité de mouvement – Principe de conservation de la quantité de mouvement
- Notion de Force,
- Lois de Newton
- Equation différentielle du mouvement
- Différents types de force (gravitation, élastique, visqueuse,...)

**Chapitre IV : Mouvement de rotation**

- Moment cinétique, Moment d'une Force
- Théorème du moment cinétique et Moment d'inertie
- Applications : torsion, pendule,...

**Chapitre V : Travail, puissance, énergie**

- Travail et puissance d'une force
- Energie cinétique
- Energie potentielle (gravitationnelle, élastique,...) et états d'équilibres.

- Forces conservatives et non conservatives.
- Conservation de l'énergie.
- Impulsion et chocs (élastique et inélastique)

### **Travaux Pratiques de physique 1 :**

- Mesure et calculs des incertitudes
- Chute libre
- Plan incliné
- Mouvement circulaire
- Pendule simple
- Pendule oscillant
- Frottement solide-solide

### **Mode d'évaluation:**

Interrogation écrite, devoir surveillé, examen final, compte rendu TP,

### **Références bibliographiques :**

- Physique, 1. Mécanique, Harris Benson, éditions de Boeck. —
- Physique, 1. Mécanique, Eugene Hecht, éditions de Boeck.
- Physique Générale, Mécanique et thermodynamique, Douglas Giancoli, éditions de Boeck.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S1	Eléments de chimie (Structure de la matière)		4	7	IST.1.3
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
90h00	1h30	3h00	1h30		

**Pré requis :** Néant

### **Objectifs :**

L'enseignement de cette matière permet à l'étudiant l'acquisition des formalismes de base en chimie notamment au sein de la matière décrivant l'atome et la liaison chimique, les éléments chimiques et le tableau périodique avec la quantification énergétique. Rendre les étudiants plus aptes à résoudre des problèmes de chimie

### **Contenu de la matière**

#### **Chapitre 1 : Notions fondamentales**

Etats et caractéristiques macroscopiques des états de la matière, changements d'états de la matière, notions d'atome, molécule, mole et nombre d'Avogadro, unité de masse atomique, masse molaire atomique et moléculaire, volume molaire, Loi pondérale : Conservation de la masse (Lavoisier), réaction chimique, Aspect qualitatif de la matière, Aspect quantitatif de la matière.

#### **Chapitre 2 : Principaux constituants de la matière**

Introduction : Expérience de Faraday : relation entre la matière et l'électricité, Mise en évidence des constituants de la matière et donc de l'atome et, quelques propriétés physiques (masse et charge), Modèle planétaire de Rutherford, Présentation et caractéristiques de l'atome (Symbole, numéro atomique Z, numéro de masse A, nombre de proton, neutrons et électron), Isotopie et abondance relative des différents isotopes, Séparation des isotopes et détermination de la masse atomique et de la masse moyenne d'un atome : Spectrométrie de masse : spectrographe de Bainbridge, Energie de liaison et de cohésion des noyaux, Stabilité des noyaux.

#### **Chapitre 3 : Structure électronique de l'atome**

Dualité onde-corpuscule, Interaction entre la lumière et la matière, Modèle atomique de Bohr : atome d'hydrogène, L'atome d'hydrogène en mécanique ondulatoire, Atomes poly électroniques en mécanique ondulatoire.

#### **Chapitre 4 : Classification périodique des éléments**

Classification périodique de D. Mendeleiev, Classification périodique moderne, Evolution et périodicité des propriétés physico-chimiques des éléments, Calcul des rayons (atomique et

ionique), les énergies d'ionisation successives, affinité électronique et l'électronégativité (échelle de Mulliken) par les règles de Slater.

### **Chapitre 5 : Liaisons chimiques**

La liaison covalente dans la théorie de Lewis, La Liaison covalente polarisée, moment dipolaire et caractère ionique partielle de la liaison, Géométrie des molécules : théorie de Gillespie ou VSEPR, La liaison chimique dans le modèle quantique.

### **Chapitre 6: Radioactivité – Réactions nucléaires**

Radioactivité naturelle (rayonnements  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ ), Radioactivité artificielle et les réactions nucléaires, Cinétique de la désintégration radioactive, Applications de la radioactivité.

### **Mode d'évaluation:**

Interrogation écrite, devoir surveillé, examen final, compte rendu TP,

### **Références bibliographiques**

1. Ouahes, Devallez, Chimie Générale, OPU.
2. S.S. Zumdhal & coll., Chimie Générale, De Boeck Université.
3. Y. Jean, Structure électronique des molécules : 1 de l'atome aux molécules simples, 3<sup>e</sup> édition, Dunod, 2003.
4. F. Vassaux, La chimie en IUT et BTS.
5. A. Casalot & A. Durupthy, Chimie inorganique cours 2<sup>ème</sup> cycle, Hachette.
6. P. Arnaud, Cours de Chimie Physique, Ed. Dunod.
7. M. Guymont, Structure de la matière, Belin Coll., 2003.
8. G. Devore, Chimie générale : T1, étude des structures, Coll. Vuibert, 1980.

### **Travaux Pratiques « Structure de la matière »**

**TP N° 1 :** TP préliminaire : Sécurité au laboratoire de chimie et description du matériel et de la verrerie.

**TP N° 2 :** Changement d'état de l'eau : Passage de l'état liquide à l'état solide et de l'état liquide à l'état vapeur.

**TP N° 3 :** Détermination de la quantité de matière.

**TP N° 4 :** Détermination de la masse moléculaire.

**TP N° 5 :** Calcul d'incertitudes - Détermination du rayon ionique

**TP N° 6 :** Détermination des volumes molaires partiels dans une solution binaire.

**TP N° 7 :** Analyse qualitative des Cations (1<sup>er</sup>, 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> groupe).

**TP N° 8 :** Analyse qualitative des Anions.

**TP N° 9 :** Identification des ions métalliques par la méthode de la flamme

**TP N°10 :** Séparation et recristallisation de l'acide benzoïque.

**TP N°11 :** Construction et étude de quelques structures compactes.

**TP N°12 :** Étude des structures ioniques

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S1	Probabilités et statistiques		2	2	IST1.5
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

**Pré requis :**

Aucun

**Objectifs:**

- Elaborer l'étude complète d'un caractère aléatoire.
  - Mettre en évidence un lien éventuel entre deux caractères aléatoires —
- Initiation au calcul élémentaire de probabilités.

**Contenu de la matière :****I- Probabilités**

1. Rappels (analyse combinatoire, permutation.....)
2. Variables aléatoires
3. Lois de probabilités discrètes et continues usuelles

**II- Statistiques***1. Statistique descriptive*

- 1.1 Statistique descriptive à une dimension
- 1.2 Statistique descriptive à deux dimensions

**2. Estimation**

- 2.1 Echantillonnage, théorèmes fondamentaux et principe
- 2.2 Estimation ponctuelle
- 2.3 Estimation par intervalle
- 2.4 Estimation ponctuelle et par intervalle d'une moyenne
- 2.5 Estimation ponctuelle et par intervalle d'une variance
- 2.6 Estimation ponctuelle et par intervalle d'une proportion
- 2.7 Marge d'erreur et taille d'échantillon requise

**3. Tests statistiques (un seul échantillon) 3.1**

Principe des tests d'hypothèses 3.2 Comparaison d'une moyenne à une valeur donnée

- 3.3 Comparaison d'une variance à une valeur donnée
- 3.4 Comparaison d'une proportion à une valeur donnée
- 3.5 Seuil descriptif du test
- 3.6 Risques et courbe d'efficacité
- 3.7 Test d'ajustement – Test du Khi-Deux

**4. Tests statistiques (plusieurs échantillons)**

- 4.1 Principe des tests

- 4.2 Comparaison de deux variances
- 4.3 Comparaison de deux moyennes
- 4.4 Autres tests sur les moyennes
- 4.5 Comparaison de deux proportions
- 4.6 Test d'indépendance – Test du Khi-Deux
- 4.7 Tests d'homogénéité de plusieurs populations – Test du Khi-Deux

**Mode d'évaluation:**

Interrogation écrite, devoir surveillé, examen final,

**Références bibliographiques:**

- A.HAMON, Statistique descriptive : exercices corrigés, P U R, 2008
  - A REBBOUH, Statistique descriptive et calculs de probabilités, HOUMA, 2009
- A OUKACHA, Statistique descriptive et calcul de probabilités, 2010
- D J MERCIER, Cahiers de mathématiques du supérieur, vol 1, 2010
- SERIE S CHAUM, Théorie et applications de la statistique, 1991

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S1	Structure des ordinateurs et applications		2	2	IST1.6
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	-	-	3h00		

**Pré requis** :Aucun

**Objectifs:**

- Avoir un aperçu sur l'architecture d'un ordinateur.
- Maîtriser la pratique des quatre opérations en base 2, 8 et 16.
- Connaître les propriétés des principaux codages des entiers, entiers relatifs et des nombres à virgules.
- Connaître les aspects théoriques et pratiques de l'analyse, de la synthèse et de la matérialisation de circuits logiques qu'on trouve dans les ordinateurs.
- Élaborer une analyse adéquate, de spécifier ce qui est en donnée, ce qui est en résultat.
- Définir un algorithme permettant de résoudre le problème

**Contenu de la matière :**

**Représentation et codification des nombres**

- Systèmes numérations : décimale, binaire, octal et hexadécimal.
- Conversions décimal-binaire et binaire-décimale.
- Arithmétique binaire.

**Algèbre de Boole**

- Expression booléenne.
- Tables de vérité.
- Les portes logiques.
- Circuit logique versus expression booléenne.
- Évaluation de la sortie d'un circuit logique.
- Simplification des expressions booléennes.

**Introduction à l'algorithmique**

- Algorithme et action primitive.
- Structure d'un algorithme.
- Les types standards et opérations appropriées.
- Opérations de base en algorithmique : affectation, lecture, écriture.
- Les structures de contrôle et les différents types de boucles.
- Modularité d'un algorithme : procédures et fonctions.
- Les structures de données (tableaux et enregistrements).
- Les fichiers

**Mode d'évaluation:**

Interrogation écrite, devoir surveillé, examen final,

**Références bibliographiques:**

- ZANELLA, P. and Ligier, Y. (1989). Architecture et technologie des ordinateurs. DUNOD informatique. DUNOD.
- BAJARD, J. (2004). Calcul et arithmétique des ordinateurs. Traité IC2 Information - Commande - Communication : Informatique et systèmes d'information. Hermes Science Publications.
- TOCCI, R. (1992). Circuits numériques : théorie et applications. DUNOD.
- BELAID, M. (2004). Architecture des ordinateurs : cours et exercices corrigés. Les Manuels de l'étudiant. Les Pages Bleues Internationales.
- WACK, B. (2013). Informatique pour tous en classes préparatoires aux grandes écoles. Eyrolles.
- GAUDEL, M., Soria, M., and Froidevaux, C. (1987). Types de données et algorithmes. Number vol. 1 in Collection didactique. Institut national de recherche en informatique et en automatique.
- CORMEN, T., LEISERSON, C., RIVEST, R., and CAZIN, X. (1994). Introduction à l'algorithmique. Science informatique. Dunod.
- CORMEN, T. (2013). Algorithmes : Notions de base. Informatique. Editions DUNOD.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
01	Dimension éthique et déontologique (les fondements)	01	01	IST 1.7
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
22h30	1h30	-	-	

**Pré requis :** Néant

### **Objectifs :**

Ce cours a pour objectif principal de faciliter l'immersion d'un individu dans la vie étudiante et sa transition en adulte responsable. Il permet de développer la sensibilisation des étudiants aux principes éthiques. Les initier aux règles qui régissent la vie à l'université (leurs droits et obligations vis-à-vis de la communauté universitaire) et dans le monde du travail, de sensibiliser au respect et à la valorisation de la propriété intellectuelle et leur expliquer les risques des maux moraux telle que la corruption et à la manière de les combattre.

### **Contenu de la matière :**

#### **I. Notions Fondamentales – ةيساسأههافن (2 semaines)**

Définitions :

1. Morale :
2. Ethique :
3. Déontologie « Théorie de Devoir »:
4. Le droit :
5. Distinction entre les différentes notions
  - A. Distinction entre éthique et Morale
  - B. Distinction entre éthique et déontologie

#### **II. Les Référentiels – اتابعجرهال Les**

références philosophiques La

référence religieuse

L'évolution des civilisations La

référence institutionnelle

#### **III. La Franchise Universitaire – لبعواجال هر حال Le**

Concept des franchises universitaires

Textes réglementaires

Redevances des franchises universitaires Acteurs

du campus universitaire

#### **IV. Les Valeurs Universitaires – ةبعواجال هيقال Les**

Valeurs Sociales Les

Valeurs Communautaires Valeurs

Professionnelles

#### **V. Droits et Devoirs**

Les Droits de l'étudiant  
 Les devoirs de l'étudiant  
 Droits des enseignants  
 Obligations du professeur-chercheur  
 Obligations du personnel administratif et technique

#### **VI. Les Relations Universitaires**

Définition du concept de relations universitaires  
 Relations étudiants-enseignants  
 Relation étudiants – étudiants  
 Relation étudiants - Personnel  
 Relation Etudiants – Membres associatifs

#### **VII. Les Pratiques**

Les bonnes pratiques Pour l'enseignant Les  
 bonnes pratiques Pour l'étudiant

**Mode d'évaluation** : Contrôle continu, examen final.

#### **Références bibliographiques** :

1. Recueil des cours d'éthique et déontologie des universités algériennes.
2. BARBERI (J.-F.), 'Morale et droit des sociétés', *Les Petites Affiches*, n° 68, 7 juin 1995.
3. J. Russ, *La pensée éthique contemporaine*, Paris, puf, *Que sais-je ?*, 1995.
4. LEGAULT, G. A., *Professionalisme et délibération éthique*, Québec, Presses de l'Université du Québec, 2003.
5. SIROUX, D., 'Déontologie', dans M. Canto-Sperber (dir.), *Dictionnaire d'éthique et de philosophie morale*, Paris, Quadrige, 2004.
6. Prairat, E. (2009). Les métiers de l'enseignement à l'heure de la déontologie. *Education et Sociétés*, 23.

<https://elearning.univ-annaba.dz/pluginfile.php/39773/modresource/content/1/Cours%20Ethique%20et%20la%20d%C3%A9ontologie.pdf>

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S1	Langue étrangère 1 (Français ou anglais)		1	1	IST 1.8
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	-	1h30	-		

**Pré requis :**

Anglais enseigné en secondaire, Français de base

**Objectifs :**

In addition to general language teaching, the teachers in charge of this subject will apply themselves to developing, in the learner, skills in technical language.

This technical English course focuses on the assimilation of the elements of speech, which are essential components of sentence formation. Their mastery will allow the learner to be able to use these components to communicate both in writing and orally.

The main objectives are:

- Be able to communicate in writing and orally in a professional setting, regardless of the learner's entry level
- Guide learners towards a good mastery of different characteristics of the language
- Deepening of grammar, learning of translation techniques, enrichment of written and oral expression, discovery of the culture of Anglo-Saxon countries.
- allow the student to have access to technical documentation, which will allow him to stay informed of the latest technological advances, as generally published in English.

Apporter les savoirs, les savoirs- faire et les savoirs- être tant au niveau de la communication écrite qu'orale.

Amener les étudiants à utiliser une langue précise en la systématisant (grammaire, orthographe, lexique) dans l'ensemble de la vie universitaire, non seulement dans l'enseignement du français, mais aussi dans celui des autres disciplines : sciences humaines, mathématiques, physique etc.

**CONTENU DE LA MATIERE d'ANGLAIS Unit****one** : Diagrams and description of objects and \_\_\_\_\_ devices

1. Topic one: Diagrams and description of objects
2. Topic two: Diagrams and description of devices

Discovering language  
(language outcomes)

**a) Grammar**

- Present simple
- Pronouns (Personal and possessive)
- Punctuation (full stop – comma)
- Adjectives
- Prepositions of place
- ‘To’ of purpose

Pronunciation

- Final –s
- Weak and strong forms of ‘and’

**b) Vocabulary**

- Strategies for using a monolingual dictionary
- Strategies for using a bilingual dictionary
- Study of a dictionary entry
- Vocabulary used to express relationship between a whole and its parts or between a set and its members.

□ (including, making up) ≠ (excluding, not being part of)

Language of measurements

- Basic metric units
- Derived metric units
- Compound metric units

Describing shapes and dimensions

Developing skills

(skills and strategies outcomes)

**a) Functions:**

- Describing component shapes and features
- Describing the function of a device
- Making statements about diagrams
- Illustrating a text with diagrams
- Expressing measurement
- Expressing purpose

**b) Listening & speaking**

- Listening to a presentation of a device
- Listening for specific information, general ideas
- Making inferences

- Talking about a given device
- Making a presentation of a device

**c) Reading & writing**

- Reading
- Reading for specific information, general ideas
- Identifying referents of reference words
- Guessing the meaning of words through context
- Recognizing types of discourse
- Discussing the organizational pattern of the text
- Making logical links between sentences and paragraphs
- Summarizing
- Writing the description of a device

**Unit two: Diagrams and description of processes**

1. Topic one: How technology works
2. Topic two: How energy is produced

## Discovering language (language outcomes)

**a) Grammar – pronunciation**

- Present simple vs. continuous
- Past simple
- Passive voice
- Sequencers (first, next...)
- Relative pronouns
- Short-form relative clauses
- Pronunciation
- Final -ed
- Strong and weak forms of ‘was’ and ‘were’

**b) Vocabulary**

- Vocabulary related to processes
- Definitions
- Generalizations

## Developing skills

(skills and strategies outcomes)

**a) Functions:**

- Drawing and labeling a diagram of a process, using drawings and terms provided.
- Providing descriptions for processes illustrated by diagrams
- Transformation of directions etc. into descriptions.
- Changing descriptions into sets of directions and statements of results.
- Describing a process (using sequencers) ■

**b) Listening & speaking**

- Listening to a presentation of a process
- Listening for specific information
- Listening for general ideas
- Recognizing and showing a sequence of events
- Predicting the sequencing of ideas
- Talking about a given process
- Managing through a long conversation by asking for clarifications, giving examples...
- Making an oral summary of a process

**c) Reading & writing**

- Reading
- Skimming
- Scanning
- Contextual reference
- Rephrasing
- Guessing the meaning of words through context
- Analysis of paragraph organization
- Making logical links between sentences and paragraphs
- Summarizing
- Writing a descriptive paragraph (process)

**Teaching Activities and Tasks:**

- Text-based activities
- Small and large group discussions
- Exploration of theme

- Pre-review of vocabulary
- Reading Project (Assessment Information Attached)
- Writing Portfolio (Including product and process: assessment information attached)
- Oral presentation
- Quizzes
- Debates
- Other activities as assigned by instructor

**Contenus de la matière en Français** :Les compétences visées sont résumées en termes d'objectifs dans le tableau ci-dessous:

Objectifs pragmatiques	Objectifs linguistiques
<p><b>1 . Se présenter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Se présenter et présenter quelqu'un,</li> <li>— Demander et donner des renseignements,</li> <li>— Parler de soi (choix, loisirs, goûts, préférences),</li> <li>— Evoquer des perspectives,</li> <li>— Apprendre à utiliser les caractères phonétiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Le lexique relatif à la présentation,</li> <li>— Le présentatif « c'est »,</li> <li>— Les adjectifs qualificatifs,</li> <li>— Les verbes être / s'appeler au présent de l'indicatif,</li> <li>— L'interrogation simple,</li> <li>— Les auxiliaires être et avoir au présent,</li> <li>— Le futur simple,</li> <li>— Tutoyer et vouvoyer,</li> <li>— la discrimination /i/ /y/ /u/ etc.</li> </ul>
<p><b>2 . Comprendre un cours à l'oral</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Prendre des notes,</li> <li>— Hiérarchiser les idées,</li> <li>— Dégager l'essentiel du secondaire,</li> <li>— Dégager ce qui relève du possible ou de l'hypothèse,</li> <li>— S'approprier le langage mathématique.</li> <li>— Comprendre un document audio-visuel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Les abréviations,</li> <li>— La condition,</li> <li>— Les homonymes: quel que, quelque,</li> <li>— Les signes de ponctuation,</li> <li>— L'égalité, la supériorité, l'infériorité et l'équivalence,</li> <li>— La désignation (soit, on donne, on pose...)</li> <li>— Les chiffres, les symboles et les formules mathématiques,</li> <li>— Identifier les informations d'un enregistrement</li> <li>— Comprendre les points abordés,</li> <li>— Comprendre le raisonnement de l'orateur,</li> <li>— Repérer le thème et les informations principales,</li> <li>— Repérer le lexique spécifique.</li> </ul>

<p><b>3 . Demander et donner des informations / Se documenter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Demander des orientations,</li> <li>— Exprimer le besoin de comprendre,</li> <li>— Demander des informations à propos d'un objet, d'une action,</li> <li>— Effectuer une recherche nécessitant le recours à plusieurs outils documentaires, (livres, internet, etc.) et repérer les éléments pertinents,</li> <li>— Chercher et sélectionner des éléments en vue d'informer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— C'est, il/elle est,</li> <li>— Verbe être avoir au présent</li> <li>— Les adjectifs possessifs,</li> <li>— La phrase interrogative,</li> <li>— Les pronoms interrogatifs.</li> </ul>
<p><b>4 . Comprendre des instructions</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Comprendre des consignes variées,</li> <li>— Déterminer le sens des principales consignes,</li> <li>— Respecter l'ordre d'une série de consignes,</li> <li>— Nuancer entre consigne, conseil et Ordre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Les verbes de consignes,</li> <li>— Le mode infinitif,</li> <li>— Le mode impératif,</li> <li>— La forme négative d'une instruction: interdiction.</li> </ul>

**Mode d'évaluation:**

Interrogation, Devoir surveillé, Examen final

**Références bibliographiques:**

- Vassivière, Jacques, **Bien écrire pour réussir ses études : orthographe, lexique, syntaxe, 150 règles et rappels, 150 exercices corrigés**, Armand Colin, Paris
  - Grevisse, Maurice, **L'accord du participe passé : règles, exercices et corrigés**, édition revue par Henri Brie,
  - La prononciation du français, cahiers de pédagogie pratique du langage, — Techniques d'expression écrite et orale TEEO
  - Simone EurinBalmes, Martine Henao de Legge, **Pratiques du français scientifique : l'enseignement du français à des fins de communication scientifique**, Hachette
  - Mangiante J-M., Parpette C., 2004, **Le Français sur Objectif Spécifique**, Hachette
  - Jacqueline Tolas, Océane Gewirtz et Catherine Carras, **Réussir ses études d'ingénieur en français**, PUG (Presses Universitaires de Grenoble)
- Supports très variés, allant d'articles et exercices créés pour le cours aux œuvres littéraires et aux manuels d'anglais et de français en fonction du cours choisi.

## **Programmes détaillés des matières du 2<sup>ème</sup> semestre**

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S2	Analyse 2		3	6	IST 2.1
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	3h00	-		

**Prérequis :**

Il est recommandé de maîtriser les bases fondamentales du calcul d'intégrales et des primitives et des mathématiques enseignées en S1

**Objectifs :**

De première importance pour un scientifique, cette matière permet à l'étudiant d'acquérir:

- les méthodes de résolution d'équations différentielles nécessaires pour les problèmes rencontrés en ingénierie et en physique
- les méthodes de calcul de dérivabilité et d'intégrales des fonctions à plusieurs variables ( surfaces volumes), les différentes formes de développement limité

**Contenu de la matière :****Chapitre 1 : Equations différentielles ordinaires****1. Equations différentielles ordinaires du premier ordre**

1.1 Note Historique.

1.2 Modèle physique conduisant à une équation différentielle.

1.3 Définitions générales

1.4 Notions générales sur les équations différentielles du premier ordre.

Solution générale. Solution particulière.

1.5 Equations à variables séparées et séparables.

1.6 Equations homogènes du premier ordre. Définitions et exemples.

Résolution de l'équation homogène.

1.7 Equations se ramenant aux équations homogènes.

Résolution de l'équation linéaire.

1.8 Equation de Bernoulli.

Définition. Résolution de l'équation de Bernoulli.

**2. Equations différentielles du second ordre**

2.1 Note Historique.

2.2 Equations linéaires homogènes. Définitions et propriétés générales.

2.3 Equations linéaires homogènes du second ordre à coefficients constants

Les racines de l'équation caractéristique sont réelles et distinctes.

Les racines de l'équation caractéristique sont complexes.

L'équation caractéristique admet une racine réelle double.

2.4 Equations différentielles linéaires homogènes d'ordre n à coefficients constants.

Définition. Solution générale. Méthode générale de calcul de n solutions linéairement indépendantes de l'équation homogène.

2.5 Equations linéaires non homogènes du second ordre

Méthode de la variation des constantes arbitraires.

## 2.6 Equations linéaires non homogènes du second ordre à coefficients constants

Cas où le second membre est de la forme

- Le nombre n'est pas une racine de l'équation caractéristique :
- est une racine simple de l'équation caractéristique :
- est une racine double de l'équation caractéristique

: Cas où le second membre est de la forme

- si n'est pas racine de l'équation caractéristique :
- si est racine de l'équation caractéristique :

## Chapitre 2 : Fonctions de plusieurs variables. Notions de limite, continuité, dérivées partielles, différentiabilité

### 2.1 Note historique

### 2.2 Domaine de définition.

### 2.3 Notion de limite.

Introduction. Notion de voisinage. Définition de la limite d'une fonction de deux variables. Ne pas confondre limite suivant une direction et limite.

### 2.4 Continuité des fonctions de deux variables.

### 2.5 Dérivées partielles d'ordre un.

Définition des dérivées partielles d'ordre un d'une fonction de 2 variables en un point  $(x_0, y_0)$

La fonction dérivée partielle. Dérivées partielles d'ordre deux. Continuité et existence des dérivées partielles  $((\partial f)/(\partial x))$  et  $((\partial f)/(\partial y))$

### 2.6 Fonctions différentiables.

Introduction. Définition des fonctions différentiables. Cas des fonctions d'une variable réelle  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ .

Définition des fonctions différentiables. Cas des fonctions de deux variables  $f: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$

Relation entre fonction différentiable et existence des dérivées partielles  $((\partial f)/(\partial x))$  et  $((\partial f)/(\partial y))$ . Relation entre différentiabilité et continuité.

### 2.7 Notion de différentielle d'une fonction de deux variables.

### 2.8 Dérivées partielles des fonctions composées.

Dérivées partielles des fonctions composées du type 1. Dérivées des fonctions composées du type 2.

### 2.9 Formule de Taylor des fonctions de 2 variables.

Dérivées partielles d'ordre  $n$ ,  $n > 2$ .

### 2.10 Optimisation différentiable dans $\mathbb{R}^2$ .

Définitions d'optimum local et global. Conditions nécessaires d'optimalité. Conditions suffisantes d'optimalité.

## Chapitre 3

### 1. Intégrales doubles

#### 1.1 Définition de l'intégrale double

#### 1.2 Exemples

#### 1.3 Propriétés de l'intégrale double

Linéarité,

Conservation de l'ordre,

Additivité.

#### 1.4 Théorème de Fubini dans le cas d'un domaine borné $\mathbb{R}$ .

#### 1.5 Calcul des intégrales doubles

Calcul direct,

Changement de variables dans une intégrale double (Formule de changement de variables).

1.6 Applications : Centre de gravité, Moment d'inertie.

## 2. Intégrales Triples

2.1 Généralisation de la notion d'intégrales doubles aux intégrales triples.

2.2 Calcul d'une intégrale triple

Calcul direct

Calcul par changement de variables (Formule de changement de variables pour une intégrale triple).

Volume sous le graphe d'une fonction de deux variables.

Calcul de volume de certains corps solides.

2.3 Applications : Centre de gravité, Moment d'inertie.

### **Mode d'évaluation :**

Interrogation écrite, devoir surveillée, examen final

### **Références bibliographiques:**

[1] **KadaAllab**, Eléments d'Analyse. Office des publications Universitaires. Ben Aknoun. Alger 1984

[2] **N. Piskounov**, Calcul différentiel et integral. Editions Mir. Moscou 1978

[3] **J. Dixmier**, Cours de mathématiques du premier cycle. 1ère année. Gauthiers-Villars. Paris 1976

[4] **R. Murray Spiegel**. Théorie et applications de l'Analyse. McGraw-Hill, Paris 1973

[5] **G. Flory**, Topologie, Analyse. Exercices avec solutions. Vuibert. Paris 1978

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S2	Algèbre 2	2	4	IST 2.2
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h00	1h30	1h30	-	

**Prérequis :**

- Algèbre 1

**Objectifs :**

- Consolider les acquis du 1<sup>er</sup> semestre.
- Etudier de nouveaux concepts : somme de plusieurs sous-espaces vectoriels, sous-espaces stables, trace.
- Passer du registre géométrique au registre matriciel et inversement.

**Contenu de l'enseignement :****Chapitre 1 : Espaces vectoriels**

- Définition (sur  $\mathbb{R}$  et  $\mathbb{C}$ ).
- Sous-espaces vectoriels.
- Somme de sous-espaces.
- Sous-espaces supplémentaires.
- Famille libre. Famille liée. Base (finie).

**Chapitre 2 : Applications linéaires**

- Définition (opérations).
- Noyau et image.
- Rang d'une application linéaire.
- Théorème du rang.
- Caractérisation de l'injection, de la surjection et de la bijection.

**Chapitre 3 : Matrices, matrices associées et déterminants**

- Définition (comme tableau de nombres). Matrices particulières.
- Opérations sur les matrices. L'espace vectoriel des matrices.
- Déterminants (définition (ordre 2, 3 et généralisation) et propriétés).
- Matrice inversible.
- Ecriture matricielle d'une application linéaire.
- Correspondance entre les opérations sur les applications linéaires et celles sur les matrices.
- Matrice de changement de bases (matrice de passage).
- Effet d'un changement de base sur la matrice d'une application linéaire.

**Chapitre 4 : Systèmes d'équations linéaires —  
Définitions et interprétations.**

— Systèmes de Cramer (cas général).

**Chapitre 5 : Réduction des matrices.**

- Valeurs propres.
- Vecteurs propres.
- Polynômes caractéristiques. Théorème de Cayley-Hamilton.
- Caractérisation des matrices diagonalisables.
- Caractérisation des matrices trigonalisables.
- Applications de la réduction.

**Références bibliographiques :**

- A.KUROSH : Cours d'algèbre supérieure. Edition MIR MOSCOU.
- D.FADEEV et I.SOMINSKY : Recueil d'exercices d'algèbre supérieure. Edition MIR MOSCOU.
- J.RIVAUD : Exercices avec solutions tome 1 VUIBERT.
- J.RIVAUD : Exercices avec solutions tome 2 VUIBERT.
- LEBSIR HABIB : Travaux dirigés d'algèbre générale. Dar el-houda Ain M'LILA.
- Jean-Pierre Escofier : Toute l'algèbre de la licence. Cours et exercices corrigés. Dunod.
- J.Lelong-Ferrand, J.M.Arnaudiès : Cours de mathématiques. Tome 1 Algèbre 3<sup>e</sup> édition. Classes préparatoires 1<sup>er</sup> cycle universitaire. Dunod.
- A.DONEDDU : ALGEBRE ET GEOMETRIE 7 Mathématiques spéciales Premier cycle universitaire. VUIBERT.
- COLLET Valérie : MATHS Toute la deuxième année. ellipses

**Modalités d'évaluation :**

Interrogation, Devoir surveillé, Examen final

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S2	Électricité et magnétisme		4	7	IST 2.3
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
90h00	1h30	1h30	1h30		

**Pré-requis :**

- Notions de champ vectoriel et champ scalaire. —
- Notions de calcul vectoriel.
- Charges électriques.

**Objectifs:**

- Identifier les sources des champs électrique et magnétique.
- Calculer et différencier les champs vectoriel et scalaire.
- Calculer le champ et le potentiel électriques produits par une distribution de charge.
- Calculer le champ magnétique produit par un courant électrique.

**Contenu de la matière :****Chapitre 1 : Champ et potentiel électrostatique**

- La charge ponctuelle.
- La force électrique et loi de Coulomb.
- Champ et potentiel électrique (distribution discontinue de charge).
- Dipôle électrique : champ et potentiel électrique.
- Action du champ électrique sur un dipôle (orientation et état d'équilibre).
- Champ et potentiel électrique (distribution continue de charge).
- Théorème de Gauss.

**Chapitre 2 : Les Conducteurs**

- Propriétés de base.
- Charge induite et phénomènes d'influences
- Pression électrostatique. — Condensateurs, capacité (différents types), énergie emmagasinée.

**Chapitre 3 : Courant électrique**

- Notions d'intensité et de densité de courant.
- Résistance et loi d'Ohm, loi de Joule.

**Chapitre 4 : Magnétostatique**

- Introduction.
- Force magnétique et loi de Lorentz.
- Action d'un champ magnétique sur un courant électrique.
- Champ magnétique produit par un courant stationnaire : loi de Biot-Savart.
- Circulation du champ magnétique.

- Rotationnel du champ magnétique et loi d'Ampère.
- Flux du champ magnétique à travers une boucle fermée et induction. — Equations de Maxwell.

### **Travaux Pratiques de physique 2 :**

- Montage d'un circuit électrique et appareils de mesure.
- Utilisation de l'oscilloscope.
- Pont de Wheatstone.
- Charge et décharge d'un condensateur.
- Champ magnétique à l'extérieur d'un conducteur.
- Champ magnétique de bobine simple : loi de Biot et Savart

### **Références bibliographiques :**

- Physique, 2. Electricité et magnétisme, Harris Benson, éditions de Boeck. —
- Physique, 2. Electricité et magnétisme, Eugene Hecht, éditions de Boeck.
- Physique Générale, Electricité et magnétisme, Douglas Giancoli, éditions de Boeck

### **Modalités d'évaluation :**

Interrogation, Devoir Surveillé, compte rendu des travaux pratiques, Examen final.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
02	Thermodynamique	4	7	IST 2.4
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
90h00	1h30	3h00	1h30	

**Pré requis :**

Néant

**Objectifs :**

Les connaissances acquises permettent de caractériser le comportement des substances liquides, solides et gazeuses et d'évaluer leurs propriétés thermodynamiques pour différentes conditions (température, pression, corps purs simples, mélange idéal et en changement de phase)

**Contenu de la matière****Chapitre I : Notions de base en thermodynamique**

- I.1 Rappel mathématique sur les dérivées partielles
- I.2 Propriétés et états d'un système
- I.3 Processus, équilibre et cycle thermodynamique
- I.4 Densité, volume spécifique,
- I.5 Pression, température et énergie

**Chapitre II: Propriétés thermodynamiques des substances pures**

- II.1 Le gaz parfait
- II.2 Comportement réel des gaz
- II.3 Etats correspondants et écarts résiduels
- II.4 Propriétés des liquides et solides

**Chapitre III: Concepts fondamentaux de la thermodynamique**

- II.1 Premier principe et applications
- II.2 Entropie et deuxième principe
- II.3 Bilan entropique et irréversibilité
- II.4 Propriétés de l'énergie libre et équilibre thermodynamique
- II.5 Potentiel chimique et fugacité

**Chapitre IV: Equilibres des processus physiques**

- IV.1 Equilibres de phase d'une substance pure
- IV.2 Propriétés thermodynamiques des transitions de phase
- IV.3 Comportement idéal des mélanges gazeux, liquides et solides
- IV.4 Equilibres de phases d'un composé en mélange idéal
- IV.5 Solubilité idéale et coefficient de partage

**References bibliographiques:**

Smith, E.B, Basic Chemical Thermodynamics, 2nd ed., Clarendon Press, Oxford, 1977.  
Rossini, F. D., Chemical Thermodynamics, Wiley, New York, 1950. Florence,  
Stanley I.Sandler, Chemical and Engineering Thermodynamics, Wiley, New York, 1977.  
Elliot, J, Lira C.T, Introductory chemical engineering Thermodynamics , Prentice –Hall (1999)  
Lewis G.N., Randal M., Thermodynamics, Mac Graw Hill  
Hougen O.A., Watson K.M., Chemical process principles, Vol II: thermodynamics John  
Wiley and sons

**Travaux Pratiques de Thermodynamique :**

- TP N° 1 : Etude de l'équation d'état d'un gaz parfait.  
TP N° 2 : Valeur en eau du calorimètre.  
TP N° 3 : Chaleur massique : chaleur massique des corps liquides et solides.  
TP N° 4 : Etude de la solidification de l'eau pure.  
TP N° 5 : Chaleur latente : Chaleur latente de fusion de la glace.  
TP N° 6 : Détermination de la chaleur latente de vaporisation.  
TP N° 7 : Chaleur de réaction: Détermination de l'énergie libérée par une réaction chimique (HCl/NaOH).  
TP N° 8 : Les fonctions thermodynamiques d'un équilibre Acide –Base.  
TP N° 9 : Etude de la variation de la pression en fonction de la température à l'équilibre (l-g) pour un système pur : eau.  
TP N° 10 : Tension de vapeur d'une solution.  
TP N° 11 : Diagramme d'équilibre pour un système binaire.  
TP N° 12 : Diagramme d'équilibre pour un système ternaire.

**Modalités d'évaluation:**

Interrogation, Devoir Surveillé, compte rendu des travaux pratiques, Examen final.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S2	Dessin technique		2	2	IST 2.5
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	-	-	3h00		

**Pré-requis :**

— Formes géométriques de base

**Objectifs:**

— Acquisition des notions de base du dessin —

Connaître la terminologie technique — Lire un plan

A l'issue de ce contenu, il est attendu que l'étudiant soit capable de :

— Reconnaître les différents formats de présentation des dessins et leurs différents éléments

— Lecture d'un plan

— Acquisition des notions de base du dessin

— Connaître la terminologie technique

- Apporter des corrections à un dessin

**Contenu de la matière :****Chapitre 01 : Dessin technique (03h00)**

1.1 Introduction générale

1.2 Écritures

1.3 Présentation des dessins

1.4 Traits

1.5 Échelles

**Chapitre 02 : Tracés géométriques**

(03 h00) 2.1 Intersections 2.2

Raccordements

**Chapitre 03 : Géométrie descriptive (03h00)**

3.1 Projection du point

3.2 Projection d'une droite sur un plan

3.2.1 Droite parallèle au plan

3.2.2 Droite perpendiculaire au plan

3.3 Projection d'une surface sur un plan

3.3.1 Surface parallèle au plan

3.3.2 Surface inclinée par rapport au plan

### 3.3.3 Surface perpendiculaire au plan

## Chapitre 04 : Projections orthogonales (06h00)

4.1 Projection des pièces prismatiques 4.2 Projection des pièces cylindriques 4.3 Projection des pièces coniques  
4.4 Projection des pièces mixtes

## Chapitre 05 : Dessin en perspectives (1h30)

5.1 Perspectives cavalières

5.2 Perspectives isométriques

## Chapitre 06 : Cotation (1h30)

6.1 Règles générales de cotation 6.2 Applications

## Chapitre 07 : Sections et coupes (1h30)

7.1 Coupes simples 7.2 Sections sorties  
7.3 Sections rabattues

## Chapitre 08 : Dessins d'ensembles (1h30)

8.1 Définition  
8.2 Application  
8.3 Dessins de définitions des pièces composantes

### **Modalités d'évaluation :**

Interrogation, Devoir surveillé, Examen final

### **Références bibliographiques :**

- A. Chevalier ; « Guide du dessinateur industriel »; hachette technique; Paris, 2011.
- A. Ricordeau, C. Corbet ; « Dossier de technologie de construction »; Casteilla; Paris, 2001.
- A. Ricordeau; « Géométrie descriptive appliquée au dessin »; Casteilla; Paris, 2009.
- C. Corbet, B. Duron ; « Lire le dessin technique »; Casteilla; Paris, 2005.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S2	Programmation(informatique 2)		2	2	IST 2.6
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	-	-	3h00		

**Pré requis :** Informatique 1

**Objectifs:**

- Planifier et concevoir un programme utilisant des techniques structurées de développement.
- Prévoir, concevoir, créer et employer les fonctions en décomposant un problème en sous-tâches.
- Passer des arguments par référence ou par valeur entre fonctions. Différentes dimensions.
- Écrire des instructions de programmation valides pour déclarer, initialiser, manipuler et passer les pointeurs comme arguments aux fonctions.
- Utiliser et expliquer la relation entre les pointeurs et les valeurs qu'ils indiquent.
- Utiliser et manipuler les structures de données.
- Utiliser les outils du langage C pour l'implantation des solutions algorithmiques.

**Contenu de la matière:**

Introduction au langage C.  
 Les variables et les constantes : déclaration et manipulation  
 Les structures de testes IF THEN ELSE  
 Les boucles :boucle FOR et boucle WHILE.  
 Les procédures et les fonctions.  
 Structure d'une procédure / fonction  
 Appel d'une procédure / fonction  
 Les fonctions récursives (Concept d'algorithme récursif)  
 Passage d'algorithme récursif en algorithme itératif.  
 Exemples d'algorithmes récursifs et itératifs.  
 Les pointeurs et l'allocation dynamique de la mémoire.  
 Les structures de données complexes et les fichiers.  
 Les listes chaînées : concepts et implémentations.  
 Les piles et les files : concepts et implémentations.  
 Les fichiers : concepts et implémentations.  
 Notion de bibliothèque / module  
 Structures composées, tableaux, ensembles

**Travaux Pratiques :**

- TP 1 :** Montage et démontage d'un ordinateur.  
**TP 2 :** Familiarisation avec l'environnement de développement C.  
**TP 3 :** Manipulation des tableaux et des enregistrements.

**TP 4 :** Modularité : réalisation d'un TP utilisant des fonctions avec les différents types de passages de paramètres.

**TP 5 :** Récursivité : réalisation d'un TP utilisant la notion de récursivité.

**TP 6 :** Les pointeurs et l'allocation dynamique de la mémoire.

**TP 7 :** Manipulation des listes, des piles, des files et des fichiers : création des outils de manipulation des listes, des piles et des files tels que la création, l'insertion, la suppression.

### **Mode d'évaluation:**

Interrogation écrite, devoir surveillé, examen final, compte rendu TP

### **Références bibliographiques:**

- ZANELLA, P. and Ligier, Y. (1989). Architecture et technologie des ordinateurs. DUNOD informatique. DUNOD.
- BAJARD, J. (2004). Calcul et arithmétique des ordinateurs. Traité IC2 Information - Commande - Communication : Informatique et systèmes d'information. Hermes Science Publications.
- TOCCI, R. (1992). Circuits numériques : théorie et applications. DUNOD.
- BELAID, M. (2004). Architecture des ordinateurs : cours et exercices corrigés. Les Manuels de l'étudiant. Les Pages Bleues Internationales.
- WACK, B. (2013). Informatique pour tous en classes préparatoires aux grandes écoles. Eyrolles.
- GAUDEL, M., Soria, M., and Froidevaux, C. (1987). Types de données et algorithmes. Number vol. 1 in Collection didactique. Institut national de recherche en informatique et en automatique.
- CORMEN, T., LEISERSON, C., RIVEST, R., and CAZIN, X. (1994). Introduction à l'algorithmique. Science informatique. Dunod.
- CORMEN, T. (2013). Algorithmes : Notions de base. Informatique. Editions DUNOD.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S2	Les métiers de l'ingénieur		1	1	IST 2.8
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	1h30	-	-		

**Pré requis :** Néant

### Objectifs :

Faire découvrir à l'étudiant, dans une première étape, l'ensemble des filières qui sont couverts par le Domaine des Sciences et Technologies et dans une seconde étape une panoplie des métiers sur lesquels débouchent ces filières. Dans le même contexte, cette matière introduit les nouveaux enjeux du développement durable ainsi que les nouveaux métiers qui peuvent en découler.

### Contenu de la matière :

#### **1. Les sciences de l'ingénieur, c'est quoi ?**

Le métier d'ingénieur, historique et défis du 21<sup>ème</sup> siècle, Rechercher un métier/une annonce de recrutement par mot-clé, élaborer une fiche de poste simple (intitulé du poste, entreprise, activités principales, compétences requises (savoirs, savoir-faire, relationnel

#### **2. Filières de l'Electronique, Télécommunications, Génie Biomédical, Electrotechnique, Electromécanique, Optique & Mécanique de précision :**

- Définitions, domaines d'application (Domotique, applications embarquées pour l'automobile, Vidéosurveillance, Téléphonie mobile, Fibre optique, Instrumentation scientifique de pointe, Imagerie et Instrumentation médicale, Miroirs géants, Verres de contact, Transport et Distributions de l'énergie électrique, Centrales de production d'électricité, Efficacité énergétique, Maintenance des équipements industriels, Ascenseurs, Eoliennes, ...
- Rôle du spécialiste dans ces domaines.

#### **3. Filières de l'Automatique et du Génie industriel :**

- Définitions, domaines d'application (Chaînes automatisées industrielles, Machines outils à Commande Numérique, Robotique, Gestion des stocks, Gestion du trafic des marchandises, la Qualité, - Rôle du spécialiste dans ces domaines.

#### **4. Filières du Génie des Procédés, Hydrocarbures et Industries pétrochimiques :**

- Définitions, Industrie pharmaceutique, Industrie agroalimentaire, Industrie du cuir et des textiles, Biotechnologies, Industrie chimique et pétrochimique, Plasturgie, Secteur de l'énergie (pétrole, gaz), ...
- Rôle du spécialiste dans ces domaines.

#### **1. Filières de l'Hygiène et Sécurité Industrielle (HSI) et du Génie minier :**

- Définitions et domaines d'application (Sécurité des biens et des personnes, Problèmes environnementaux, Exploration et Exploitation des ressources minières, ...)
- Rôle du spécialiste dans ces domaines.

**2. Filières Génie Climatique et Ingénierie des Transports** - Définitions, domaines d'application (Climatisation, Immeubles intelligents, Sécurité dans les transports, Gestion du trafic et transports routiers, aériens, navals, ...)

- Rôle du spécialiste dans ces domaines.

**3. Filières du Génie Civil, Hydraulique et Travaux publics : (2 semaines)**

- Définitions et domaines d'application (Matériaux de construction, Grandes Infrastructures routières et ferroviaires, Ponts, Aéroports, Barrages, Alimentation en eau potable et Assainissement, Ecoulements hydrauliques, Gestion des ressources en eau, Travaux Publics et Aménagement du territoire, Villes intelligentes, ...)

- Rôle du spécialiste dans ces domaines.

**4. Filière de l'Aéronautique, du Génie Mécanique, Génie Maritime et Métallurgie :**

- Définitions et domaines d'application (Aéronautique, Avionique, Industrie automobile, Ports, Dignes, Production des équipements industriels, Sidérurgie, Transformation des métaux, ...)

- Rôle du spécialiste dans ces domaines.

**Travail en groupe :** Élaboration de fiches de postes pour des métiers de chaque filière à partir des annonces de recrutement retrouvées sur les sites de demande d'emploi (ex. **http : //www.onisep.fr/Decouvrir-les-metiers, www.indeed.fr, www.pole-emploi.fr**) (1 filière / groupe).

Selon les capacités des établissements, préconiser de faire appel aux doctorants et anciens diplômés de l'établissement dans un dispositif de tutorat/mentoring où chaque groupe pourra faire appel à son tuteur/mentor pour élaborer la fiche de poste/ découvrir les différents métiers du ST.

**Travail personnel de l'étudiant pour cette matière :**

L'enseignant chargé de cette matière peut faire savoir à ses étudiants qu'il peut toujours les évaluer en leur proposant de préparer des fiches de métiers. Demander aux étudiants de visionner chez eux un film de vulgarisation scientifique en relation avec le métier choisi (après leur avoir remis soit le film sur support électronique ou leur avoir indiqué le lien internet vers ce film) et leur demander de remettre ensuite un rapport écrit ou de faire une présentation orale du résumé de ce film, ... etc. La bonification de ces activités est laissée à l'appréciation de l'enseignant et de l'équipe de formation qui sont seuls aptes à définir la meilleure manière de tenir compte de ces travaux personnels dans la note globale de l'examen final.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu, Examen final,

**Références bibliographiques :**

- 1- Quels métiers pour demain ? Éditeur : ONISEP, 2016, Collection : Les Dossiers.
- 2- J. Douënel et I. Sédès, Choisir un métier selon son profil, Editions d'Organisation, Collection : Emploi & carrière, 2010.
- 3- V. Bertereau et E. Ratière, Pour quel métier êtes-vous fait ? Editeur : L'Étudiant, 6e édition, Collection : Métiers, 2015.
- 4- Le grand livre des métiers, Éditeur : L'Étudiant, Collection : Métiers, 2017.

- 5- Les métiers de l'industrie aéronautique et spatiale, Collection: Parcours, Edition: ONISEP, 2017.
- 6- Les métiers de l'électronique et de la robotique, Collection: Parcours, Edition: ONISEP, 2015.
- 7- Les métiers du bâtiment et des travaux publics, Collection: Parcours, Edition : ONISEP, 2016. 9- Les métiers du transport et de la logistique, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2016.
- 8- Les métiers de l'énergie, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2016.
- 9- Les métiers de la mécanique, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2014.
- 10- Les métiers de la chimie, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2017.
- 11- Les métiers du Web, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2015.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S2	Langue étrangère 2 (Anglais)		1	1	ISGC 2.7
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	-	1h30	-		

**Pré requis :**  
Anglais Technique 1

Objectifs :

- To help students understand basic vocabulary of science and technology.
- To help students use essential vocabulary of science and technology.
- To consolidate/ reinforce grammar rules.
- To write meaningful sentences.
- To write coherent paragraphs.
- To answer written examination questions correctly.
- To read to grasp the general idea of a text.
- To read in order to find the main ideas within a text.
- To listen and comprehend basic functional scientific English.
- To communicate using concepts and terminology taught in classroom

**Contenu de la matière :**

<b>Unit one : Classifications and generalizations(11H15mn)</b>	
I. Topic one: Materials in Engineering 2. Topic two: Sources of energy 3. Topic three: Periodic table	
Discovering language (language outcomes) <b>a) Grammar— pronunciation</b>  Present simple vs. Continuous vs. perfect Active & passive voice Pronunciation of must, can, should in the passive Weak forms of was and were Pronunciation of final —ed and —ch  Compound nouns Adjectives ending in '-ly' Adverbs Affixes (-ic, -ily, -ness)  <b>b) Vocabulary</b> Structures used to express classification	Developing skills (skills and strategies outcomes) <b>a) Functions:</b>  Classifying items in the form of diagrams Diagrams, levels of generalization Classifying items according to their properties and characteristics  <b>b) Listening &amp; speaking</b> ■ Listening to a lecture/talk (Classification) ■ Listening for specific information ■ Listening for general ideas Note taking ■ Speaking from notes ■ Making an oral summary

	<p><b>c) Reading &amp; writing</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reading</li> <li>■ Reading for specific information</li> <li>■ Reading for general ideas</li> <li>■ Contextual reference</li> <li>■ Rephrasing</li> <li>■ Guessing the meaning of words through context</li> <li>■ Making logical links between sentences and paragraphs</li> <li>■ Summarizing</li> <li>■ Analyzing and making as synthesis</li> </ul>
--	---

### Unit two : Describing discoveries, inventions and experiments (11H15 mn)

<p>Discovering language (language outcomes)</p> <p><b>a) Grammar— pronunciation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Past simple vs. continuous</li> <li>■ Active &amp; passive voice</li> <li>■ Pronunciation of must, can, should in the passive</li> <li>■ Weak forms of was and were</li> <li>■ Pronunciation of final ed and ch</li> <li>■ Sequencers (first, next... )</li> <li>■ Noun modification</li> </ul> <p><b>b) Vocabulary</b></p> <p>Vocabulary related to discoveries and inventions</p> <p>Expressing cause/effect</p>	<p>Developing skills (skills and strategies outcomes)</p> <p><b>a) Functions:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Making observations</li> </ul> <p>The use of the passive in the description of an experiment</p> <p><b>b) Listening &amp; speaking</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Listening to a presentation of (an invention, a discovery, an experiment)</li> <li>■ Listening for specific information</li> <li>■ Listening for general ideas Recognizing and showing a sequence of events Note taking</li> <li>■ Speaking from notes</li> <li>■ Talking about a given experiment</li> <li>■ Making an oral presentation of (a discovery)</li> </ul> <p><b>c) Reading &amp; writing</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reading</li> <li>■ Reading for specific information</li> <li>■ Reading for general ideas</li> <li>■ Contextual reference</li> <li>■ Rephrasing</li> <li>■ Guessing the meaning of words through context</li> <li>■ Making logical links between sentences</li> </ul>
---	---

#### Teaching Activities and Tasks:

- Text-based activities
- Small and large group discussions
- Exploration of theme
- Lecture and exposition
- Pre-review of vocabulary
- Reading Project (Assessment Information Attached)
- Writing Portfolio (Including product and process: assessment information attached)

- Oral presentation
- Quizzes, Debates, ... Other activities as assigned by instructor

**Mode d'évaluation:**

Évaluation continue + final exam

**Références bibliographiques:**

Supports très variés, allant d'articles et exercices créés pour le cours aux œuvres littéraires et aux manuels d'anglais en fonction du cours choisi.

## **Programmes détaillés des matières du 3<sup>ème</sup> semestre**

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S3	Analyse 3	3	6	IST 3.1
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
67h30	1h30	3h00	-	

**Prérequis :**

Il est recommandé de maîtriser les bases fondamentales du calcul d'intégrales et des primitives des fonctions à plusieurs variables et les mathématiques enseignées en S1 et S2

**Objectifs :**

De première importance pour un scientifique, cette matière permet à l'étudiant d'acquérir:

- L'utilisation de l'analyse vectorielle dédiée à la description de plusieurs phénomènes physiques et pratiques
- la maîtrise de la transformée de Fourier pour les applications les plus usuelles
- la maîtrise de la transformée de Laplace pour la résolution des équations et des systèmes d'équations différentielles

**Contenu de la matière :****Chapitre 1 : Analyse vectorielle**

1. Champs de scalaires et champs de vecteurs
  - Définition d'un champ de scalaires
  - Définition d'un champ de vecteurs
2. Circulation et gradient
  - Définition (Circulation d'un champ de vecteurs)
  - Définition (Gradient d'un champ de scalaires)
  - Définition (Champs de gradients)
3. Divergence et rotationnel
  - Définition (Divergence d'un champ de vecteurs)
  - Définition (Rotationnel d'un champ de vecteurs)
  - Définition (Champs de rotationnels)
  - Définition (Laplacien d'un champ de scalaires)
4. Potentiels scalaires et potentiels vecteurs
5. Intégrale curviligne
6. Calcul de l'intégrale curviligne
7. Formule de Green
8. Conditions pour qu'une intégrale curviligne ne dépende pas du chemin d'intégration
9. Intégrales de surface
10. Calcul des intégrales de surface
11. Formule de Stokes
12. Formules d'Ostrogradsky

**Chapitre 2 : Séries numériques et entières****I- Séries numériques**

1. Généralités :  
Somme partielle. Convergence, divergence, somme et reste d'une série convergente.
2. Condition nécessaire de convergence.

### 3. Propriétés des séries numériques convergentes

#### 4. Séries numériques à termes positifs

##### 4.1 Critères de convergences

- Condition nécessaire et suffisante de convergence.

##### 4.2 Critère de comparaison

- Théorème

- Conséquence (Règle d'équivalence)

##### 4.3 Règle de D'Alembert

- Théorème

##### 4.4 Règle de Cauchy

- Théorème

##### 4.5 Critère intégral de Cauchy

- Théorème

### 5. Séries à termes quelconques

#### 5.1 Séries alternées.

Définition d'une série alternée

Théorème de Leibnitz (Théorème des séries alternées)

#### 5.2 Séries absolument convergentes

Définition d'une série absolument convergente

Théorème :  $CVA \Rightarrow CVS$

#### 5.3 Séries semi-convergentes.

Définition d'une série semi-convergente

Exemples

#### 5.4 Critère D'Abel

Théorème (Premier critère d'Abel pour les séries)

## II- Séries entières

### 1. Définition d'une série entière,

Lemme d'ABEL,

Rayon de convergence

Détermination du rayon de convergence,

Règle d'HADAMARD.

### 2. Propriétés des séries entières.

Linéarité et produit de deux séries entières,

Convergence normale d'une S.E. d'une variable réelle sous tout segment inclus dans l'intervalle ouvert de convergence,

Continuité de la somme sur l'intervalle ouvert de convergence,

Intégration terme à terme d'une S.E. d'une variable réelle sur l'intervalle de convergence,

Dérivation terme à terme d'une S.E. d'une variable réelle sur l'intervalle de convergence.

### 3. Développement en S.E. au voisinage de zéro d'une fonction d'une variable réelle.

Fonction développable en S.E. sur l'intervalle ouvert de convergence.

Série de Taylor- Maclaurin d'une fonction de classe  $\infty$

Unicité du développement en S.E.

### 4. Applications.

Etablir les développements en séries entières des fonctions usuelles

Recherche de solution d'une équation différentielle ordinaire du premier et deuxième ordre à coefficients variables sous forme de S.E.

## Chapitre 3 : Séries de Fourier

### 1. Définitions générales

Intitulé : Automatique et systèmes intelligents  
2024-2025

Année universitaire

2. Coefficients de Fourier.
3. Fonction développable en série de Fourier.
4. Théorème de Dirichlet
5. Egalité de Parseval.
6. Application : exemples simples de problèmes de Sturm-Liouville.

#### **Chapitre 4 : Transformées de Fourier et de Laplace**

1. L'intégrale de Fourier
  2. Forme complexe de l'intégrale de Fourier.
  3. Définitions et premières propriétés
- Définition d'une transformée de Fourier et de son inverse  
 Dérivée de la transformée de Fourier

#### **Transformée de Laplace**

- 1- Définition de la transformée de Laplace
- 2 - Propriétés de la transformée de Laplace  
(Unicité, Linéarité, Facteur d'échelle, Dérivation, Intégration, Théorèmes)
- 3 - Transformées de Laplace courantes
- 4 - Résolution d'équations différentielles par transformée de Laplace

#### **Modalités d'évaluation :**

Interrogation, Devoir surveillé, Examen final

#### **Références bibliographiques :**

1. Med El Amrani, Suites et séries numériques, Ellipses.
2. François Liret ; mathématiques en pratiques, cours et exercices; Dunod. (f.p.v ; Int. Mult. Séries...)
3. Marc Louis, Maths MP-MP, Ellipses. (Int. Doubles)
4. Denis Leger, PSI. Exercices corrigés Maths, Ellipses. (Séries de Fonctions, Entières, Fourier...)
5. Charles-Michel Marle, Philippe Pilibossian, Sylvie Guerre- Delabrière, Ellipse. (Suites, Séries, Intégrales).
6. Fabrice Lembiez Nathan, Tout en un, Exercices de maths.
7. Valerie Collet, Maths toute la deuxième année, 361 exercices, rappels de cours, trucs et astuces, ellipses.
8. A.Monsouri, M.K.Belbarki. Elément d'analyse. Cours et exercices résolus. 1<sup>er</sup> cycle universitaire. Chiheb. (Intégrales doubles et triples, Séries, Transformations de Fourier et de Laplace, Equations aux dérivées partielles du 2<sup>ième</sup> ordre).
9. B.DEMIDOVITCH. Recueil d'exercices et de problèmes d'analyse mathématiques. 11<sup>ième</sup> édition. Ellipses. (Fonctions de plusieurs variables, Séries, Intégrales multiples)

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S3	Analyse numérique 1	3	5	IST 3.2
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
67h30	1h30	1h30	1h30	

**Pré-requis :**

Une bonne connaissance de l'analyse des fonctions d'une variable réelle et des bases du calcul matriciel.

**Objectifs :**

- Ce cours constitue une introduction au calcul Scientifique. Son objectif est de :
- Présenter des méthodes numériques de base permettant de résoudre avec un ordinateur des problèmes concrets issus de l'ingénierie.
  - Identifier les difficultés liées à la résolution numérique sur ordinateur d'un problème réel.
  - Savoir développer et mettre en œuvre les méthodes de discrétisation des problèmes continus.
  - Maîtriser et savoir mettre en œuvre les techniques de base de l'analyse numérique matricielle.
  - Savoir mettre en œuvre les techniques de base du calcul numérique.

**Contenu de la matière :****Chap. 1 Introduction à l'analyse numérique**

1.1. Sources d'erreurs : erreurs de modélisation, erreurs sur les données, valeur approchée, propagation des erreurs, erreur relative et erreur absolue, arithmétique flottante, norme IEEE-754, erreurs d'arrondis, erreur de troncature, chiffres significatifs exacts, opérations risquées.

1.2. Conditionnement et stabilité : exemple d'instabilités numériques, conditionnement d'un problème.

1.3. Méthodes et algorithmes : méthodes exactes, méthodes approchées, méthodes itératives.

**Chap. 2 Résolution d'équations non linéaires**

2.1. Fonctions d'une variable réelle : théorèmes de localisation et séparation des racines.

2.2. Méthodes classiques : méthode de dichotomie, Méthode de la sécante, critère d'arrêt.

2.3. Méthodes itératives : méthode de point fixe, méthode de Newton, ordre de convergence, critères d'arrêts.

**Chap. 3 Résolution de systèmes linéaires**

3.1. Méthodes directes : matrice triangulaire supérieure (ou inférieure), matrices symétriques (définitions et propriétés), méthode d'élimination de Gauss, factorisation LU (Crout, Doolittle), factorisation de Cholesky (matrice symétrique définie positive).

3.2. Vocabulaire d'algèbre numérique : normes vectorielles, normes matricielles, conditionnement d'une matrice (définitions et propriétés), rayon spectrale, exemple de système linéaire mal conditionné.

3.3. Méthodes itératives : méthodes de Jacobi, Gauss-Seidel, relaxation, étude de la convergence des méthodes itératives, critères d'arrêt.

#### **Travaux Pratiques :**

- Prise en main de Matlab
- Résolution des équations non-linéaires
- Résolution des systèmes linéaires : Méthodes directes
- Résolution des systèmes linéaires : Méthodes itératives

#### **Références bibliographiques :**

- [1] Jean-Pierre Demailly, analyse numérique et équations différentielles, EDP Sciences (2006).
- [2] Alfio Quarteroni, Riccardo Sacco, Fausto Saleri, méthodes numériques : algorithmes, analyse et applications, Springer-Verlag (2007).
- [3] Alfio Quarteroni, Fausto Saleri, Paola Gervasio, calcul scientifique : cours, exercices corrigés et illustrations en matlab et octave, Springer-Verlag (2010).
- [4] Won Young Yang, Wenwu Cao, Tae-Sang Chung, Applied numerical methods using matlab, John Wiley and Sons (2005).
- [5] Jean-Louis Merrien, analyse numérique avec matlab, Dunod (2007).
- [6] André Fortin, analyse numérique pour ingénieurs, Presses internationales Polytechnique (2011).
- [7] William Ford, numerical linear algebra with applications using matlab, Elsevier Inc (2015).
- [8] Cleve B. Moler, numerical computing with matlab, Siam (2004).
- [9] Grégoire Allaire, Sidi Mahmoud Kaber, numerical linear algebra, Springer (2008).
- [10] Luc Jolivet, Rabah Labbas, analyse et analyse numérique : rappel de cours et exercices corrigés, Lavoisier (2005).
- [11] Jacques Rappaz, Marco Picasso, introduction à l'analyse numérique, Presses polytechniques et universitaires romandes (2004).
- [12] Nicholas J. Higham, Accuracy and stability of numerical algorithms, siam (1996).
- [13] John Hubbard, Florence Hubert, calcul scientifique de la théorie à la pratique : illustrations avec maple et matlab, Université de Provence, Marseille (2005).

#### **Modalités d'évaluation :**

Interrogation, Devoir surveillé, Travaux pratiques, Examen final

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
----------	------------------------	-------------	---------	------

S3	<b>Ondes et Vibrations</b>		<b>3</b>	<b>5</b>	IST 3.3
<b>VHS</b>	<b>Cours</b>	<b>Travaux dirigés</b>	<b>Travaux Pratiques</b>		
67h30	1h30	1h30	1h30		

**Prérequis :**

Avoir assimilé les matières traitant de la mécanique du point et les Mathématiques d'analyse de la première année

**Objectifs :**

L'acquisition de connaissances théoriques et pratiques de tout système de vibration ou d'ondes par :

- la compréhension et la résolution des mouvements vibratoires et les différents types d'oscillations engendrées
- l'étude de la propagation des ondes mécaniques et les mouvements ondulatoires engendrés

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S3	Mécanique des fluides	3	5	IST 3.4
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
67h30	1h30	1h30	1h30	

**Pré requis :**

- Mécanique du point matériel
- Statique d'un corps solide
- Thermodynamique
- Analyse mathématique

**Objectifs:**

- Fournir des connaissances de base de la statique des fluides
- Apprendre à décrire un fluide en mouvement à l'aide de champs
- Mettre en place les théorèmes de la mécanique des fluides
- Fournir les éléments de base nécessaires à la résolution des problèmes d'écoulement de fluides parfaits et réels
- Savoir appliquer la relation fondamentale de l'hydrostatique (calcul de la pression en un point)
- Apprendre à calculer les forces hydrostatiques appliquées sur une surface
- Savoir appliquer le principe d'Archimède
- Savoir appliquer le théorème de Bernoulli
- Apprendre à manipuler les outils mathématiques de l'analyse vectorielle (différentielle, opérateurs gradient, divergence, rotationnel, laplacien)

**Contenu de l'enseignement :****Chapitre I : Statique des fluides**

- 1.1. Définition d'un fluide
- 1.2. Propriétés physiques de fluide :  
masse volumique - poids spécifique – densité – viscosité
- 1.3. Classification des fluides
  - 1.3.1 Par compressibilité
    - fluide incompressible
    - fluide compressible
  - 1.3.2. Par effet de viscosité
    - fluide parfait
    - fluide réel (fluide newtonien et non newtonien)
- 1.4. Principes et théorèmes généraux
  - 1.4.1. Notion de pression et échelle de pression:  
- Pression atmosphérique ; - Pression relative ; - Pression absolue
  - 1.4.2. Forces de pression en un point d'un fluide
  - 1.4.3. Principe fondamental de la statique des fluides
- 1.5. Poussée hydrostatique
  - 1.5.1. Définition

**1.6. Centre poussée hydrostatique****1.6.1. Définition****1.6.2. Cas d'une paroi plane****1.6.3. cas d'une paroi courbée****1.7. Equilibre relatif****1.7.1. Pression dans un fluide soumis à une accélération horizontale****1.7.2. Pression dans un fluide soumis à une rotation uniforme****1.8. Principe d'Archimède****1.8.1. Corps complètement immergé****1.8.2. Corps partiellement immergé****Chapitre II : Cinématique des fluides****2.1. Description du mouvement d'un fluide**

- Description Lagrangienne : trajectoire
- Description Eulérienne : Ligne de courant, tube de courant

**2.2. Equation de continuité****2.2.1 Notion de Débit****2.2.2 Elaboration de l'équation de continuité****2.3. Fonction de courant****2.4. Type d'écoulements :****2.4.1 Ecoulement stationnaire****2.4.2 Ecoulement uniforme****2.4.3 Ecoulement Rotationnel****2.4.4 Ecoulement irrotationnel ou à potentiel de vitesse****Chapitre III : Dynamique des fluides incompressibles parfaits (Cours : 3h00, TD : 3h00)****3.1. Equation d'Euler et Théorème de Bernoulli****3.2. Applications du théorème de Bernoulli:**

- Tube de Venturi
- Vidange d'un réservoir
- Tube de Pitot

**3.3. Théorème de quantité de mouvement en régime permanent**

- Réaction d'un jet
- Jet impactant

**Chapitre IV : Dynamique des fluides réels incompressibles (Cours : 6h00, TD : 6h00)****4.1. Viscosité d'un fluide**

- Viscosité dynamique
- Viscosité cinématique

**4.2. Ecoulement de fluide dans une canalisation (Ecoulement de Poiseuille)****4.3. Régimes d'écoulement - Nombre de Reynolds****4.4. Pertes de charge****4.4.1 Pertes de charge linéaires****4.4.2 Pertes de charge singulières**

#### 4.4.3 Diagramme de Moody

### 4.5. Théorème de Bernoulli généralisé

#### 4.5.1 Avec production d'énergie

#### 4.5.2 Avec pertes de charge

### 4.6. Notion de couche limite

### **Travaux Pratiques :**

#### **Hydrostatique**

- Poussée hydrostatique

#### **Hydrodynamique**

- Déversoirs
- Venturi

### **Modalités d'évaluation :**

Interrogation, Devoir surveillé, Travaux pratiques, Examen final

### **Références Bibliographiques :**

- [1] Mécanique des fluides 2<sup>e</sup>année PC-PC\*/PSI-PSI\* J.M. BREBEC – Ed HACHETTE
- [2] Physique théorique : Mécanique des fluides LANDAU et LIFCHITZ – Ed ELLIPSES
- [3] Mécanique des fluides 2<sup>e</sup>année PC, PSI : Problèmes corrigés LUMBROSO– Ed DUNOD
- [4] Mécanique des fluides appliquée OUZIAUX – Ed DUNOD
- [5] Mécanique des fluides et hydraulique : cours et problèmes, RANALD– Ed SCHAUM
- [6] Mécanique des fluides Puissance prépas, PC-PSI A. HEINRICH – Ed BREAL

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S3	Mécanique Rationnelle	2	4	IST 3.5
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h00	1h30	1h30	-	

**Prérequis :**

- Mécanique du point
- Analyse Mathématique
- Algèbre

**Objectifs :**

- Fournir tous les éléments et outils permettant l'étude de la mécanique des corps rigides ou systèmes de corps rigides.
- Apprendre comment poser un problème relevant de la mécanique rationnelle en insistant sur le choix judicieux de repères et de paramètres permettant de traiter un problème donné.

**Contenu de la matière :****Chapitre 1 : Rappels mathématiques (éléments de calcul vectoriel).**

- 1.1. Vecteurs
  - 1.1.1. Propriétés de base
- 1.2. Produit scalaire
- 1.3. Produit vectorielle
- 1.4. Produit Mixte
- 1.5. Projection des vecteurs
  - 1.5.1. Projection orthogonale d'un vecteur sur un axe
  - 1.5.2. Projection orthogonale d'un vecteur sur un plan
- 1.2. Torseurs**
  - 2.1. Définition :
  - 2.2. Propriétés des torseurs
    - 2.2.1. L'équivalence de deux torseurs :
    - 2.2.2. Torseur nul :
    - 2.2.3. Somme de deux torseurs :
    - 2.2.4. Multiplication d'un torseur par un scalaire :
  - 2.3. Axe central d'un torseur
  - 2.4. Pas du torseur
  - 2.5. Torseur couple

**Chapitre 2 : Statique****2.1. Généralités et définitions de base**

- 2.1.1. Définition et sens physique de la force
- 2.1.2. Les systèmes de forces
- 2.1.3. Opérations sur la force (composition, décomposition, projection)
  - A. Décomposition géométrique d'une force
  - B. Résultante de deux forces concourantes

**2.2. Statique.**

- 2.2.1. Moment d'une force par rapport à un point
- 2.2.2. Moment d'une force par rapport à un axe
- 2.2.3. Théorème de Varignon
- 2.2.4. Condition d'équilibre statique
- 2.2.5. Liaisons, appui et réactions

### **Chapitre 3 : cinématique du solide rigide.**

- 3.1. Rappels sur les quantités cinématiques pour un point matériel.
- 3.2. Cinématique du corps solide
  - 3.2.1. Définitions : (Solide rigide, Vecteur vitesse de rotation)
  - 3.2.2. Champ des vitesses d'un solide en mouvement-Formule de Varignon :
  - 3.2.3. Equiprojectivité du champ de vitesses d'un solide
  - 3.2.4. Torseur cinématique
  - 3.2.5. Champ des accélérations
- 3.3. Les lois de composition des mouvements
  - 3.3.1. Composition des vitesses
  - 3.3.2. Composition des accélérations
  - 3.3.3. Composition des vecteurs rotations
- 3.4. Mouvements fondamentaux
  - 3.4.1. Mouvement de translation :
  - 3.4.2. Mouvement de rotation pur autour d'un axe
  - 3.4.3. Mouvement hélicoïdal (translation + rotation)
  - 3.4.4. Mouvement plan sur plan

### **Modalités d'évaluation :**

Interrogation, Devoir surveillé, Examen final

### **Références bibliographiques :**

- M. Manton, exercices et problèmes de mécanique ; Armand Colin.
- H. Gie, J.P Sarmant, mécanique volume 1, Lavoisier.
- T. Hani, Mécanique Générale, OPU
- J.C. Bone, Mécanique Générale, Dunod Université.
- Annequin et Boutigny, cours de mécanique, Vuibert.
- P. Brousse, Mécanique II, Armand Colin.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
3	Informatique 3 (Matlab)	2	2	IST 3.6
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h00	1h30	-	1H30	

**Prérequis :**

Informatique 1 et Informatique 2

**Objectifs :**

- Initier l'apprenant à la programmation sous l'environnement MATLAB / Simulink

**Contenu de la matière :**

Première Partie

- 1- Qu'est-ce que MATLAB
- 2- Interface Matlab
- 3- Les opérations de base
- 4- Affichage 2D et 3D
- 5- Déclaration de variables, vecteurs et matrices.
- 6- Manipulation matrice.
- 7- Programmation sous condition (if .elseif)
- 8- Les Boucles (for, while)
- 9- Les fonctions (structure d'une fonction simple)

Deuxième partie (Simulink)

- 10- Environnement Simulink
- 11- Boites à outils de base
- 12- Construction d'un diagramme Simulink (système de premier ordre, deuxième ordre)
- 13- Simulation sous Simulink (paramétrage et exportation des données)

**Modalités d'évaluation :**

Interrogation, Devoir surveillé, Travaux pratiques, Examen final

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
03	Dessin assisté par ordinateur	1	1	IST 3.7
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
22h30	-	-	1h30	

**Objectifs:**

Initiation à l'utilisation des outils de la conception assistée par ordinateur en utilisant deux logiciels (AutoCad et SolidWorks) afin d'optimiser la réalisation d'une pièce, schémas ou d'un assemblage.

**Contenu de l'enseignement :****Chapitre 01 : Introduction à la CAO (1,5 h)****1. Partie I : Modélisation 2D/3D à l'aide de l'outil informatique**

- Les logiciels de DAO
- Les logiciels de CAO
- Les logiciels de FAO
- Les logiciels de simulation

**2. Partie II : Principe de fonctionnement des modeleurs 3D**

- Modélisation polygonale
- Modélisation par courbes (NURBS)
- Modélisation par subdivision de surface
- Modélisation par surfaces implicites
- Modélisation par géométries
- Modélisation volumique

**Chapitre 02 : AutoCad(11 h)****Partie I : Dessin 2D**

1. Présentation du logiciel
2. Coordonnées cartésiennes et polaires
3. Dessin de base
  - Utiliser les aides aux dessins : accrochage, grille
  - Annoter et composer les plans
  - Créer un plan 2D
  - Gérer les échelles et l'affichage
  - Créer et gérer des bibliothèques
  - Importer et exporter dans les différents formats
  - Gestion et sauvegarde des mises en page
  - Éditer les plans (imprimante/traceur)
  - Gérer les calques et les blocs
4. Commandes de dessin et de modifications

**Partie II : Modélisation3D**

1. Système de coordonnées utilisateur dans l'espace (SCU)
2. Eléments de base et opération booléenne
3. Visualisation et affichage

**Chapitre 03 : SOLIDWORKS (10h00)****Partie I : PIECES**

1. Introduction
2. Interface utilisateur
3. ESQUISSE
4. FONCTION

**Partie II : ASSEMBLAGE**

1. Introduction
2. Interface utilisateur
3. Les contraintes

**Partie III : MISE EN PLAN**

1. Introduction
2. Interface utilisateur
3. fond de plan
4. disposition des vue
5. Annotation.

**Références bibliographiques :**

- AutoCAD 2009, Olivier Le Frapper, Edition Eni 2009.
- Les secrets du dessinateur AutoCAD,PatrickDiver, Edition Pearson 2010.
- SolidWorks 2012, Thierry CRESPEAU, Edition Eni 2012.

**Modalités d'évaluation :**

Interrogation, Devoir surveillé, Examen final

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S3	Anglais Technique		2	2	IST 3.8
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	-	3h00	-		

**Pré requis :** Langue étrangère 1 et 2

**Objectifs :**

- To reinforce grammar rules.
- To train students to read and comprehend technical passages.
- To identify and understand technical concepts and vocabulary.
- To take part in discussion on scientific topics.
- To listen to recorded passages and comprehend functional English.
- To communicate using concepts and terminology taught in classroom

**Contenu de la Matière :**

**Unit one : Describing amounts and quantities**

Discovering language (language outcomes)	Developing skills (skills and strategies outcomes)
<p>a) Grammar— pronunciation Prepositions Phrasal verbs Comparing / contrasting</p> <p>b) Vocabulary Vocabulary related to amounts and quantities Numbers and figures Graphs, charts and diagrams Mathematical symbols used in engineering Greek letters and abbreviations used in engineering</p>	<p>a) Functions: Drawing graphs, diagrams and charts Completing a diagram</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interpretation of diagrams</li> <li>▪ Transformation of descriptions into diagrams, charts...</li> <li>▪ Making comparisons based on diagrams</li> <li>▪ Inductions based on diagrams and tables</li> </ul> <p>b) Listening &amp; speaking Listening to a presentation Listening for specific information Listening for general ideas Note taking Speaking from notes Making a speech</p> <p>c) Reading &amp; writing: Reading</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reading for specific info</li> </ul> <p>Reading for general Rephrasing Responding to a text Reading a graph/report Analyzing and making a synthesis Writin from a flow chart</p>

**Unit two: Instructing and giving advices**

1. Topic one: Safety at work

## 2. Topic two: Instruction manual

Discovering language (language outcomes)	Developing skills (skills and strategies outcomes)
<p>a) <u>Grammar—pronunciation</u> The imperative o Modals</p> <p>If-clauses Active / passive form , Pronouncing weak forms of could, should Pronunciation of must, can, should in the passive Weak forms of was and were Pronunciation of final ‘_ed’ and ‘_ch’</p> <p>b) <u>Vocabulary</u> Forming nouns by adding suffix —ty to adjectives Forming opposites by adding prefixes dis—, il—, .. Forming adjectives with suffixes —ive and —al Forming new words with prefixes de— and dis— Forming new words with suffixes —ic and —ment</p>	<p>a) <u>Functions:</u> Expressing condition with if Expressing warnings with unless Expressing obligation with have and must Expressing obligation, ability and possibility (modals) Instructing &amp; giving advice (imperative) Inductions based on diagrams</p> <p>b) <u>Listening &amp; speaking</u> Asking for and giving advice and warning using should, ought to and had better</p> <p>c) <u>Reading &amp; writing</u> Reading a warning notice, an instruction manual/leaflet Skimming Scanning Identifying and using reference words Writing a warning notice, an instruction manual/leaflet</p>
<p><b>Teaching Activities and Tasks:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Text-based activities</li> <li>• Small and large group discussions</li> <li>• Exploration of theme</li> <li>• Lecture and exposition</li> <li>• Pre-review of vocabulary</li> <li>• Reading Project (Assessment Information Attached)</li> <li>• Writing Portfolio (Including product and process: assessment information attached)</li> <li>• Oral presentation</li> <li>• Quizzes</li> <li>• Debates</li> <li>• Other activities as assigned by instructor</li> </ul>	

**Mode d'évaluation:** Evaluation continue + final exam

**Références bibliographiques:**

Supports très variés, allant d'articles et exercices créés pour le cours aux œuvres littéraires et aux manuels d'anglais en fonction du cours choisi.

## **Programmes détaillés des matières du 4<sup>ème</sup> semestre**

SEMESTRE	Intitulée de la matière	Coefficient	Code
S4	Analyse numérique 2	4	Anal.Num.2

VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques
67h30	1h30	1h30	1h30

**Pré-requis :**

- Une bonne connaissance de l'analyse des fonctions d'une variable réelle et des bases du calcul matriciel.

**Objectifs :**

- Ce cours constitue une introduction au calcul Scientifique. Son objectif est de :
- présenter des méthodes numériques de base permettant de résoudre avec un ordinateur des problèmes concrets issus de l'ingénierie.
  - Identifier les difficultés liées à la résolution numérique sur ordinateur d'un problème réel.
  - Savoir développer et mettre en œuvre les méthodes de discrétisation des problèmes continus.
  - Maîtriser et savoir mettre en œuvre les techniques de base de l'analyse numérique matricielle.
  - Savoir mettre en œuvre les techniques de base du calcul numérique.

**Contenu de la matière :****Chap. 1 Interpolation et approximation polynomiale**

- 1.1. Interpolation de Lagrange : existence et unicité du polynôme de Lagrange, Calcul du polynôme de Lagrange, estimation de l'erreur d'approximation.
- 1.2. Interpolation de Newton : table des différences Divisées, Polynôme de Newton, estimation de l'erreur d'approximation.
- 1.3. Interpolation de Hermite : existence et unicité du polynôme d'interpolation de Hermite, estimation de l'erreur d'approximation.
- 1.4. Approximation au sens des moindres carrés : méthode classique des moindres carrés, polynômes orthogonaux, Polynômes trigonométriques, transformée de Fourier rapide.
- 1.5. Fonctions splines.

**Chap. 2 Dérivation et intégration numérique**

- 2.1. Dérivation numérique : dérivée première, formules à deux points, formules à trois points, dérivées d'ordre supérieur, estimation de l'erreur de dérivation.
- 2.2. Intégration numérique : méthodes de quadrature élémentaires, formules de Newton-Cotes, formules de Gauss, estimation de l'erreur d'intégration.

**Chap. 3 Equations différentielles du premier ordre**

- 3.1. Méthode d'Euler-Cauchy : estimation de l'erreur de discrétisation, influence des erreurs d'arrondis, méthode d'Euler implicite.
- 3.2. Méthodes de Runge-Kutta : méthode de Runge-Kutta d'ordre 2, Méthode de Runge-Kutta d'ordre 4.
- 3.3. Systèmes d'équations différentielles ordinaires du premier ordre.

3.4. Problèmes aux conditions aux limites : méthode des différences finies, exemple simple 1D avec conditions de Dirichlet, Neumann et mixtes.

**Travaux Pratiques :**

- Interpolation et approximation polynômiale
- Dérivation et intégration numérique
- Equations différentielles du premier ordre

**Modalités d'évaluation :**

Interrogation, Devoir surveillé, Travaux pratiques, Examen final

**Références bibliographiques :**

- [1] Jean-Pierre Demailly, analyse numérique et équations différentielles, EDP Sciences (2006).
- [2] Alfio Quarteroni, Riccardo Sacco, Fausto Saleri, méthodes numériques : algorithmes, analyse et applications, Springer-Verlag (2007).
- [3] Alfio Quarteroni, Fausto Saleri, Paola Gervasio, calcul scientifique : cours, exercices corrigés et illustrations en matlab et octave, Springer-Verlag (2010).
- [4] Won Young Yang, Wenwu Cao, Tae-Sang Chung, applied numerical methods using matlab, John Wiley and sons (2005).
- [5] Jean-Louis Merrien, analyse numérique avec matlab, Dunod (2007).
- [6] André Fortin, analyse numérique pour ingénieurs, Presses internationales Polytechnique (2011).
- [7] William Ford, numerical linear algebra with applications using matlab, Elsevier Inc (2015).
- [8] Cleve B. Moler, numerical computing with matlab, Siam (2004).
- [9] Grégoire Allaire, Sidi Mahmoud Kaber, numerical linear algebra, Springer (2008).
- [10] Luc Jolivet, Rabah Labbas, analyse et analyse numérique : rappel de cours et exercices corrigés, Lavoisier (2005).
- [11] Jacques Rappaz, Marco Picasso, introduction à l'analyse numérique, Presses polytechniques et universitaires romandes (2004).
- [12] Nicholas J. Higham, accuracy and stability of numerical algorithms, siam (1996).
- [13] John Hubbard, Florence Hubert, calcul scientifique de la théorie à la pratique : illustrations avec maple et matlab, Université de Provence, Marseille (2005).

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S4	Analyse numérique 2	3	5	IST 4.1
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
67h30	1h30	1h30	1h30	

**Pré-requis :**

- Une bonne connaissance de l'analyse des fonctions d'une variable réelle et des bases du calcul matriciel.

**Objectifs :**

Ce cours constitue une introduction au calcul Scientifique. Son objectif est de :

- présenter des méthodes numériques de base permettant de résoudre avec un ordinateur des problèmes concrets issus de l'ingénierie.
- Identifier les difficultés liées à la résolution numérique sur ordinateur d'un problème réel.
- Savoir développer et mettre en œuvre les méthodes de discrétisation des problèmes continus.
- Maîtriser et savoir mettre en œuvre les techniques de base de l'analyse numérique matricielle.
- Savoir mettre en œuvre les techniques de base du calcul numérique.

**Contenu de la matière :****Chap. 1 Interpolation et approximation polynomiale**

- 1.6. Interpolation de Lagrange : existence et unicité du polynôme de Lagrange, Calcul du polynôme de Lagrange, estimation de l'erreur d'approximation.
- 1.7. Interpolation de Newton : table des différences Divisées, Polynôme de Newton, estimation de l'erreur d'approximation.
- 1.8. Interpolation de Hermite : existence et unicité du polynôme d'interpolation de Hermite, estimation de l'erreur d'approximation.
- 1.9. Approximation au sens des moindres carrés : méthode classique des moindres carrés, polynômes orthogonaux, Polynômes trigonométriques, transformée de Fourier rapide.
- 1.10. Fonctions splines.

**Chap. 2 Dérivation et intégration numérique**

- 2.1. Dérivation numérique : dérivée première, formules à deux points, formules à trois points, dérivées d'ordre supérieur, estimation de l'erreur de dérivation.
- 2.2. Intégration numérique : méthodes de quadrature élémentaires, formules de Newton-Cotes, formules de Gauss, estimation de l'erreur d'intégration.

**Chap. 3 Equations différentielles du premier ordre**

- 3.1. Méthode d'Euler-Cauchy : estimation de l'erreur de discrétisation, influence des erreurs d'arrondis, méthode d'Euler implicite.

3.2. Méthodes de Runge-Kutta : méthode de Runge-Kutta d'ordre 2, Méthode de Runge-Kutta d'ordre 4.

3.3. Systèmes d'équations différentielles ordinaires du premier ordre.

3.4. Problèmes aux conditions aux limites : méthode des différences finies, exemple simple 1D avec conditions de Dirichlet, Neumann et mixtes.

### **Travaux Pratiques :**

- Interpolation et approximation polynômiale
- Dérivation et intégration numérique
- Equations différentielles du premier ordre

### **Modalités d'évaluation :**

Interrogation, Devoir surveillé, Travaux pratiques, Examen final

### **Références bibliographiques :**

- [1] Jean-Pierre Demailly, analyse numérique et équations différentielles, EDP Sciences (2006).
- [2] AlfioQuarteroni, Riccardo Sacco, Fausto Saleri, méthodes numériques : algorithmes, analyse et applications, Springer-Verlag (2007).
- [3] AlfioQuarteroni, Fausto Saleri, Paola Gervasio, calcul scientifique : cours, exercices corrigés et illustrations en matlab et octave, Springer-Verlag (2010).
- [4] Won Young Yang, Wenwu Cao, Tae-Sang Chung, applied numerical methods using matlab, John Wiley end sons (2005).
- [5] Jean-Louis Merrien, analyse numérique avec matlab, Dunod (2007).
- [6] André Fortin, analyse numérique pour ingénieurs, Presses internationales Polytechnique (2011).
- [7] William Ford, numerical linear algebra with applications using matlab, Elsevier Inc (2015).
- [8] Cleve B. Moler, numerical computing with matlab, Siam (2004).
- [9] Grégoire Allaire, Sidi Mahmoud Kaber, numericallinearalgebra, Springer (2008).
- [10] Luc Jolivet, Rabah Labbas, analyse et analyse numérique : rappel de cours et exercices corrigés, Lavoisier (2005).
- [11] Jacques Rappaz, Marco Picasso, introduction a l'analyse numérique, Presses polytechniques et universitaires romandes (2004).
- [12] Nicholas J. Higham, accuracy and stability of numerical algorithms, siam (1996).
- [13] John Hubbard, Florence Hubert, calcul scientifique de la théorie a la pratique : illustrations avec maple et matlab, Université de Provence, Marseille (2005).

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
4	Electricité générale		2	4	IST 4.2
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

**Pré-requis :**

Notions de base de mathématique et physique.

**Objectifs : Objectifs:**

- Apprendre les bases de l'électricité

Se familiariser avec les circuits élémentaires utilisés afin d'être capable d'identifier les différents blocs fonctionnels d'un schéma électrique

**Contenu de la matière****Chapitre 1. Régime continu et Théorèmes fondamentaux**

Définitions (dipôle, branche, nœud, maille), générateurs de tension et de courant (idéal, réel), relations tension-courant (R, L, C), diviseur de tension, diviseur de courant. Théorèmes fondamentaux : superposition, Thévenin, Norton, Millmann, Kennelly, Equivalence entre Thévenin et Norton, Théorème du transfert maximal de puissance.

**Chapitre 2 : Etude des circuits en régime Transitoire**

Circuit RC en régimes transitoires (charge et décharge), Circuits RL en régimes transitoires, Circuits RLC en régimes transitoires.

**Chapitre 3 : Etude des circuits élémentaires en régime sinusoïdal**

Signal électrique, Régime sinusoïdal, Systèmes de phase, Représentation d'un signal sinusoïdal, Diagramme de Fresnel, Dipôles simples soumis à un régime sinusoïdal, Résistance, Bobine, Condensateur, Généralisation de la loi d'Ohm, Impédance et admittance complexes, Impédances et admittances complexes des dipôles élémentaires (R, L, C), Association des impédances, Cas d'un condensateur réel, Cas d'une bobine réelle, Etude d'un circuit RLC série.

**Chapitre 4 : Lois fondamentales des circuits électriques en régime alternatif**

Dipôle, Circuit électrique, Lois de Kirchhoff, Loi des nœuds (Première loi de Kirchhoff), Loi des mailles (Deuxième loi de Kirchhoff), Méthode des courants des mailles, Théorème de Millman, Théorème de superposition, Théorèmes de Thévenin et de Norton, Théorème de Thévenin, Théorème de Kennelly, Passage du circuit triangle ( $\pi$ ) au circuit étoile (T), Passage du circuit étoile (T) au circuit triangle ( $\pi$ ).

**Chapitre 5 : Puissances électriques en régime sinusoïdal**

Energie et puissances, Puissance électrique, Energie électrique, Transformation de l'énergie, Récepteur, Générateur, Conservation de l'énergie et rendement, Puissances en régime sinusoïdal, Puissance instantanée, Puissance instantanée des dipôles élémentaires, Triangle des puissances, Théorème de Boucherot, Mesure des puissances électriques, Mesure de facteur de puissance, Amélioration du facteur de puissance.

## **Chapitre 6. Quadripôles passifs**

Représentation d'un réseau passif par un quadripôle (Z, Y, ABCD). Grandeurs caractérisant le comportement d'un quadripôle dans un montage (impédance d'entrée et de sortie, gain en tension et en courant), application à l'adaptation. Filtres passifs (passe-bas, passe-haut, ...), Courbe de gain, Courbe de phase, Fréquence de coupure, Bande passante.

### **Modalités d'évaluation :**

Interrogation, Devoir surveillé, Travaux pratiques, Examen final

### **Références bibliographiques**

- T. Neffati. Electricité générale. 2008. Editions Dunod,  
D. Bohn. . Electricité générale. 2009. Editions SAEP,  
Y. Granjon. Electricité générale. 2009. Editions Dunod.  
G. Séguier. Electrotechnique Industrielle. Editions Technique et Documentation. 1980.  
J. P. Six et Vandeplanque. Exercices et problèmes d'Electrotechnique. Ed. Tech. et Doc. 1980  
C. Toussaint. Problèmes résolus d'Electrotechnique. Edition Dunod. 1970.  
C. Toussaint. Cours d'Electrotechnique. F-1-2 et 3. Edition Dunod. 1970.  
Fouille. Electrotechnique. Tomes 1-2 et3. Editions Dunod. 1976.  
Fouillé et C. Naudet. Problèmes d'électricité générale. Editions Dunod, 1972.  
Saint-Jean, Electrotechnique et Machines Electriques. Editions Eyrolles. 1980.  
M. Bornand, Electronique Tome 1 et 2

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
4	Electronique fondamentale		2	4	IST 4.3
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

**Prérequis :**

Cours de Structure de la matière et d'Electricité et Magnétisme (Physique2).

**Objectifs :**

Ce cours permet à l'étudiant de connaître les propriétés, les modèles électriques et les caractéristiques des composants électroniques : diodes, transistors bipolaires et amplificateurs opérationnels. Ces composants entrant dans la constitution de nombreux montages électroniques réalisant des fonctions ou opérations très variées.

**Contenu de la matière :****CHAP 1 : INTRODUCTION AUX SEMI-CONDUCTEURS**

1. Notions de semi-conducteurs (Conductivité, diffusion, couches d'énergie...)
2. Matériaux semi-conducteurs (Silicium, Germanium,...).
3. Propriété intrinsèque du silicium.
4. Propriété du silicium dopé.
5. Semi-conducteurs N et P.
6. Jonction PN en équilibre

**CHAP 2 : LES QUADRIPOLES**

1. Représentation d'un réseau passif par un quadripôle.
2. Les grandeurs du modèle équivalent d'un montage quadripôle (impédance d'entrée et de sortie, gain en tension et en courant), application à l'adaptation.
3. Filtres passifs (passe-bas, passe-haut, ...), Diagramme de Bode, Courbe de gain, Courbe de phase, Fréquence de coupure, Bande passante.

**CHAP 2 : LES DIODES**

1. Fonctionnement d'une diode.
2. Polarisation directe et inverse d'une diode
3. Caractéristiques courant-tension de la diode
4. Modèles de la diode (Idéale et en petits signaux)
5. Les diodes particulières : Diode Zener, Diode de Schottky, Diode capacitive, Diode à effet tunnel, Diode électroluminescente, Photodiodes, Cellules photoconductrices.
6. Applications de la diode : Écrêtage, Verrouillage, Circuits d'alimentation DC (Redressements mono-alternance et double-alternances, stabilisation par diode Zener, ...), Multiplicateur de tension.

**CHAP 3 : LES TRANSISTORS BIPOLAIRES**

1. Définition et effet transistor.
2. Régime statique des transistors bipolaires (Réseau de caractéristiques d'un transistor bipolaire NPN, limites d'utilisation d'un transistor (Tensions de claquage, Courant maximum, Puissance maximum))

3. La polarisation d'un transistor NPN (par résistance de base, par pont résistif et résistance d'émetteur)
4. Effet de la polarisation sur le réseau de caractéristiques d'un transistor NPN (droite de charge, point de repos, ...)
5. Le transistor bipolaire en régime dynamique (les paramètres hybrides et le schéma équivalent du transistor NPN)
6. Amplificateurs fondamentaux à transistors Bipolaires : EC, CC, BC (condensateurs de liaisons, condensateurs de découplage, Schéma équivalent, Gain en tension, Gain en décibels, Bande passante, Gain en courant, Impédances d'entrée et de sortie).
6. Le montage push-pull
7. l'amplificateur différentiel simple

#### **CHAP 4 : LES TRANSISTORS A EFFET DE CHAMP**

1. Définition d'un transistor à effet de champ à jonction
2. La polarisation des transistors JFET
3. Le schéma équivalent en régime linéaire
4. Les amplificateurs à JFET à source commune
5. Les transistors JFET en commutation

#### **CHAP 5 : AMPLIFICATEURS OPÉRATIONNELS**

1. Fonctionnement linéaire d'un amplificateur opérationnel (caractéristiques, schéma équivalent, contre-réaction).
2. Montages de base de l'amplificateur opérationnel en régime linéaire (Inverseur, Non inverseur, Additionneur, Soustracteur, Comparateur, Suiveur, Dérivateur, Intégrateur. Logarithmique, Exponentiel.
3. Les amplificateurs opérationnels en régime non linéaire ( Le comparateur, Le trigger de Schmitt, les montages astables et monostables )

**Mode d'évaluation :** Interrogation écrite, devoir surveillé, examen final

#### **Références bibliographiques:**

1. A. Malvino, Principe d'Electronique, 6ème Edition Dunod, 2002.
2. T. Neffati, Introduction à l'électronique Analogique, Dunod, 2008.
3. Y. Granjon, B. Estibals et S. Weber, Electronique : Tout le cours en fiches, Dunod, 2015
4. T. Floyd, Electronique Composants et Systèmes d'Application, 5ème Edition, Dunod, 2000.
5. F. Milsant, Cours d'électronique (et problèmes), Tomes 1, Eyrolles.
6. M. Kaufman, Electronique : Les composants, Tome 1, McGraw-Hill, 1982.
7. P. Horowitz, Traité de l'électronique Analogique et Numérique, Tomes 1 et 2, Publitronic-Elektor, 1996.
8. M. Ouhrouche, Circuits électriques, Presses internationale Polytechnique, 2009.
9. I. Jelinski, Toute l'Electronique en Exercices, Vuibert, 2000.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S4	Resistance des matériaux	3	5	IST 4.4
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
67h30	1h30	1h30	1h30	

**Pré requis :**

- Mathématiques (Calcul intégral et différentiel)
- Mécanique (les lois de la statique)

**Objectifs:**

- Assimiler les notions fondamentales de la RDM
- Comprendre l'importance du choix des formes géométriques dans la RDM
- S'imprégner des notions d'efforts internes
- Saisir la relation entre le chargement extérieur et les efforts internes
- Apprendre à tracer les diagrammes des éléments de réduction et les exploiter
- Savoir interpréter les différents diagrammes des sollicitations
- Dimensionner des pièces de construction

**Contenu de la matière :****1. HYPOTHESES DE LA RESISTANCE DES MATERIAUX**

- 1.1. But de la résistance des matériaux
- 1.2. Hypothèses générales
- 1.3. Définitions des sollicitations

**2. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES SECTIONS PLANES**

- 2.1. Caractéristiques en axe quelconque
  - 2.1.1. Moment statique
  - 2.1.2. Centre de gravité
  - 2.1.3. Moment d'Inertie quadratique
  - 2.1.4. Rayon de giration
  - 2.1.5. Produit d'Inertie
  - 2.1.6. Moment d'Inertie polaire
  - 2.1.7. Théorème des axes parallèles
- 2.2. Caractéristiques géométriques des sections planes composées
- 2.3. Caractéristiques Principales
  - 2.3.1. Moment d'inertie par rapport à des axes de direction variable
  - 2.3.2. Axes principaux d'Inertie/ Moments principaux d'inertie

**3. NOTIONS DES CONTRAINTES**

- 3.1. Vecteur contrainte en un point
- 3.2. Etat plan de contraintes et directions principales : Représentation graphique de MOHR
- 3.3. Axes principaux d'Inertie/ Moments principaux d'inertie

**4. LES SOLLICITATIONS SIMPLES**

- 4.1. Traction et compression simples

- 4.1.1. Définition
- 4.1.2. Relation entre l'effort normal et l'allongement
- 4.1.3. Loi de Hooke
- 4.1.4. Condition de résistance
- 4.2. Cisaillement simple
  - 4.2.1. Définitions et hypothèses
  - 4.2.2. Condition de résistance
  - 4.2.3. Applications
- 4.3. Torsion
  - 4.3.1. Définition et hypothèses
  - 4.3.2. Etude d'une section carrée
  - 4.3.3. Applications (arbre creux et arbre plein)
- 4.4. Flexion plane
  - 4.4.1. Définition et hypothèses
  - 4.4.2. Flexion simple (étude et répartition des contraintes)
  - 4.4.3. Flexion pure (étude et répartition des contraintes)
  - 4.4.4. Flexion déviée (étude et répartition des contraintes)
  - 4.4.5. Contraintes et rayon de giration
- 4.5. Les poutres
  - 4.5.1. Définition et hypothèses
  - 4.5.2. Les éléments de réduction (M,N,T)
  - 4.5.3. Les diagrammes (M,N,T)

### **Travaux Pratiques RDM**

- TP 1 : Essais de Traction
- TP 2 : Essais de Flexion.
- TP 3 : Essais de Torsion

### **Modalités d'évaluation :**

Interrogation, Devoir surveillé, Travaux pratiques, Examen final

### **Références bibliographiques :**

- Traité de résistance de matériau (Massonet)
- Résistance Des Matériaux (Prof Bourahla)

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
4	Théorie du Signal		2	4	IST4.5
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	-		

**Prérequis :** Cours Analyse et Algèbre.

**Objectifs :**

- Acquérir des notions sur la « description mathématique » des signaux.
- Mettre en évidence les principales caractéristiques des signaux (distribution fréquentielle, énergie, etc.) et d'analyser les modifications subies lors de la transmission ou du traitement de ces signaux.

**Contenu de la matière :**

CHAP 1 : GENERALITES SUR LES SIGNAUX

1. Définition de la notion du signal et transmission de l'information
2. Classification des signaux (morphologique, spectrale, ...etc.),
3. Représentation vectorielle des signaux
4. Notions de puissance et d'énergie. Exemples de signaux de base (impulsion rectangulaire, triangulaire, rampe, échelon unité, signe, Dirac ...etc.)

CHAP 2 : ANALYSE DES SIGNAUX DETERMINISTES A TEMPS CONTINU

1. Signaux périodiques : Décomposition en série de Fourier (Spectre de Fourier des signaux périodiques)
2. Signaux apériodiques à énergie finie : Transformée de Fourier à temps continu (propriétés : Linéarité, Homothétie, Théorème du retard, Dualité temps-fréquence, Théorème de modulation, Intégration et dérivation /au temps), Densité Spectrale d'Energie, Identité de Parseval...).
3. Transformées de Fourier des signaux à énergie infinie.

CHAP 3 : TRANSFORMEE DE LAPLACE

1. Définition de la transformée de Laplace
2. Transformées de Laplace de certains signaux courants (Dirac, échelon unité, ...)
3. Propriétés de la transformée de Laplace
4. La transformée inverse de Laplace
5. Formulation du produit de convolution, propriétés du produit de convolution.
6. Applications aux Systèmes linéaires invariant dans le temps (LIT) (Analyses temporelle et fréquentielle, et propriétés).

CHAP 4 : ECHANTILLONNAGE

1. Echantillonnage idéal : Définition.
2. Théorème d'échantillonnage de Shannon-Nyquist
3. Recouvrement de spectre ou aliasing
4. Reconstruction des signaux échantillonnés

## CHAP 5 : SIGNAUX DETERMINISTES A TEMPS DISCRET

1. Définitions et exemples de signaux discrets.
2. Propriétés des signaux discrets (Périodicité, Energie, Puissance moyenne,...).
3. Fonction d'auto-corrélation d'un signal discret (à énergie finie, à puissance moyenne finie, périodique)
4. Fonction d'inter-corrélation de deux signaux discrets (à énergie finie, à puissance moyenne finie)
5. Produit de convolution.

## CHAP 6 : TRANSFORMEE DE FOURIER DISCRETE (TFD)

1. Définition et propriétés de la TFD (TFD directe, TFD inverse, linéarité, translation du signal discret, symétrie, convolution circulaire, égalité de Parseval).
2. Comparaison entre la transformée de Fourier et la TFD.
3. Méthode d'analyse (Fenêtres de pondération, Technique du Zéro padding ou remplissage par des zéros, ...).

### **Mode d'évaluation :**

Interrogation écrite, devoir surveillé, examen final.

### **Références bibliographiques :**

1. A. Ouahabi, — Fondements Théoriques du Signal—, OPU, 1993.
2. F. de Coulon, —Théorie et traitement des signaux—, Edition PPUR. 2013.
3. B. Picinbono, —Théorie des signaux et des systèmes avec problèmes résolus—, Edition Bordas, 1989.
4. J. P. Delmas, —Elément de théorie du signal : Les signaux déterministes—, Collection pédagogique des télécoms, ELLIPSES, 1995.
5. M. Benidir, —Théorie et Traitement du signal, tome 1 : Représentation des signaux et des systèmes - Cours et exercices corrigés—, Dunod, 2004.
6. M. Benidir, —Théorie et Traitement du signal, tome 2 : Méthodes de base pour l'analyse et le traitement du signal - Cours et exercices corrigés—, Dunod, 2004.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
4	Mesure et métrologie		2	3	IST 4.6
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	-	1h30		

**Pré-requis :**

Notions de mathématique, notion de physique, circuits électriques

**Objectifs :**

- Acquérir des notions de base en métrologie
- Connaitre les limites d'une mesure prise expérimentalement
- Evaluer l'incertitude
- Appliquez différentes techniques pour mesurer des grandeurs électriques

**Contenu de la matière :****Métrologie :**

- Généralités, normes, métrologie et qualité,
- Catégorie de métrologie : métrologie scientifique, métrologie industrielle, métrologie légale, vocabulaire de la métrologie
- Généralités sur la mesure : unités de mesure, méthodes de mesure, les étalons de mesure, les erreurs de mesure,
- Calculs d'erreurs de mesure : incertitude absolue, incertitude relative, présentation d'un résultat de mesure,

**Mesure électrique :**

- Méthodes de mesure des grandeurs électriques : méthodes directs, indirects, méthode des ponts, méthode de résonance,
- Mesure des grandeurs électriques : mesure des courants et des tensions,
- Appareils de mesure analogiques,
- Appareils de mesure numériques.
- Mesures chronométriques,

**Mode d'évaluation:** Interrogation écrite, travaux pratiques, examen final.

**Références bibliographiques:**

- [1] . Lorenzo Zago, Bases de Métrologie, Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud, 2012.
- [2] . P-A. Paratte, Traité d'électricité, volume XVII, Systèmes de mesure, Presses polytechniques romandes.
- [3] . J. P. Bentley, Principles of measurement systems, Pearson education, 2005.
- [4] . J. Niard et al, Mesures électriques, Nathan, 1981
- [5] . D. Barchesi, Mesure physique et Instrumentation, Ellipses 2003.
- [6] . J.P. Holman, Experimental Methods for Engineers, McGraw-Hill 1994.
- [7] . <https://langloisp.users.greyc.fr/metrologie/cm/index.html>
- [8] . <http://www.doc-etudiant.fr/Sciences/Physique/Cours-Introduction-a-la-Metrologie-Industrielle-8223.html>FM

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
4	Informatique 4	2	2	IST 5.7
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h00	1h30	-	1h30	

**Prérequis :** Informatique 1, Informatique 2

**Objectifs :**

- Initier l'apprenant à la programmation Python

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1. Installer et utiliser Python**

**Chapitre 2. Notions de base**

2-A. Mode interactif et mode script ,

2-A-1. Calculatrice Python,

2-A-2. L'utilisation des opérateurs: +, -, \*, /, //, %, et \*\*,

2-A-3.c Priorité

2-B. Variable et type de donnée :

2-B-1. Initialisation de variable, Modification de variable, Affectation composée

2-B-2. Type de donnée:(. Nombre, Caractère, Chaîne de caractères )

2-B-3. Conversion (fonction str)

2-C. Fonction prédéfinie

2-C-1. Utiliser les fonctions du module math (abs, max, min, pow, round, sin, sqrt, log, exp, acos, etc)

2-C-2. Fonction print

2-C-3. Sortie formatée (utiliser la fonction format)

2-C-4. Fonction input

2-C-5. Importation de fonction

2-D. Code source

2-D-1. Règle de nommage des variables

2-D-2. Commentaire

**Chapitre 3. Les structures conditionnelles**

(Forme minimale en if, forme if-else, forme complète if- elif- else)

Les limites de la condition simple en if

Les opérateurs de comparaison

Prédicats et booléens

Les mots-clés and, or et not

**Chapitre 4. Les boucles**

La boucle while

La boucle for

Les boucles imbriquées

Les mots-clés break et continue

**Chapitre 5. Les fonctions**

La création de fonctions

Valeurs par défaut des paramètres

Signature d'une fonction

L'instruction return  
 Les modules,  
 La méthode import  
 La méthode d'importation : from ... import ...  
 Les packages  
 Importer des packages  
 Créer ses propres packages

### **Chapitre 6: Les listes et tuples**

Création et éditions de listes  
 Définition d'une liste, Création de listes  
 Insérer des objets dans une liste  
 Ajouter un élément à la fin de la liste  
 Insérer un élément dans la liste  
 Concaténation de listes  
 Suppression d'éléments d'une liste  
 Le mot-clé del  
 La méthode remove  
 Le parcours de listes  
 La fonction enumerate  
 Création de tuples

### **Chapitre 7 : Les dictionnaires**

Création et édition de dictionnaires  
 Créer un dictionnaire  
 Supprimer des clés d'un dictionnaire  
 Les méthodes de parcours  
 Parcours des clés  
 Parcours des valeurs  
 Parcours des clés et valeurs simultanément  
 Les dictionnaires et paramètres de fonction

### **Chapitre 8: Objets et classes**

Décrire des objets et des classes, et utiliser des classes pour modéliser des objets  
 Définir des classes avec des champs de données et des méthodes.  
 Construire un objet à l'aide d'un constructeur qui invoque l'initialiseur pour créer et initialiser les champs de données.

### **Chapitre 9 : Les fichiers**

Chemins relatifs et absolus  
 Lecture et écriture dans un fichier  
 Ouverture du fichier  
 Fermer le fichier  
 Lire l'intégralité du fichier  
 Écriture dans un fichier  
 Écrire d'autres types de données  
 Le mot-clé with  
 Enregistrer des objets dans des fichiers  
 Enregistrer un objet dans un fichier

**Mode d'évaluation :** Contrôle continu, travaux pratiques, examen final

### **Références bibliographiques :**

- [1] .Allen B. Downey Think Python: How to Think Like a Computer Scientist, O'Reilly Media, 2015;
- [2] .Zed A. Shaw Learn Python 3 the Hard Way: A Very Simple Introduction to the Terrifyingly Beautiful World of Computers and Code, Addison-Wesley Professional, 2017;
- [3] .Barry, P. Head first Python: A brain-friendly guide. " O'Reilly Media, Inc.", 2016;
- [4] .Ramalho, L.. Fluent Python. " O'Reilly Media, Inc.", 2022;
- [5] .Swinnen, G.. Apprendre à programmer avec Python 3. Editions Eyrolles, 2012;
- [6] .Le Goff, V.. Apprenez à programmer en Python. Editions Eyrolles, 2019;
- [7] .Matthes, E. Python crash course: A hands-on, project-based introduction to programming. no starch press, 2019;

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
----------	------------------------	-------------	---------	------

*Intitulé : Automatique et systèmes intelligents  
2024-2025*

*Année universitaire*

04      **Conception Assistée par Ordinateur**      2      2      IST 4.8

VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques
45h	-	-	3h00

**Prérequis :**

- Dessin industriel
- Technologie de construction mécanique
- Conception des systèmes

**Objectifs :**

Initiation à l'utilisation des outils de la conception assistée par ordinateur en utilisant deux logiciels (AutoCad et SolidWorks) afin d'optimiser la réalisation d'une pièce, schémas ou d'un assemblage

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Introduction à la CAO**

- Modélisation 2D/3D à l'aide de l'outil informatique
- Principe de fonctionnement des modeleurs 3D

**Chapitre 2 : Autocad**

- **Dessin 2D**
  5. Présentation du logiciel
  6. Coordonnées cartésiennes et polaires
  7. Dessin de base
  8. Commandes de dessin et de modifications
- **Modélisation 3D**
  4. Système de coordonnées utilisateur dans l'espace (SCU)
  5. Eléments de base et opération booléenne
  6. Visualisation et affichage

**Capitre 3 : SOLIDWORKS**

- Présentation du logiciel SolidWorks
- Gestion des fichiers (Pièces, assemblage, Mise en plan)
- Création de pièces
  - L'esquisse
  - Fonctions de création des volumes (Bossages)
  - Fonctionnalités avancées
  - Outils d'aide à la création
- Création des assemblages
- Techniques de mise en plan

**Modalités d'évaluation :**

Interrogation, Travaux pratiques, Examen final

**Références bibliographiques :**

- AutoCAD 2009, Olivier Le Frapper, Edition Eni 2009.
  - Les secrets du dessinateur AutoCAD, Patrick Diver, Edition Pearson 2010.
- SolidWorks 2012, Thierry CRESPEAU, Edition Eni 2012.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
04	Techniques d'expression, d'information et de communication	01	01	IST 4.9
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
22h30		1h30	-	

**Pré requis : connaissances préalables**

Langues (Arabe ; Français ; Anglais)

**Objectifs :**

Cet enseignement vise à développer les compétences de l'étudiant, sur le plan personnel ou professionnel, dans le domaine de la communication et des techniques d'expression. Il permet aussi à l'étudiant de connaître les techniques, les outils et les méthodes utilisés pour faciliter les communications.

**Contenu de la matière:**

Chapitre 1: Rechercher, analyser et organiser l'information

Identifier et utiliser les lieux, outils et ressources documentaires, Comprendre et analyser des documents, Constituer et actualiser une documentation.

Chapitre 2 : Améliorer la capacité d'expression

Prendre en compte la situation de Communication, Produire un message écrit, Communiquer par oral, Produire un message visuel et audiovisuel, Améliorer la capacité de communication en groupe.

Chapitre 3 : Développer l'autonomie, la capacité d'organisation et de communication dans le cadre d'une démarche de projet

Se situer dans une démarche de projet et de communication, Anticiper l'action, Mettre en œuvre un projet : Exposé d'un compte rendu d'un travail pratique (Devoir à domicile).

Chapitre 4 : Les TIC - Définition et Evolution

Définition, Les activités utilisant les TIC, La maîtrise des compétences des TIC, Evolution des TIC, Services de l'information et de la communication

Chapitre 5 : Recherche, utilisation et récupération de l'information.

Les annuaires de recherche (YAHOO, GOOGLE), Les moteurs de recherche, Le langage d'interrogation et de recherche, Récupération et impression d'une page HTML, Récupération d'une image, Téléchargement d'un fichier ou d'un logiciel, Lecture d'un fichier HTML en local, Lecture d'un fichier multimédia enregistré sur le Web.

Chapitre 6 : Droits des TIC

Criminalité informatique, Droit des médias, Droit des communications électroniques, Droit du commerce électronique, Gouvernance d'Internet, ...

Chapitre 7 : Sécurisation des informations sensibles, Protection des données confidentielles et Préservation des nuisances.

Sauvegarde des données importantes, Loi "Informatique et libertés", Dangers d'Internet, Piratage informatique, Protection de la machine, Protection contre les virus, Protection contre Les cybermenaces ou menaces en ligne (Phishing, spam emails, spyware, malware, ransomware, viruses and trojanhorses, man-in-the-middle attacks, etc.), Prévenir la perte de données, Les pourriels ou spams, Les canulars (hoax), La cryptologie, La signature électronique....

Mode d'évaluation: Contrôle continu, examen final

Références bibliographiques (Livres et photocopiés, sites internet, etc.)

1. Jean-Denis Commeignes, 12 méthodes de communications écrites et orale – 4ème édition, Michelle Fayet et Dunod 2013.
2. Denis Baril, Sirey, Techniques de l'expression écrite et orale, 2008.
3. 3- Matthieu Dubost, Améliorer son expression écrite et orale toutes les clés, Edition Ellipses 2014.
4. Allegranza Serge etDubrocard Anne (edited by). Internet Econometrics. Palgrave Macmillan Ltd, 2011. ISBN-10: 0230362923 ; ISBN-13: 9780230362925
5. Anduiza Eva, Jensen J. Michael etJorbaLaja (edited by). Digital Media and Political Engagement Worldwide. Cambridge UniversityPress - M.U.A, 2012. ISBN-10: 1107668492 ; ISBN-13: 9781107668492
6. Baron G.L., et Bruillard E. L'informatique et ses usagers dans l'éducation. Paris, PUF, 1996. ISBN-10: 2130474926; ISBN-13: 978-2130474920
7. En ligneChantepie P. et Le Diberder A. Révolution numérique et industries culturelles. Repères. Paris, La Découverte, 2010. ISBN-10: 2707165050; ISBN-13: 978-2707165053
8. Dawn Medlin B. Integrations of Technology Utilization and Social Dynamics in Organizations. Information Science Reference (Isr), 2012. ISBN-10: 1-4666-1948-1; ISBN-13: 978-1-4666-1948-7
9. Devauchelle B. Comment le numérique transforme les lieux de savoirs. FYP Editions, 2012. ISBN-10: 2916571612; ISBN-13: 978-2916571614
10. Greenfield David. « The Addictive Properties of Internet Usage ». In Internet Addiction, 133?153. John Wiley & Sons, Inc., 2007. ISBN: 9780470551165. <http://dx.doi.org/10.1002/9781118013991.ch8>.
11. Kurihara Yutaka et [Al.]. Information technology and economic development. Information Science Reference (Isr), 2007. ISBN 10: 1599045818 ; ISBN 13: 9781599045818
12. Paquelin D. L'appropriation des dispositifs numériques de formation. Du prescrit aux usages. Paris, L'Harmattan, 2009. ISBN-10: 2296085563 ; ISBN-13: 978-2296085565
13. Tansey Stephen D. Business, information technology and society. Routledge Ltd, 2002. ISBN-10: 0415192137 ; ISBN-13: 978-0415192132

## **Programmes détaillés des matières du 5<sup>ème</sup> semestre**

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
05	Asservissement des systèmes continus		04	06	ASI 5.1
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
90h00	3h00	1h30	1h30		

**Pré requis : connaissances préalables**

- Mathématiques de base (Algèbre, analyse, notamment la manipulation des valeurs complexes, ...)
- Notions fondamentales d'électronique de base (circuits linéaires) et de physique.

**Objectifs :**

Cette matière permettra à l'étudiant d'acquérir des connaissances sur la théorie de la commande des systèmes linéaires continus ainsi que sur les méthodes de représentation et d'analyse. A la fin du cours, les étudiants seront capables de modéliser, d'analyser et de concevoir des contrôleurs simples pour les systèmes automatisés.

**Contenu de la matière :****Chapitre 1: Introduction aux systèmes asservis**

- Systèmes dynamiques et signaux définitions des différentes grandeurs, système linéaire (principe de superposition), système non linéaire, système continu, système discret, système monovarié, système multivarié, système échantillonné.
- Représentation et modèle mathématique
- Réponse d'un système (indicielle, impulsionnelle, harmonique,...), régime transitoire, régime permanent, réponse d'un système stable, réponse d'un système instable
- Système commandé, commande automatique ; commande en boucle ouverte, commande en boucle fermée, système asservi, problème de poursuite, problème de régulation.
- Diagrammes fonctionnels d'un asservissement, principaux éléments constitutifs d'un asservissement.
- Objectifs des asservissements, définitions des performances, cahier de charge, étapes de conception et de réalisation d'en asservissement.
- Exemples pratiques de systèmes asservis.

**Chapitre 2: Fonction de transfert et schémas fonctionnels**

- Fonction de transfert d'un système dynamique, notion de pôles et zéros et retard pur, classe d'un système, gain statique, gain de vitesse, gain d'accélération, calcul de la réponse d'un système pour une entrée donnée.
- Fonction de transfert d'un asservissement, fonction de transfert en boucle ouverte, fonction de transfert en boucle fermée, fonction de transfert relative à une perturbation.
- Schémas fonctionnels, simplification de schémas fonctionnels

**Chapitre 3 : Analyse temporelle**

- Analyse temporelle d'un système du premier ordre
- Analyse temporelle d'un système du second ordre
- Analyse temporelle d'un système d'ordre supérieur à deux, importance des pôles, influence des zéros, cartes des pôles et des zéros, système stable, système instable

**Chapitre 5 : Analyse harmonique**

- Réponse harmonique d'un système dynamique linéaire stable
- Analyse harmonique d'un système, de premier ordre Analyse harmonique d'un système du second ordre.
- Cas d'un système d'ordre supérieur à deux, introduction au tracé asymptotique.

### **Chapitre 6 : Diagrammes et lieux de transfert**

- Diagrammes asymptotiques de Bode
- Lieu de Nyquist
- Lieu de Black
- Abaque de Black Nicols

### **Chapitre 7 : Stabilité et précision des systèmes asservis**

- définition de la stabilité entrée/sortie d'un système dynamique (nature des pôles)
- Critère algébrique de Routh
- Critère graphique du revers
- Critère général de Nyquist
- Précision statique des systèmes asservis, calcul de l'écart statique
- Précision dynamique d'un système asservis, caractérisation du transitoire

### **Programme des Travaux Pratiques**

**TP 1-** Etude d'un système de premier ordre RC

**TP 2-** Etude d'un système de premier ordre CR

**TP 3-** Etude d'un système de deuxième ordre RLC

**TP 4-** Etude d'une régulation de température avec régulateur à deux positions

**TP 5-** Etude d'une régulation de vitesse d'un moteur à courant continu avec régulateur proportionnel

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40 % (20% TD, 20% TP) ; Examen final : 60 %.

### **Bibliographie :**

- 1- Y. Granjon, Automatique - systèmes linéaires et continus, Dunod 2003.
- 2- S. Le Ballois et P. Cordon, Automatique - systèmes linéaires et continus, Dunod 2006.
- 3- K. Ogata, Modern Control Engineering, Prentice Hall, 2010.
- 4- B. Kuo et al., Automatic Control Systems, John Wiley and Sons, 2008

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
05	Logique combinatoire et séquentielle	04	06	ASI 5.2

VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques
90h00	3h00	1h30	1h30

**Pré requis : connaissances préalables**

*Aucune*

**Objectifs :**

Connaître les circuits combinatoires usuels.

Savoir représenter quelques applications des circuits combinatoires en utilisant les outils standards que sont les tables de vérité, les tables de Karnaugh.

Introduire les circuits séquentiels à travers les circuits bascules et les compteurs

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Systèmes de numération et Codage de l'information 2 semaines**

Représentation d'un nombre par les codes (binaire, hexadécimal, DCB, binaire signé et non signé, ...) changement de base ou conversion, codes non pondérés (code de Gray, codes détecteurs et correcteurs d'erreurs, code ascii, ...), opérations arithmétiques dans le code binaire.

**Chapitre 2 : Algèbre de Boole et Simplification des fonctions logiques 3 semaines**

Variables et fonctions logiques (OR, AND, NOR, NAND, XOR). Lois de l'algèbre de Boole. Théorème de De Morgan. Fonctions logiques complètes et incomplètes.

Représentation des fonctions logiques : tables de vérité, tables de Karnaugh. Simplification des fonctions logiques : Méthode algébrique, méthode de Karnaugh.

**Chapitre 3 : Technologie des circuits logiques intégrés 1 semaine**

Signaux logiques (conventions, imperfections, seuils de définition), intégration et technologies, étude d'une porte logique (généralités, sortie totem pole, sortie à collecteur ouvert, sortie trois états), caractéristiques des circuits logiques intégrés CMOS et TTL.

**Chapitre 4 : Circuits combinatoires 4 semaines**

Ce chapitre passe en revue les principaux circuits combinatoires avec pour chacun d'eux, une description générale, la liste des circuits intégrés existants, les modalités de mise en cascade, les applications et leur utilisation éventuelle pour la réalisation d'une fonction combinatoire quelconque.

On étudie en particulier les décodeurs, les encodeurs de priorité, les multiplexeurs, les démultiplexeurs, les générateurs et vérificateurs de parité, les comparateurs, les circuits arithmétiques.

**Chapitre 5 : Les bascules 2 semaines**

Introduction aux circuits séquentiels. La bascule RS, La bascule RST, La bascule D, La bascule Maître-esclave, La bascule T, La bascule JK. Exemples d'applications avec les bascules : Diviseur de fréquence par n, Générateur d'un train d'impulsions, ...

Il est conseillé de présenter pour chaque bascule la table de vérité, des exemples de chronogrammes ainsi que les limites et imperfections.

## **Chapitre 6 : Les compteurs 3 semaines**

Définition, Classification des compteurs (synchrone, réguliers, irréguliers, asynchrone, cycles complets et incomplets). Réalisation de compteurs binaires synchrones complets et incomplets, Tables d'excitation des bascules JK, D et RS, Réalisation de compteurs binaires asynchrones modulo (n) : complets, incomplets, réguliers et irréguliers. Compteurs programmables (démarrage à partir d'un état quelconque).

### **Programme des Travaux Pratiques**

**TP1** :Etude des portes logique et de fonctions logiques simples

**TP2** :Etude des circuits logiques arithmétiques : Les additionneurs, soustracteurs, comparateurs.....

**TP3** :Etude des circuits logiques combinatoires : Les décodeurs, les multiplexeurs...

**TP4** :Les compteurs synchrones et asynchrones

**TP 5** :Les registres à décalage.

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40 % (20% TD, 20% TP) ; Examen final : 60 %.

### **Références:**

- 1- Letocha ; Introduction aux circuits logiques ; Edition Mc-Graw Hill.
- 2- J.C. Lafont ; Cours et problèmes d'électronique numérique, 124 exercices avec solutions; Edition Ellipses.
- 3- R. Delsol ; Electronique numérique, Tomes 1 et 2 ; Edition Berti 4- P. Cabanis ; Electronique digitale ; Edition Dunod.
- 5- M. Gindre ; Logique combinatoire ; Edition Ediscience.
- 6- H. Curry, CombinatoryLogic II. North-Holland, 1972
- 7- J-P. Ginisti, La logique combinatoire, Paris, PUF (coll. « Que sais-je? » n°3205), 1997.
- 8- J-L. Krivine, Lambda-calcul, types et modèles, Masson, 1990, chap. Logique combinatoire, traduction anglaise accessible sur le site de l'auteur.
- 9- R. Katz ContemporaryLogic Design, 2nd ed. Prentice Hall, 2005.
- 10- M. Gindre, Electronique numérique : logique combinatoire et technologie : cours etexercices, Mc Graw Hill, 1987
- 11- C. Brie, Logique combinatoire et séquentielle, Ellipses, 2002.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
05	Actionneurs industriels	2	03	ASI5.3

VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques
33h45	1h30	/	0h45

**Pré requis : connaissances préalables**

Electronique de puissance, Electronique fondamentale1, Electrotechnique fondamentale1.

**Objectifs :**

Ce cours a pour objectif de permettre aux apprenants d'acquérir les connaissances nécessaires au choix des constituants des parties opératives pneumatiques, hydrauliques, électriques et thermiques. Il leur permettra aussi de comprendre les enjeux et les solutions disponibles dans le domaine des actionneurs en automatismes industriels.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1.** Les actionneurs électriques (5 semaines) Le moteur Asynchrone, Le moteur pas à pas, Le moteur à courant continu, La résistance chauffante, La résistance d'induction, L'électroaimant.

**Chapitre 2.** Les actionneurs pneumatiques (4 Semaines)

Les vérins pneumatiques, Technique du vide : Ventouses, Le Muscle Pneumatique.

**Chapitre 3.** Les actionneurs hydrauliques (3 Semaines) Les vérins hydrauliques, Les vannes, Les pompes.

**Liste des Travaux Pratiques**

TP1 : Moteur pas à pas

TP2 : Moteur à courant continu et à courant alternatif

TP3 : Mise en œuvre d'un système pneumatique

TP4 : Servo vérin hydraulique

TP5 : Vanne de réglage

TP6 : Les Actionneurs thermiques

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40 % (20%TD+ 20% TP); Examen final : 60 %.

**Références:**

1. Guy Clerc, Guy Grellet, « Actionneurs électriques, Modèles, Commande », Eyrolles, 1999.

2. Gérard Lacroux, « Les actionneurs électriques pour la robotique et les asservissements », 1994.

3. Yves Granjon, « Automatique - Systèmes linéaires, non linéaires, temps continu, temps discret, représentation d'état », Dunod, 2010.

4. J. Faisandier, « Mécanismes hydrauliques et pneumatiques », Dunod 1999.

5. R. LABONVILLE, « Conception des circuits hydrauliques, une approche énergétique », Editions de l'Ecole Polytechnique de Montréal 1991.

6. P. MAYE, « Moteurs électriques pour la robotique », Dunod Paris 2000.

7. Michel Grout, Patrick Salaun, « Instrumentation industrielle », 3e édition, Dunod, 2012.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
05	Electronique de puissance		2	5	ASI5.4
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
56h15	1h30	1h30	0h45		

**Pré requis : connaissances préalables**

Electronique fondamentale1, Electrotechnique fondamentale1.

**Objectifs :**

Ce cours fait découvrir à l'étudiant les composants d'électronique de puissance (commandes et protections). Il lui permet également de traiter les différents types de convertisseurs statiques. L'association convertisseurs statiques-machines électriques lui donnera l'opportunité d'assimiler la commande de vitesse des machines électriques.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1. Eléments semi-conducteurs en électronique de puissance  
(2 Semaines)**

Introduction à l'électronique de puissance, son rôle dans les systèmes de conversion d'énergie électrique, les différents types de semi-conducteurs de puissance (caractéristiques de fonctionnement statique et dynamique): Diodes, thyristors, triac, transistor bipolaire, MOSFET, IGBT, GTO. Différentes structures de convertisseurs statiques

**Chapitre 2. Convertisseurs courant alternatif - courant continu  
(4Semaines)**

Redressement non commandé monophasé et triphasé charges R, L, Redressement commandé monophasé et triphasé charges R, L, Redressement mixte monophasé et triphasé charges R, L. Analyse du phénomène de commutation (d'empiètement) dans les convertisseurs statiques non commandés et commandés, Impact des convertisseurs statiques sur la qualité d'énergie électrique.

**Chapitre 3. Convertisseurs courant continu - courant continu  
(2 Semaines)**

Hacheur série et parallèle.

**Chapitre 4. Convertisseurs courant continu - courant alternatif  
(4Semaines)**

Les onduleurs monophasés et triphasés avec charge résistive et résistive inductive.

**Chapitre 5. Convertisseurs courant alternatif - courant alternatif  
(3 semaines)**

Gradateur monophasé (charges R, L), Gradateur triphasé (charges R, L), Les variateurs de fréquence (Cycloconvertisseurs).

**Liste des Travaux Pratiques**

**TP N° 1. Redresseurs non commandés : monophasés et triphasés** Analyser l'évolution de la tension et du courant à la sortie du convertisseur avec charges résistive et inductive,  
*Intitulé : Automatique et systèmes intelligents* *Année universitaire*  
 2024-2025

Analyser l'évolution des courants et tensions des semi-conducteurs dans les deux cas de charges résistive et inductive, Déterminer le facteur de forme et le taux d'ondulation.

**TP N° 2. Redresseurs commandés, monophasés et triphasés** Analyser l'évolution de la tension et du courant à la sortie du convertisseur avec charges résistive et inductive,

Analyser l'évolution des courants et tensions des semi-conducteurs dans les deux cas de charges résistive et inductive, Déterminer le facteur de forme et le taux d'ondulation.

**TP N° 3. Hacheurs, hacheur sérié, hacheur parallèle** Étudier le comportement d'un hacheur série sur la charge inductive et en particulier déterminer l'allure du courant absorbé par la charge lors du fonctionnement en régime transitoire puis permanent, Comprendre le fonctionnement en observant les signaux caractéristiques du montage et en les comparant aux résultats du TD sur le hacheur parallèle.

**TP N° 4. Onduleurs monophasés** Étudier le fonctionnement des onduleurs monophasés de tension et d'autre part le filtrage des formes d'ondes obtenues. Les solutions de filtrages « actifs » et « passifs » seront abordées.

**TP N° 5. Gradateurs monophasés et triphasés** Étudier le fonctionnement d'un gradateur débitant différents types de charges (R et R-L) et de confronter les différents résultats obtenus théoriquement en cours avec les résultats pratiques (formules et chronogrammes)

#### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40 % (20%TD+ 20% TP) ; Examen final : 60 %.

#### **Références:**

1. Luc Lasne, « Electronique de puissance : Cours, études de cas et exercices corrigés », Dunod, 2011.
2. Pierre Agati, Guy Chateigner, Daniel Bouix, et al, « Aide-mémoire Électricité - Électronique de commande et de puissance – Électrotechnique », Dunod, 2006.
3. Jacques Laroche, « Électronique de puissance – Convertisseurs : Cours et exercices corrigés », Dunod, 2005.
4. Guy Séquier, Francis Labrique, Robert Baussière, « Électronique de puissance : Cours et exercices corrigés », Dunod 8e édition, 2004.
5. Dominique Jacob, « Electronique de puissance- Principe de fonctionnement, dimensionnement », EllipsesMarketing, 2008

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
05	Méthodes numériques appliquées	2	3	ASI5.5
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
33h45	/	1h30	0h45	

**Pré requis : connaissances préalables**

Mathématiques 1, Mathématiques 2, Informatique 1 et informatique 2

**Objectifs :**

Familiarisation avec les méthodes numériques et leurs applications dans le domaine des calculs mathématiques.

**Contenu de la matière :****Chapitre 1 : Interpolation et approximation des fonctions**

- Interpolation : Méthode de Lagrange. Méthode de Newton.
- Approximation : Méthode des moindres carrées.

**Chapitre 2 : Dérivation numérique****Chapitre 3 : Intégration numérique**

- Méthode des coefficients indéterminés. Méthodes de Newton-Côtes (Trapèzes, Simpson,...).
- Méthodes de Gauss (Gauss-Laguerre, Gauss-Legendre, Gauss-Hermite, Gauss-Tchebychev).

**Chapitre 4 : Résolution numérique d'une équation non linéaire**

- Méthode des approximations successives. Méthode de Newton-Raphson.

**Chapitre 5 : Résolution des systèmes d'équations linéaires**

- Méthodes directes : Gauss, Gauss Jordan, Choleski.
- Méthodes indirectes : Jacobi, Gauss Seidel, Relaxation

**Liste des Travaux Pratiques :**

- Méthode de Lagrange.
- Méthode de Newton
- Méthode des moindres carrées.
- Méthodes de Gauss
- Méthode de Newton-Raphson.
- Gauss Jordan
- Gauss Seidel

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40 %; Examen final : 60 %.

**Références:**

- 1- C. Brezinski, Introduction à la pratique du calcul numérique, Dunod, Paris 1988.
- 2- G. Allaire et S.M. Kaber, Algèbre linéaire numérique, Ellipses, 2002.
- 3- G. Allaire et S.M. Kaber, Introduction à Scilab. Exercices pratiques corrigés d'algèbre linéaire, Ellipses, 2002.
- 4- G. Christol, A. Cot et C.-M. Marle, Calcul différentiel, Ellipses, 1996.

Intitulé : Automatique et systèmes intelligents  
2024-2025

Année universitaire

- 5- M. Crouzeix et A.-L. Mignot, *Analyse numérique des équations différentielles*, Masson, 1983.
- 6- S. Delabrière et M. Postel, *Méthodes d'approximation. Équations différentielles. Applications Scilab*, Ellipses, 2004.
- 7- J.-P. Demailly, *Analyse numérique et équations différentielles*. Presses Universitaires de Grenoble, 1996.
- 8- E. Hairer, S. P. Norsett et G. Wanner, *Solving Ordinary Differential Equations*, Springer, 1993.
- 9- P. G. Ciarlet, *Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation*, Masson, Paris, 1982.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
05	Electronique appliquée	2	3	ASI5.6
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h00	1h30	/	1h30	

**Pré requis : connaissances préalables**

L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :- Electronique fondamentale-  
Electronique de puissance

**Objectifs :**

Faire découvrir à l'étudiant d'autres fonctions principales de l'électronique. L'étudiant doit dans un premier temps pouvoir identifier le type et la fonction d'un composant électronique dans un système globale (même en industrie). Il doit ensuite pouvoir effectuer des mesures sur un circuit électronique (possibilité de modifications ou dépannage). Il doit pouvoir apporter une solution aux situations problèmes (concevoir et réaliser des circuits électroniques analogiques).

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 :** Rappel sur le transistor en commutation et charge et décharge d'un condensateur  
(1 semaines)

**Chapitre 2 :** L'amplificateur opérationnel et montages à base de l'AO  
(2 semaines)

- Fonctionnement en mode linéaire
- Fonctionnement en mode non linéaire

**Chapitre 3 :** Génération d'Impulsions (signaux)  
(3 semaines)

**Chapitre 4 :** Convertisseur CAN, CNA  
(3 semaines)

**Chapitre 5 :** Etude des Filtres actifs  
(2 semaine)

**Chapitre 6 :** Introduction aux principes de réalisation de circuits imprimés PCB  
(4 semaines)

- Technologie de réalisation de PCB

**Liste des Travaux Pratiques**

**TP1 :** Etude de l'amplificateur à transistor à effet de champ FET et MOS :

**TP2 :** Les amplificateurs opérationnels

**TP3:** Etude d'un exemple de circuit CAN, Etude d'un exemple de circuit CNA.

**TP4 :** Les oscillateurs

**TP5 :** Filtres actifs (passe bas, passe haut...)

**TP6 :** Réalisation d'un montage électronique :

Le responsable de cette matière aussi bien que l'étudiant sont libres de proposer la réalisation d'autres montages.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40 %; Examen final : 60 %.

**Références:**

1. Yves Granjon, Bruno Estibals, Serge Weber, Electronique - Tout le cours en fiches, Collection: Tout le cours en fiches, Dunod, 2015 .
2. Albert Paul Malvino, David J. Bates Principes d'électronique, Cours et exercices corrigés, 8ème édition, Dunod, 2016.
3. Charles Adams Platt, Xavier Guesnu, Eric Bernauer, Antoine Derouin, L'électronique en pratique : 36 expériences ludiques ,Eyrolles, 2013.
4. François de Dieuleveult, Hervé Fane, Principes et pratique de l'électronique, tome 1 : Calcul des circuits et fonctions, Dunod, 1997.
5. François de Dieuleveult, Hervé Fanet Principes et pratique de l'électronique, tome 2 : Fonctions numériques et mixtes, Dunod, 1997.
6. Christophe François, Romain Dardevet, Patrick Soleilhac, Génie Électrique : Électronique Analogique Électronique Numérique Exercices et Problèmes Corrigés, Ellipses Marketing 2006.
7. Mohand Mokhtari Electronique Appliquée, Electromécanique sous Simscape & Sim Power Systems (Matlab/Simulink), Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co 2012.
8. P. Mayeux, « Apprendre l'électronique par l'expérimentation et la simulation », ETSEF, 2006.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
05	Langage de programmation 1	1	1	ASI5.7
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
22h30	/	/	1h30	

**Pré requis : connaissances préalables**

Base mathématique, Notions d'algorithmique, Méthodes numériques, Logique binaire.

**Objectifs :**

Le cours permettra à l'étudiant de se familiariser avec les langages de programmation et en particulier le langage C++ et la mise en pratique et la consolidation des connaissances acquises.

**Contenu de la matière :****Chapitre 1. Présentation du langage C++****(1 Semaine)**

Historique, Environnement de développement en C++ (création d'objets, compilation, débogage, exécution ...).

**Chapitre 2. Syntaxe élémentaire en langage C++****(2 Semaines)**

Instructions Commentaires, Mots clés et mots réservés– Constantes et variables, Types fondamentaux Opérateurs (unitaires, binaires, priorité,...).

**Chapitre 3. Structures conditionnelles et Boucles****(2 Semaines)** If/else, Switch/case, Boucle for, Boucle while, Boucle do/while.**Chapitre 4. Entrées/sorties****(2 Semaines)**

Flux de sortie pour affichage, Flux d'entrée clavier, Cas des chaînes de caractères.

**Chapitre 5. Pointeurs et Tableaux****(2 Semaines)**

Pointeurs, Références, Tableaux statiques, Tableaux et pointeurs, Tableaux dynamiques, Tableaux multidimensionnels.

**Chapitre 6. Fonctions****(2 Semaines)**

Prototype d'une fonction, Définition d'une fonction, Appel d'une fonction, Passage d'arguments à une fonction, Surcharge d'une fonction, Fichiers.

**Chapitre 7. Fichiers****(1 Semaine)**

Mode texte, Mode binaire, Fichier en C.

**Chapitre 8. Programmation orientée objet en C++****(3 Semaines)**

Introduction, Concept de classes et objets, Héritage, Méthodes particulières (constructeurs, destructeurs...), Programmation procédurale ou structurée, Programmation par objets.

**TP 1: Familiarisation avec le langage C++**(Environnement de développement, compilation, débogage, exécution ...)

**TP 2: Syntaxe élémentaire, déclaration des variables et opérateurs**

**TP 3: Structures conditionnelles et les boucles**

**TP 4: Tableaux et pointeurs**

**TP 5: Fonctions**

**TP 6: Fichiers**

**TP 7: Programmation orientée objet en C++**Classes, Méthodes particulières (constructeurs, destructeurs...), Héritage.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100 %

**Références:**

1. Bjarne Stroustrup, Marie-Cécile Baland, Emmanuelle Burr, Christine Eberhardt, « Programmation:Principes et pratique avec C++ », Edition Pearson, 2012
2. Jean-Cédric Chappelier, Florian Seydoux, « C++ par la pratique. Recueil d'exercices corrigés et aidemémoire », PPUR Édition : 3e édition, 2012.
3. Jean-Michel Léry, Frédéric Jacquenot, « Algorithmique, applications aux langages C, C++ en Java », EditionPearson, 2013.
4. Frédéric DROUILLON, « Du C au C++ - De la programmation procédurale à l'objet », Eni; Édition : 2<sup>ème</sup> édition, 2014.
5. Claude Delannoy, « Programmer en langage C++ », Edition Eyrolles, 2000.
6. Kris Jamsa, Lars Klander, « C++ La bible du Programmeur », Edition Eyrolles, 2000.
7. Bjarne Stroustrup, « Le Langage C++ », Édition Addison-Wesley, 2000.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
05	Capteur et instrumentation industrielle	1	2	ASI5.8
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
33h45	1h30	/	0h45	

**Pré requis : connaissances préalables**

Electricité Générale, Mesures électriques et électroniques.

**Objectifs :**

Après avoir acquis cette unité, l'étudiant est censé maîtriser les différents éléments constitutifs d'une chaîne de mesure, le principe de base de fonctionnement d'un capteur et les caractéristiques métrologiques dont il faut tenir compte lors de l'utilisation et le choix d'un capteur.

**Contenu de la matière :****Chapitre 1. Notions fondamentales de la mesure****(1 Semaine)**

Définition, Synoptique d'une chaîne de régulation industrielle, Capteurs actifs et passifs, Classification des capteurs.

**Chapitre 2. Caractéristiques métrologiques des capteurs****(1 Semaine)**

Définition, Etalonnage d'un capteur, Sensibilité, Linéarité, Précision, Sensibilité dynamique.

**Chapitre 3. Mesure de température**

Introduction à la thermométrie, Thermométrie par résistances, Thermocouple, Thermistance, Pyromètre.

**Chapitre 4. Mesure de pressions**

Capteurs par jauges de contraintes, Capteurs à semi-conducteurs.

**Chapitre 5. Mesure de niveaux et débits** Capteurs à flotteurs, Capteurs à ultrasons à effet Doppler**Chapitre 6. Capteurs thermiques****Chapitre 7. Mesure des déplacements et vitesse**

Codeurs optiques, Codeurs incrémentaux, Capteurs à réluctance variable.

**Chapitre 8. Conditionnement des signaux mesurés**

Ponts conditionneurs, Amplificateur d'instrumentation, Amplificateur d'isolation, Linéarisation des caractéristiques statiques des capteurs, Détection d'un signal de mesure modulé en fréquence.

**Liste des Travaux Pratiques**

**TP1 :** Mesure de température

**TP2 :** Mesure de pressions

**TP3 :** Mesure de niveau et débits

*Intitulé : Automatique et systèmes intelligents  
2024-2025*

*Année universitaire*

**TP4** : Mesure photométrique  
**TP5** : Mesure de vitesse de rotation  
**TP6** : Conditionneurs de signaux

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40 %, Examen final 60%

**Références:**

1. George Asch et Coll, « les capteurs en instrumentation industrielle », 6ème édition Dunod, 2006.
2. Pascal Dassonville, « Les capteurs : 50 exercices et problèmes corrigés », Dunod, 2004.
3. Georges Asch, Patrick Renard, Pierre Desqoutte, Zoubir Mammeri, Eric Chambérod, Jean Gunther, « Acquisition de données », 3ème édition, Dunod, 2011.
4. Fèrid Bélaïd, « Introduction aux capteurs en instrumentation industrielle », Centre de Publication Universitaire 2006.
5. J. P. Bentley, —Principles of measurement systems, Pearson education 2005.
6. J. Niard et al, « Mesures électriques », Nathan, 1981.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
05	Anglais technique en Automatique	1	1	ASI5.9
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
22h30	/	1h30	/	

**Pré requis : connaissances préalables**

- Vocabulaire courant de l'anglais ;
- Grammaire générale de la langue anglaise ;
- Compréhension des concepts scientifiques et techniques, acquis au préalable dans une autre langue.

**Objectifs :**

L'objectif de l'enseignement de cette matière « Anglais technique et terminologie » est double. D'une part, il vise l'acquisition du vocabulaire technique en langue anglaise propre aux domaines connexes de l'automobile, de l'électrotechnique, de l'électronique de puissance, des sciences environnementales entre autres. D'autre part, il vise l'acquisition des concepts et connaissances actuelles ouvrant à l'étudiant de Master la voie à la maîtrise de ces connaissances et l'obtention de compétences dans le domaine des véhicules électriques.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1.** Conductors, insulators and semiconductors(3 semaines)

Ce chapitre traite de la définition et des propriétés des principaux matériaux utilisés en électricité et en électronique, avec des exercices.

**Chapitre 2.** Electronic components and circuit elements (3 semaines)

Introduction à ces deux domaines de l'électricité générale et de l'électronique. La plupart des applications de l'automatique font appel à des systèmes électroniques. La connaissance des composants et des circuits électroniques est ainsi indispensable. Lecture et étude de textes s'y afférant.

**Chapitre 3.** The oscilloscope (3 semaines)

Les mesures en électronique et en télécommunications l'utilisent comme appareil principal. On en fait dans ce chapitre une description et une étude, complétées par des exercices.

**Chapitre 4.** Superconductivity (3 semaines)

Description de cette propriété intéressante dans les applications en physique et en électronique.

**Chapitre 5.** Magnetohydrodynamic (MHD) generation (3 semaines)

Description Introduction à la génération d'électricité par le principe de la magnétohydrodynamique. Lecture et étude de texte, suivies d'exercices

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100 %.

**Références:**

- 1) Edwin C. LOWENBERG, Theory and Problems of Electronic Circuits, Schaum's Outline Series, MacGraw-Hill, New York, 1967.
- 2) J. MILLMAN, Microelectronics, Digital and Analog Circuits and Systems, MacGraw-Hill, New York, 1979.
- 3) J.P. HOLMAN, Experimental Methods for Engineers, Sixth Edition, McGraw-Hill, Inc.

## **Programmes détaillés des matières du 6<sup>ème</sup> semestre**

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
6	Microprocesseurs et microcontrôleurs		3	6	ASI6.1
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
90h00	03h00	01h30	01h30		

### **Pré requis : connaissances préalables**

Logique combinatoire et séquentielle, notions de programmation.

### **Objectifs :**

Ce cours permet aux étudiants de comprendre le fonctionnement des microprocesseurs, leurs périphériques et leur interfaçage. Il leur permet également de se familiariser avec les différents types de calculateurs utilisés dans les installations industrielles.

### **Contenu de la matière :**

#### **Chapitre 1. Architecture d'un microprocesseur(2 Semaines)**

Introduction aux systèmes à base d'un microprocesseur, Architecture externe d'un microprocesseur, Architecture interne d'un microprocesseur.

#### **Chapitre 2. Introduction au jeu d'instruction et interruptions (4 Semaines)**

Le jeu d'instruction, Le code mnémotechnique, Les modes d'adressage, Les interruptions.

#### **Chapitre 3. Les mémoires (2 Semaines)**

Introduction, Technologie des mémoires : La RAM, La ROM, Techniques de rafraîchissement, Caractéristique des mémoires, Mode d'adressage.

#### **Chapitre 4. Les interfaces(2 Semaines)**

Interface série, Interface parallèle.

#### **Chapitre 5. Le microcontrôleur(5 Semaines)**

Généralité sur le microcontrôleur, Architecture du microcontrôleur, Les périphériques, Les interruptions, La programmation des microcontrôleurs, Mise en pratique.

### **Liste des travaux pratiques :**

**TP1: Prise en main de l'émulateur 6809/8086**

**TP2: Opérations arithmétiques et logiques sur le microprocesseur**

**TP3: Application des différents modes d'adressage**

**TP4: Les interruptions**

**TP5: Apprendre à programmer un PIC 16F84 TP6:**

**Commande d'un afficheur (7 segments, LCD)**

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40% (20% TD+20% TP) ; Examen: 60%.

### **Bibliographie :**

1. A. Farouki, T. Laroussi, T. Benhabiles, « Microprocesseurs 8086 », Univ. Constantine.
2. J. Y. Haggège, « Microprocesseur : Support de cours », INSET, 2003.
3. Lilen, « Cours fondamental des microprocesseurs », Dunod, 1993.
4. Alain-Bernard Fontaine, « Le Microprocesseur 16 bits-8086-8088 », 2<sup>ème</sup> édition, Manuels informatiques», Masson, 1997.
5. Michel Aumiaux, « Microprocesseurs 16 bits », 1997.
6. J. Crisp,« Introduction to microprocessors and microcontrollers», Elsevier, 2<sup>nd</sup> edit 2004.

7. Christian Tavernier, « Microcontrôleurs PIC 10, 12, 16, Description et mise en oeuvre », Dunod, 2007.
8. Pascal Mayeux, « Apprendre la programmation des PIC Mid-Range par l'expérimentation et la simulation », Dunod, 2010.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
6	Asservissement des systèmes linéaires discrets		3	5	ASI6.2
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	01h30	01h30	01h30		

**Pré requis : connaissances préalables**

Systèmes asservis linéaires et continus, Mathématique de base (Algèbre, analyse, ...).

**Objectifs :**

Connaître les techniques d'échantillonnage et de reconstruction des signaux, Etre capable d'étudier la stabilité et d'évaluer la précision d'un système asservis échantillonné, Appliquer quelques méthodes d'analyse et de synthèse des systèmes asservis échantillonnés.

**Contenu de la matière :****Chapitre 1. Structure d'un système de commande numérique**

Historique, Avantages et inconvénients de la commande numérique, Structure générale d'un système de commande numérique, Conversions A/N et N/A, Echantillonneurs/bloqueurs.

**Chapitre 2. Echantillonnage des signaux**

Modélisation des Convertisseurs A/N et N/A, Echantillonnage, Reconstruction des signaux, Bloqueurs, Transmittance en Z et réponse fréquentielle d'un BOZ (bloqueur d'ordre zéro), Théorème d'échantillonnage de Shannon, Considérations pratiques.

**Chapitre 3. Représentation des systèmes échantillonnés**

Définitions, Représentation par les équations aux différences, Opérateurs d'avance/retard, Représentation par la réponse impulsionnelle, Transformée en Z, Transmittance en Z et simplification des blocs/diagrammes, Transformation de pôles/zéro par échantillonnage.

**Chapitre 4. Analyse des systèmes échantillonnés**

Conditions de stabilité, Nature temporelle des signaux du régime transitoire, Critères de stabilité (Schur-Cohn, Jury, Routh-Hurwitz, Nyquist discret, Lieu d'Evans Discret).

**Chapitre 5. Synthèse des systèmes échantillonnés**

Introduction, Rapidité, Précision statique, Régulateurs standard PID, Synthèse dans le plan P et numérisation, Synthèse dans le plan Z, implémentation pratique des régulateurs.

**Chapitre 6. Contrôleur RST****Liste des travaux pratiques :**

En relation avec la matière.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40% (20% TD+20% TP) ; Examen: 60%.

**Bibliographie :**

1. J.R. Ragazzini, G. F. Franklin, « Les systèmes asservis échantillonnés », Dunod, 1962.
2. Daniel Viault, Yves Quenec'hdu, « Systèmes asservis échantillonnés », ESE, 1977.
3. Christophe Sueur, Philippe Vanheeeghe, Pierre Borne, « Automatique des systèmes échantillonnés : éléments de cours et exercices résolus », Technip, 5 décembre 2000.
4. P. Borne. G.D.Tanguv. J. P. Richard. F. Rotella, I. Zambetalcis, « Analyse et régulation de processus industriels-régulation numérique », Tome 2-Editions Technip, 1993.
5. Emmanuel Godoy, EricOstertag, « Commande numérique des systèmes : Approches fréquentielle et polynomiale », Ellipses Marketing ,2004.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
6	Traitement du signal		2	3	ASI6.3
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
56h15	01h30	01h30	0h45		

### **Pré requis : connaissances préalables**

Cours de mathématiques de base.

### **Objectifs :**

Acquérir les notions de base sur les outils mathématiques utilisés en traitement du signal.

### **Contenu de la matière :**

#### **Chapitre 1. Généralités sur les signaux (3 Semaines)**

Objectifs du traitement du signal. Domaines d'utilisation. Classification des signaux (morphologique, spectrale, ... etc.). Signaux déterministes (périodiques et non-périodiques) et signaux aléatoires (stationnaires et non stationnaires). Causalité. Notions de puissance et d'énergie. Fonctions de base en traitement du signal (mesure, filtrage, lissage, modulation, détection ... etc.). Exemples de signaux de base (impulsion rectangulaire, triangulaire, rampe, échelon, signe, Dirac ... etc.)

#### **Chapitre 2. Analyse de Fourier (4 Semaines)**

Introduction, Rappels mathématiques (produit scalaire, distance Euclidienne, combinaison linéaire, base orthogonale ... etc.). Approximation des signaux par une combinaison linéaire de fonctions orthogonales. Séries de Fourier, Transformée de Fourier, Propriétés. Théorème de Parseval. Spectre de Fourier des signaux périodiques (spectre discret) et non périodiques (spectre continu).

#### **Chapitre 3. Transformée de Laplace (3 Semaines)**

Définition. Propriétés de la Transformée de Laplace. Relation signal/système. Application aux systèmes linéaires et invariants par translation ou SLIT (Analyse temporelle et fréquentielle).

#### **Chapitre 4. Produit de Convolution (2 Semaines)**

Formulation du produit de convolution, Propriétés du produit de convolution, Produit de convolution et impulsion de Dirac.

#### **Chapitre 5. Corrélation des signaux (3 semaines)**

Signaux à énergie totale finie. Signaux à puissance moyenne totale finie. Intercorrélation entre les signaux, Autocorrélation, Propriétés de la fonction de corrélation. Densité spectrale d'énergie et densité spectrale de puissance. Théorème de Wiener-Khintchine. Cas des signaux périodiques.

### **Liste des travaux pratiques :**

En relation avec la matière.

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40% (20% TD+20% TP) ; Examen: 60%.

### **Bibliographie :**

1. S. Haykin, —Signals and systems—, John Wiley & Sons, 2<sup>nd</sup> ed., 2003.
2. A.V. Oppenheim, —Signals and systems—, Prentice-Hall, 2004.
3. F. de Coulon, —Théorie et traitement des signaux—, Edition PPUR.
4. F. Cottet, —Traitement des signaux et acquisition de données, Cours et exercices résolus—, Dunod.
5. B. Picinbono, —Théorie des signaux et des systèmes avec problèmes résolus—, Edition Bordas.
6. M. Benidir, —Théorie et Traitement du signal, tome 1 : Représentation des signaux et des systèmes - Cours et exercices corrigés—, Dunod, 2004.

7. M. Benidir, —Théorie et Traitement du signal, tome 2 : Méthodes de base pour l'analyse et le traitement du signal - Cours et exercices corrigés“, Dunod, 2004.

8. J. Max, Traitement du signal

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
6	Automates programmables industriels		3	5	ASI6.4
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	01h30	01h30	01h30		

### **Pré requis : connaissances préalables**

Notions de base sur le calculateur et la programmation.

### **Objectifs :**

Identifier les éléments technologiques permettant de piloter le fonctionnement et de faire un suivi d'un système automatisé de production, Utiliser les outils de spécification d'un automatisme industriel en vue de prévoir une durée de cycle ou une cadence de production.

### **Contenu de la matière :**

#### **Chapitre 1. Généralités sur les systèmes automatisés**

Description des différentes parties, Différents types de commande, Domaines d'application des systèmes automatisés.

#### **Chapitre 3. Le Grafcet**

Description du Grafcet, Règles d'évolution du Grafcet, Les structures de bases, Modes de marches et d'arrêts.

#### **Chapitre 4. Architecture des API**

Technologie des Automates, Environnement d'un API, Aspect extérieur, Structure interne, Critères et choix des API, Câblage de l'API aux différentes E/S et aux interfaces d'un SAP (Système Automatisé de Production)

#### **Chapitre 5. Programmation d'un API**

Traitement du programme automate et cycles d'exécution, Différents langages de programmation (Ladder ou à contacts, booléen ou logique ou Mode List, graphique ou Logigramme, SFC ou grafcet), programmation de grafcet à séquence unique, programmation de grafcets à séquences multiples.

### **Liste des travaux pratiques :**

Prévoir quelques TPs en relation avec les automates programmables industriels disponibles.

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40% (20% TD+20% TP) ; Examen: 60%.

### **Bibliographie :**

1. Hamdi Hocine, « Automatismes logiques : modélisation et commande », volumes 1 et 2, éditions de L'UMC, 2006.
2. William Bolton, « Les automates programmables industriels », Dunod, 2010.
3. J.C. Humblot, « Automates programmables industriels », Hermes Science Publications, 1993.

4. Simon Moreno, Edmond Peulot, « Le GRAFCET : conception, implantation dans les automates programmables industriels », Delagrave, 2009.
5. Kevin Collins, « La programmation des automates programmable [sic] industriels », Meadow Books, 2007.
6. G. Michel, « Les A.P. I : architecture et applications des automates programmables industriels », Dunod, 1988.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
6	Techniques d'optimisation		3	5	ASI6.5
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	01h30	01h30	01h30		

**Pré requis : connaissances préalables**

Mathématiques.

**Objectifs :**

L'objectif de cours est de maîtriser les techniques d'optimisations complexes rencontrées dans la direction de grands systèmes de production, de machines et de matériaux, dans l'industrie, le commerce et l'administration. Le but est d'apporter une aide à la prise de décision pour avoir des performances maximales.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1. Rappels mathématiques (Positivité, Convexité, Minimum, Gradient et Hessien)**

**Chapitre 2. Optimisation sans contraintes - méthodes locales**

Méthodes de recherche unidimensionnelle  
Méthodes du gradient  
Méthodes des directions conjuguées  
Méthode de Newton  
Méthode de Levenberg-Marquardt  
Méthodes quasi-Newton

**Chapitre 3. Optimisation sans contraintes - méthodes globales**

Méthode du gradient projeté  
Méthode de Lagrange-Newton pour des contraintes inégalité  
Méthode de Newton projetée (pour des contraintes de borne)  
Méthode de pénalisation  
Méthode de dualité : méthode d'Uzawa

**Chapitre 4. Programmation linéaire**

**Chapitre 5. Programmation non linéaire**

**Liste des travaux pratiques :**

TP1 Introduction à Matlab  
TP2 Optimisation sans contraintes  
TP3 Optimisation sans contraintes  
TP4 Programmation linéaire  
TP5 Programmation non linéaire

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40% (20% TD+20% TP) ; Examen: 60%.

**Bibliographie :**

1- Stephen Boyd, Lieven Vandenberghe Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004.

*Intitulé : Automatique et systèmes intelligents  
2024-2025*

*Année universitaire*

- 2- Michel Bierlaire, Optimization : principes and algorithms, EPFL, 2015.
- 3- Jean-Christophe Culioli, Introduction à l'optimisation, Ellipses, 2012.
- 4- Rémi Ruppli, Programmation linéaire : Idées et méthodes, Ellipses, 2005.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
6	Régulation industrielle		2	3	ASI6.6
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
33h45	01h30		00h45		

**Pré requis : connaissances préalables**

**Objectifs :**

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Introduction à la régulation**

1. Définition, but de la régulation automatique
2. Constituant d'une chaîne de régulation
3. Exemples introductifs
4. Qualités attendues de la régulation (stabilité, rapidité, précision, dilemme précision-stabilité)

**Chapitre 2 : Synthèse des systèmes asservis linéaires**

1. Introduction à la correction des asservissements (position du problème).
2. Différents types d'actions correctrices (P, I, D), différents type de structure des Correcteurs (PI, PD, PID, IP, avance de phase, retard de phase, Cascade, RST, ...).
3. Calcul des correcteurs, méthode analytique, méthodes graphique (Bode, Black, ..), Méthode expérimentale de Ziegler-Nichols, cas des systèmes à retard.
4. Réalisation des correcteurs, technologie électrique, technologie pneumatique.

**Chapitre 3 : Analyse et synthèse des systèmes asservis par le lieu des racines**

- 1- Introduction et concept du lieu des racines (lieu d'Evans).
- 2- Procédure du lieu des racines,
- 3- Analyse et conception des asservissements par le lieu des racines, (Régulateur PID, ...).
- 4- Exemple de conception d'asservissement par le lieu des racines.

**Chapitre 4 : Régulation des processus industriels**

1. Différentes étapes suivies pour la conception et la réalisation d'un système de régulation.
2. Constitution d'une boucle de régulation analogique (éléments : processus, capteurs, actionneurs, amplificateurs,...).
3. Structure : boucles simples, boucle, cascades, boucles multiples, ...
4. Analyse et conception des asservissements par le lieu de racines, (régulateurs PID, ...)
5. Introduction à la régulation numérique, constitution et description d'une boucle de régulation numérique.

**Liste des travaux pratiques :**

**TP1 et TP2 :** Introduction (en deux TP)

**TP3 :** Etude de la précision et de la correction des systèmes asservis linéaires. Correcteurs proportionnels.

**TP4 :** Analyse et réglage d'un régulateur de type PID

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Bibliographie :**

2- P. Prouvost, Automatique - Contrôle et régulation Cours, exercices et problèmes corrigés, Dunod 2010.

3- E. Godoy, Régulation industrielle Outils de modélisation, méthodes et architectures de commande, Dunod.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
6	Langage de programmation		1	1	ASI6.7
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30			01h30		

**Pré requis : connaissances préalables**

Informatique de base, Algorithmique, Méthodes numériques.

**Objectifs :**

L'objectif du cours est d'introduire les principes de la programmation en langages C++, Java, Python et Matlab. La première partie est consacrée à des généralités sur la programmation, aux principales commandes et instructions de ces langages. La deuxième partie concerne l'implémentation des méthodes numériques, par les différents langages, pour résoudre de divers problèmes motivés par des applications concrètes dans le cas de la propulsion électrique.

**Contenu de la matière :****Chapitre 1.** Généralités sur la programmation

- Étapes d'un calcul scientifique
- Langage machine et langage de programmation
- Compilation et interprétation
- Mise au point d'un programme
- Recherche des erreurs (debug)
- Environnement matériel et logiciel
- Noyau et bibliothèque tierces d'un langage de programmation

**Chapitre 2.** Éléments d'un programme

- Commentaires
- Données et variables
- Opérateurs et expressions
- Contrôle de flux d'exécution
- Instructions répétitives
- Fonctions et espaces de noms
- Entrées-sorties
- Gestion et Manipulation des fichiers
- Programmation orienté objet

**Chapitre 3.** Utilisation de fenêtres et de graphismes

- Représentation d'un graphique
- Développement d'interfaces graphiques
- Animation
- Sauvegarde des graphiques

**Chapitre 4.** Implémentation de méthodes numériques

- Résolution des équations algébriques
- Approximation de fonctions et de données
- Intégration et dérivation numérique
- Résolution des équations aux dérivées ordinaires
- Approximation numérique des problèmes aux limites

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 100% .

**Bibliographie :**

1. Gérard Swinnen. Apprendre à programmer avec Python. Editions Eyrolles, Paris, 2009.
2. Claude Delannoy. Programmer en C++ moderne: De C++11 à C++20. Editions Eyrolles.
3. Anne Tasso. Le livre de Java premier langage: Avec 109 exercices corrigés. Editions Eyrolles, Paris, 2019.
4. Nadia Martaj et Mohand Mokhtari. MATLAB R2009, SIMULINK et STATEFLOW pour Ingénieurs. Editions Springer, Berlin, 2010.
5. De Alfio Quarteroni, Fausto Saleri et Paola Gervasio. Calcul Scientifique: Cours, exercices corrigés et illustrations en Matlab et Octave. Editions Springer, Italia, 2010

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
6	Stage en entreprise 1		1	1	ASI6.8
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
Volume horaire hors quota (en moyenne 100 heures)					

**Pré requis : connaissances préalables**

**Objectifs :**

**Contenu de la matière :**

**Mode d'évaluation :**

100% Contrôle continu.

**Bibliographie :**

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
6	Entrepreneuriat et management d'entreprise		1	1	ASI6.9
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	01h30				

**Pré requis : connaissances préalables**

**Objectifs :**

**Contenu de la matière :**

**Mode d'évaluation :**

Examen final 100% .

**Bibliographie :**

## **Programmes détaillés des matières du 7<sup>ème</sup> semestre**

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
07	Commande des systèmes Linéaires dans l'espace	3	6	ASI7.1
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
90h00	3h00	1h30	1h30	

**Pré requis : connaissances préalables**

Cours de mathématiques de base. Cours de systèmes linéaires continus et échantillonnés.

**Objectifs :**

Cette matière est une consolidation des connaissances acquises en deuxième année et permet la maîtrise de la représentation des systèmes dynamiques et de leurs propriétés dans l'espace d'état ainsi que l'acquisition des principales méthodes d'analyse et de synthèse des systèmes de commande.

**Contenu de la matière :****Partie 1:****Chapitre 1. Rappels : Stabilité des systèmes en boucle fermée dans le domaine fréquentiel et marges de stabilité**

Réponse fréquentielle à partir de fonction de transfert, représentations de la réponse fréquentielle (diagramme polaire, diagramme de Bode), Théorème de stabilité des systèmes en boucle fermée de Nyquist (diagramme de Nyquist), Cas particuliers (critère du revers sur le diagramme polaire, marges de stabilité, critère du revers sur le diagramme de Bode, marges de stabilité sur le diagramme de Bode).

**Chapitre 2. Calcul des contrôleurs dans le domaine fréquentiel**

Réponse fréquentielles et propriétés fréquentielles des contrôleurs (P, PI, PID, PD, avance de phase, retard de phase, avance de phase), Spécification dans le domaine fréquentiel (marge de gain et de phase, facteur de résonance, bande passante, leurs interprétations), Calcul des contrôleurs en utilisant le diagramme de Bode, Réglages en utilisant l'abaque de Black-Nichols.

**Partie 2:****Chapitre 1. Représentation d'état des systèmes**

Introduction, Concepts (état, variables d'état, ...), Représentation d'état des systèmes linéaires continus, Représentation d'état des systèmes discrets, Formes canoniques, Représentation d'état des systèmes non linéaires, Linéarisation.

## Chapitre 2. Analyse des systèmes dans l'espace d'état

Résolution des équations d'état et matrice de transition, Méthodes de calculs de la matrice de Transition, Analyse modale (diagonalisation), Stabilité, Notions de commandabilité et d'observabilité (définitions et méthodes de test).

## Chapitre 3. Commande par retour d'état

Formulation du problème de placement de pôles par retour d'état, Méthodes de calculs pour les systèmes monovariables, Cas de systèmes multivariables, Implémentation.

## Chapitre 4. Synthèse des observateurs d'état

Introduction, Observateurs déterministes (Luenberger) et méthodes de calculs, Observateurs réduits, Observateurs stochastiques (filtre de Kalman).

### Liste des Travaux Pratiques

**TP1** : Initiation à MATLAB/Simulink

**TP2** : Etude et synthèse des régulateurs dans le domaine fréquentiel

**TP3** : La représentation d'état sous formes canoniques

**TP4** : Etude et analyse des systèmes dans l'espace d'état

**TP5** : Etude et synthèse des régulateurs par placement de pôles

**TP6** : Etude et synthèse des observateurs d'état

### Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 %(20% TD +20% TP), Examen final 60%

### Références:

1. Philippe de Larminat, « Automatique : Commande des systèmes linéaires », Hermès Lavoisier, 1996.
2. Hubert Egon, « Asservissement linéaires échantillonnés et représentation d'état », Méthodes, 2001.
3. Luc Jaulin, « Représentation d'état pour la modélisation et la commande des systèmes », Lavoisier, 2005.
4. Robert L. Williams, Douglas A. Lawrence, « Linear State-Space Control Systems », Edition John Wiley&Sons, 2007.
5. R. Longchamp, « Commande numérique de systèmes dynamiques », Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1995.
6. G. F. Franklin, J. D. Powell, L. M. Workman, « Digital control of dynamicsystems », Addison-Wesley Series in Electrical and Computer Engineering: Control Engineering, 1990.
7. K. J. Aström, B. Wittenmark, « Computer controlled systems: theory and design », Prentice-Hall, 1984.
8. R. H. Middleton, G. C. Goodwin, « Digital control and estimation: a unified approach », Prentice Hall, 1990.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
07	Modélisation et identification des systèmes	3	5	ASI7.2
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
67h30	1h30	1h30	1h30	

**Pré requis : connaissances préalables**

Une base dans les mathématiques et systèmes asservis

**Objectifs :**

L'objectif de cet enseignement est la présentation de notions fondamentales et de méthodes de base qui permettent à un automaticien de développer des modèles de représentation décrivant le comportement entrée-sortie d'un processus à commander dans le but de mettre au point un régulateur performant.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1. Modélisation**

Modèle de représentation, Modèle de connaissance (modélisation des systèmes mécaniques, électriques, fluidiques, thermiques, ...).

**Chapitre 2. Rappel des méthodes de base en Automatique**

Réponse temporelle d'un système, Identification directe à partir de la réponse temporelle, Approche fréquentielle.

**Chapitre 3. Principe d'ajustement du modèle**

Modèle linéaire par rapport aux paramètres, Minimisation du critère d'ajustement et calcul de la solution optimale, Ecriture matricielle de la méthode des moindres-carrés.

**Chapitre 4. Analyse de la méthode des moindres-carrés**

Biais d'estimation, Variance de l'estimation, Estimateur du maximum de vraisemblance, Rejet des mesures aberrantes.

**Chapitre 5. Moindres-carrés récursifs**

Principe du calcul récursif, Mise en œuvre de la méthode récursive, Facteur de pondération, facteur d'oubli.

**Liste des Travaux Pratiques**

**TP1:**Initiation à MATLAB/Simulink

**TP2:**Simulation d'un système décrit par l'équation d'état et fonction de transfert (Simulink)

**TP3:**Identification non paramétrique par La méthode de déconvolution

**TP4:**Identification non paramétrique par la Méthode de corrélation

**TP5:** Identification paramétrique par la Méthode de Broïda

**TP6:**Méthode des moindres carrées

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40 %(20% TD +20% TP), Examen final 60%

**Références:**

1. Jean-François Massieu, Philippe Dorléans, « Modélisation et analyse des systèmes linéaires », Ellipses, 1998.
2. Pierre Borne, Geneviève Dauphin-Tanguy, Jean-Pierre Richard, « Modélisation et identification des processus », Technip, 1992.
3. Ioan D. Landau, « Identification des systèmes », Hermès, 1998.
4. E. Duflos, Ph. Vanheeghe, « Estimation Prédiction », Technip, 2000.
5. R. Ben Abdenour, P. Borne, M. Ksouri, M. Sahli, « Identification et commande numérique des procédés industriels », Technip, 2001.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
07	Traitement du signal avancé	2	3	ASI7.3
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
56h15	1h30	1h30	0h45	

**Pré requis : connaissances préalables**

L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :

- Théorie du signal
- Les bases mathématiques

**Objectifs :**

Maîtriser les outils de représentation temporelle et fréquentielle des signaux et systèmes analogiques et numériques et effectuer les traitements de base tels que le filtrage et l'analyse spectrale numérique

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1.** Rappels des principaux résultats de la théorie du signal

**(2 Semaine)**

Signaux, séries de Fourier, transformée de Fourier et Théorème de Parseval, la convolution et la corrélation.

**Chapitre 2.** Analyse et synthèse des filtres analogiques

**(4 Semaines)**

Analyse temporelle et fréquentielle des filtres analogiques, filtres passifs et actifs, filtres passe bas du premier et second ordre, filtres passe haut du premier et second ordre, filtres passe bande, autres filtres (Tchebyshev, Butterworth).

**Chapitre 3.** Échantillonnage des signaux

**(1 Semaines)**

Du signal continu au signal numérique Échantillonnage, reconstruction et quantification.

**Chapitre 4 :** Transformées discrètes et fenêtrage :

**(3 Semaines)**

De la Transformée de Fourier à temps discret (TFTD) à la Transformée de Fourier Discrète (TFD), la Transformée de Fourier rapide (FFT)

**Chapitre 5 :** Analyse et synthèse des filtres numériques

**(5 Semaines)**

Définition gabarit de filtre

Les filtres RIF et RII

Les filtres Lattice

Synthèse des filtres RIF : méthode de la fenêtre

Synthèse des filtres numériques RII : Méthode bilinéaire

**Liste des Travaux Pratiques**

**TP 1** Représentation de signaux et applications de la transformée de Fourier sous Matlab

**TP 2** Filtrage Analogique  
**TP3** Transformée de Fourier Discrète  
**TP 4** Filtrage Numérique RII  
**TP5** Filtrage Numérique RIF

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40 %(20% TD +20% TP), Examen final 60%

**Références:**

- 1- Francis Cottet, Traitement des signaux et acquisition de données - Cours et exercices corrigés, 4<sup>ème</sup> édition, Dunod, Paris, 2015.
- 2- Tahar Neffati, Traitement du signal analogique : Cours, Ellipses Marketing, 1999.
- 3- Messaoud Benidir, Théorie et traitement du signal : Méthodes de base pour l'analyse et le traitement du signal, Dunod, 2004.
- 4- Maurice Bellanger, Traitement numérique du signal : Théorie et pratique, 9<sup>ème</sup> édition, Dunod, Paris, 2012.
- 5- Étienne Tisserand Jean-François Pautex Patrick Schweitzer, Analyse et traitement des signaux méthodes et applications au son et à l'image 2<sup>ème</sup> édition, Dunod, Paris, 2008.
- 6- Patrick Duvaut, François Michaut, Michel Chuc, Introduction au traitement du signal - exercices, corrigés et rappels de cours, Hermes Science Publications, 1996

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
07	Systèmes à évènement discrets	2	4	ASI7.4
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h00	1h30	1h30	/	

**Pré requis : connaissances préalables**

Automatique de base (asservissement et régulation). Algorithmique.

**Objectifs :**

L'objectif de la première partie de cette matière consiste en la modélisation des Systèmes à Événements Discret (SED) par réseau de Petri autonomes, la construction des graphes de marquage et/ou de couverture et l'analyse de ces systèmes. La deuxième partie du cours est consacré à la commande par supervision des SED. Enfin en verra en troisième partie, les systèmes temporisés.

**Contenu de la matière :****Chapitre 1 : Introduction aux SED****I.1. Modèles et systèmes**

1.1 Système: définition

1.2 Modèle: définition

**I.2. Systèmes continu, discret, hybride**

2.1 Système hybride et définitions

2.2 Exemples de systèmes discrets

**I.3. Domaines d'application**

3.1 Domaines

3.2 Caractéristiques

**Chapitre 2 : Modélisation des SED****II.1. Introduction****II.2. Langages et automates**

2.1. Langages

2.2. Automates: Machine à Etats Finis (MAF)

2.3. Conception des machines à états

**II.3. Modélisation par RDP**

3.1. RDP ordinaire

3.2. RDP temporisé

3.3. RDP synchronisé

3.4. RDP interprété de commande

**II.4. Modélisation par grafctet****II.5. Algèbre des dioides ou Max+****Chapitre 3 : Commande par supervision des SED**

**III.1. Introduction à la RW theory****III.2. Commande sous contraintes****III.3. Synthèse de contrôleur pour les SED modélisés par Automates à états Finis****III.4. Synthèse de contrôleur pour les SED modélisés par RDP (méthode desinvariants)****III.5. Synthèse de contrôleur pour les SED modélisés par Grafcet****Chapitre 4 : Extensions et Conclusion****IV.1. Commande par supervision modulaire, hiérarchique, observation partielle, Max+****IV.2. Prise en compte du temps**

2.1. RDP et Grafcet Temporisés

2.2. Automates temporisés

2.3. Algèbre des dioides ou Max+

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40 %, Examen final 60%

**Références:**

- 1- BRAMS, Approche mathématique des réseaux de Petri, MASSON 1987
- 2- J.M. Proth, X. Xie, Modélisation des systèmes de production, DUNOD 1992
- 3- A. Marsan, S. Donatelli .ModellingwithgeneralizedstochasticPetri Nets, Willey 1995
- 4- M. cassandras, S. Lafortune. Introduction to DES, Willey 1999.
- 5- R. David et H Alla. Du Grafcet aux Réseaux de Petri, Hermes. 1992.
- 6- C. Cassandras and S. Lafortune. Introduction to discrete Event Systems. Kluwer Academic, 2008.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
07	Réseaux de communication industriels	2	3	ASI7.5
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
33h45	1h30	/	0h45	

**Pré requis : connaissances préalables**

L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :

- Connaissances de base sur les technologies et les usages des réseaux industriels.

**Objectifs :**

Ce cours présente une introduction au domaine des réseaux de données et de communication. Il vise à familiariser les étudiants avec les concepts de base des réseaux de communication de l'information.

Il initie les étudiants à définir une solution simple mettant en oeuvre des réseaux de type industriel.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1.** Rappels sur les modèles de réseaux OSI et TCP/IP

**Chapitre 2.** Bus de communications

- Traditionnels
- Emergents

**Chapitre 3.** Protocoles de communications industriels sans fil (WirelessHart)

**Chapitre 4.** Sécurité des réseaux de communication industriels sans fil

**Chapitre 5.** Diagnostics des réseaux de communications industriels

**Chapitre 6.** Supervision réseaux

**Chapitre 7.** Serveurs/clients OPC (OLE (Object Linking and Embedding) for Process Control)

**Liste des Travaux Pratiques :****Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40 %, Examen final 60%

**Références:**

- 1- A. Tanenbaum, Réseaux : Architecture, protocole, applications, Inter Editions - Collection Lia.
- 2- Gildas Avoine, Pascal Junod, Philippe Oechslin: Sécurité Informatique, Vuibert.
- 3- Malek Rahoual, Patrick Siarry, Réseaux informatiques : conception et optimisation, Editions Technip, 2006.
- 4- Guy Pujolle, Les réseaux, 5ième édition, Eyrolles, 2006.
- 5- Paul Mühlethaler, 802.11 et les Réseaux sans fil, Eyrolles, 2002.
- 6- Khaldoun Al Agha, Guy Pujolle, Guillaume Vivier, Réseaux de mobiles et réseaux sans fil, Eyrolles, 2001.



SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
07	Programmation des circuits reconfigurable FPGA	3	4	ASI7.6
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
67h30	1h30	1h30	1h30	

#### **Pré requis : connaissances préalables**

1. Le codage des nombres.
2. Les circuits combinatoires.
3. Les circuits séquentiels.

#### **Objectifs :**

Ce module enseigne les différentes technologies des circuits numériques, les méthodologies de conception des circuits à haute densité d'intégration VLSI ainsi que les outils de développement nécessaires à la description matérielle telle que les outils de CAO (Conception Assistée par Ordinateur) et les langages de haut niveau de description matérielle.

Les travaux pratiques de consolider et mettre en pratiques les connaissances acquises en cours.

#### **Contenu de la matière :**

##### **Chapitre 1. Le langage VHDL**

Les unités de conception. Les niveaux de description. Organisation en bibliothèque. Les éléments du langage. Les objets du langage. Les catégories des données. Modélisation par paramètres génériques. Les types d'instructions. Les sous-programmes. La simulation fonctionnelle des circuits : Test-Bench.

##### **Chapitre 2. Les circuits numériques.**

Architectures classiques des circuits numériques. Les circuits standards : les fonctions simples, les microprocesseurs et les DSP, les mémoires. Les circuits spécifiques à l'application ASIC : les présdiffusés, les circuits à la demande, les prés-caractérisés. Les circuits programmables PLD : les circuits programmables simples SPLD, les circuits programmables complexes CPLD, les réseaux logiques programmables FPGA. Les technologies d'interconnexions : les fusibles, les anti-fusibles, MOS à grille flottante, Mémoires statiques. Les critères de choix. Les domaines d'applications.

##### **Chapitre 3. Les réseaux logiques reconfigurable FPGA.**

Les types d'architectures des FPGA : Architecture de type îlots de calcul, Architecture de type hiérarchique, Architecture de type mer de portes. Les différents éléments des FPGA : Le circuit configurable (Les blocs logiques CLB, Les blocs d'entrée/sortie IOB, Les interconnexions programmables), Gestionnaire d'horloge, Le réseau mémoire SRAM. Les FPGA actuelles : Bloc de petits multiplieurs dans un FPGA, Blocs des DSP dans un FPGA, Blocs de coeurs de processeurs dans un FPGA. Les critères de choix. Les domaines d'applications.

##### **Chapitre 4. Méthodologie de la conception.**

Méthodes de conception : la conception des circuits à faibles densité d'intégration, la conception des circuits à haute densité d'intégration. Les outils de développement : les outils de CAO, les différentes approches de description d'un circuit, les langages de description. Présentation des compilateurs qui contiennent les outils de CAO.

### **Chapitre 5. Les opérateurs câblés.**

Représentations des nombres relatifs : binaire décalé, signe et valeur absolue, complément à 1, complément à 2. Représentation à virgule fixe. Représentation à virgule flottante. Additionneurs. Multiplieurs. Diviseurs. Compérateurs.

### **Chapitre 6 : Etude d'un exemple de FPGA - SPARTAN3**

1. Caractéristiques générales,
2. Bloc entrée-sortie (IOB),
3. Bloc logique configurable,
4. Bloc RAM,
5. Multiplieur,
6. Gestionnaire d'horloge,
7. Ressources de routage et connectivité,
8. Configuration,
9. Méthodologie de placement,
10. Conception d'un FPGA.

#### **Liste des Travaux Pratiques :**

- TP1** : Maîtrise d'un outil de conception (xilinx, altera)  
**TP2**. Conception d'un système combinatoire  
**TP3**. Conception d'un système séquentiel : le processus  
**TP4**. Conception des machines d'état  
**TP5**. Conception d'une conception large.  
**TP6** : implémentation de la conception sur une carte FPGA

#### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40 % (20% TD + 20% TP), Examen final 60%

#### **Références:**

1. Philip Simpson, La conception de systèmes avec FPGA - Bonnes pratiques pour le développement collaboratif Poche, Dunod, 2014.
2. Francois ANCEAU & Yvan BONNASSIEUX, Conception Des Circuits VLSI, Du composant au système, Dunod, 2007.
3. Pong P. Chu, FPGA Prototyping by VHDL Examples: Xilinx Spartan, Wiley-Blackwell, 2008.
4. Alexandre Nketsa, Circuits logiques programmables : Mémoires PLD, CPLD et FPGA, informatique industrielle, Ellipses Marketing, 1998.
5. Jacques WEBER & Sébastien MOUTAULT & Maurice MEAUDRE, Le langage VHDL, du langage au circuit, du circuit au langage, 5e éd.: Cours et exercices corrigés, Dunod, 2016.

6. Phillip DARCHE, Architecture Des Ordinateurs, Logique booléenne : implémentations et technologies, Vuibert, Paris, 2004.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
07	Ingénierie des systèmes embarqués	2	2	ASI7.7
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h00	1h30	/	1h30	

**Pré requis : connaissances préalables**

Electronique fondamentale,  
Logique combinatoire et séquentielle,  
Connaissances basiques du langage C.

**Objectifs :**

Ce module a pour but de :

- 1- Comprendre l'architecture matérielle d'un système embarqué et ses différents composants.
  - 2- Prise en main et utilisation d'une carte de développement pour systèmes embarqués.
  - 3- Comprendre les mécanismes de base (modes d'exécution, exceptions, interruptions, ...)
- Les travaux pratiques de consolider et mettre en œuvre pour la conception des applicationsemarquées.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1** Architecture Des Systemes Embarques A Base De Microcontrôleur  
Historique, Définition, Les Types De Systèmes Embarqués, Introduction de l'architecture dumicrocontrôleur utilisé dans ce cours (AVR, PIC, ...) comme système embarqué  
**Chapitre 2** Les entrées/sorties digitales et analogiques  
**Chapitre 3** Communication serie synchrone/asynchrone  
**Chapitre 4** – Timers et compteursprogrammables)

**Liste des Travaux Pratiques :**

**TP1** : Introduction à l'IDE AVR Studio : Création de projets, Compilation C, Debuggage, Téléversementsur la carte Arduino.

**TP2** : Les entrées/sorties numérique : Affichage sur LED, Relais, 7 segments, Lecture clavier 16 touches.

**TP3** : Conversion analogique/numérique : Capteur de température LM35, lecture de tensions, courants.

**TP4** : Communication série USART : Affichage de grandeurs analogiques sur PC.

**TP5** : Génération signal PWM, Commande d'un Moteurs DC.

**TP6** : Introduction au système temps réel OSA, création de projets OSA.

**TP7** : Application de la commande temps réel à la régulation de vitesse d'un moteur DC.  
*L'AVR a été choisie, vu que la carte Arduino (carte de développement très répandue) se base sur cette architecture ; Néanmoins, toute autre architecture s'adapte parfaitement à ce cours.*

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40 %, Examen final 60%

**Références:**

*Intitulé : Automatique et systèmes intelligents  
2024-2025*

*Année universitaire*

1. Francis Cottet, Emmanuel Grolleau, Systèmes temps réel embarqués - 2e éd. - Spécification, conception, implémentation et validation temporelle, Dunod, 2014.
2. Nicolas Navet, Systèmes temps réel - Volume 2 : Ordonnancement, réseaux et qualité de service, Hermès – Lavoisier, 2006.
3. Philippe Louvel, Systèmes électroniques embarqués et transports, , 2012, Dunod
4. Yassine Manai, Méthodologie de conception de systèmes embarqués, 2011, Dunod
5. Bernard Chauvière, Systèmes temps-réel embarqués: Techniques d'ordonnancement et Evaluation de la qualité de service Editions universitaires européennes, 2010.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
07	Projet Personnel Professionnel		1	2	ASI7.8
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
Hors quota		/			
Tutorat : 1h30					
TP hebdomadaire					

**Pré requis : connaissances préalables**

**Objectifs :**

**Contenu de la matière :**

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100 %.

**Références:**

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
07	Normes et installation électriques	1	1	ASI7.9
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
22h30	1h30	/	/	

**Pré requis : connaissances préalables**

Electricité générale, systèmes asservis continus, électrotechnique fondamentale1.

**Objectifs :**

Permettre au diplômé d'avoir une idée sur les choix des alimentations électriques installées selon le type d'environnement, sur la façon de les raccorder au procédé et aux autres éléments du système de contrôle, de commande.

**Contenu de la matière :****Chapitre 1. Les alimentations électriques**

Distribution basse tension, mise à la terre, interface de protection et de conditionnement.

**Chapitre 2. Appareillages pour atmosphère explosives**

Suppression interne « p », enveloppe antidéflagrante...

**Chapitre 3. Câblage des instruments**

Liaisons entre les différents éléments du système de contrôle commande, câbles normalisés, câbles d'instrumentation, câbles et câblage en sécurité.

Des visites sur site (qu'on peut trouver partout) seront les bienvenues pour compléter la formation de l'étudiant dans cette matière très importante du point de vue pratique. Ces visites pourraient être incorporées dans le volume horaire.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100 %.

**Références:**

Michel Grout et Patrick Salaun, « Instrumentation industrielle », 3ème édition, DUNOD, 2012.

## **Programmes détaillés des matières du 8<sup>ème</sup> semestre**

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S8	Commande des Systèmes non Linéaires		3	6	ASI8.1
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
90h00	3h00	1h30	1h30		

**Pré requis :**

- Théorie du signal
- Les bases mathématiques

**Objectifs de l'enseignement**

L'objectif de ce cours est : de sensibiliser les étudiants aux problèmes de stabilité des systèmes non linéaires et de leur fournir des outils mathématiques d'analyse, d'introduire des méthodes de commandes non linéaires comme les techniques fondées sur la géométrie différentielle et l'approche par les modes glissants. Les méthodologies présentées font appel aussi bien aux représentations temporelles qu'aux représentations fréquentielles.

**Contenu de la matière:****Chapitre 1 : Introduction**

Non linéarité statiques et Points d'Equilibres, exemples des systèmes non linéaires. Le pendule simple. L'oscillateur électrique non linéaire. Les cycles limites. Orbites chaotiques. Le pendule chaotique. Le pendule polaire. La grue.

**Chapitre2 : Plan de phase**

Systèmes du second ordre. Construction du portrait de phase. Elimination du temps implicite / explicite. Méthode des isoclines. Oscillateur de Van der Pol. Rappel systèmes linéaires : caractérisation des orbites par les valeurs propres. Index des points singuliers. Le théorème de l'index. Le théorème de Poincaré-Bendixson. La condition de Bendixson.

**Chapitre 3 : Méthode du premier harmonique**

Hypothèses. Décomposition en harmoniques. Equivalent du premier harmonique. Non-linéarités communes. Saturation. Zone morte. Relais. Hystérèse. Système et régulateur linéaires. Critère de Nyquist. Gain complexe supplémentaire. Critère de Nyquist modifié. Estimation des paramètres du cycle limite. Equivalent indépendant de la fréquence. Fiabilité de l'analyse par le premier harmonique.

**Chapitre 4 : Fondements de la théorie de Lyapunov**

Stabilité : définition intuitive. Notion de distance. Stabilité: définition formelle. Stabilité asymptotique. Méthode directe de Lyapunov. Fonction définie positive. Fonction de Lyapunov. Exemple: robot. Théorème de stabilité locale. Stabilité exponentielle. Stabilité globale. Fonction de Lyapunov pour les systèmes linéaires. Stabilité locale et linéarisation. Inconvénients de la méthode

indirecte. Théorème d'invariance de LaSalle. Méthode de Krasovskii. Méthode du gradient variable. Instabilité et le théorème de Chetaev.

### **Chapitre 5 : Théorie de la Passivité :**

Intuition. Système statique. Fonction de stockage. Connection parallèle / série / par feedback. Passivité et systèmes linéaires SISO. Système réel positif. Lien entre Lyapunov et système réel positif. Théorème de Kalman-Yakubovich-Popov. Stabilité absolue. Conjecture d'Aizerman. Critère du cercle. Critère de Popov.

### **Chapitre 6 : Notion de géométrie différentielle :**

Champ de vecteur. Espace dual. Covecteur. Le gradient vu comme un champ de covecteurs. Dérivée de Lie. Crochet de Lie. Difféomorphisme. Le théorème de Frobenius. Famille involutive. Conditions de linéarisation. Retour à l'exemple du robot à joint flexible.

### **Chapitre 7. Commande de systèmes non-linéaires**

1. Généralités
2. Commande par linéarisation
3. Commande par modes glissants

### **Contenu de TPs:**

**TP 1:** Simulation avancée sur Matlab

**TP 2 :** Simulation des points d'équilibre des quelques systèmes non linéaires

**TP 3 :** Simulation de quelques systèmes non linéaires dans le plan de phase

**TP4:** Simulation du pendule inverse en boucle ouverte

**TP5:** Simulation de la commande linéarisante

**TP6 :** Commande par modes glissants

EMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Cod
S8	Systèmes Multivariable		3	6	ASI8.2
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
90h00	3h00	1h30	1h30		

**Pré requis :**

- Systèmes asservis linéaires
- Systèmes échantillonnés ;

**Objectifs de l'enseignement**

L'objectif du cours est de donner une méthodologie pour la conception des différentes lois de commande pour les systèmes linéaires invariants multivariables, dans le contexte de l'approche d'état.

**Chapitre 1. Introduction**

Objectifs de ce cours, Rappel sur le calcul matriciel, Rappel des notions de l'approche d'état, Différence entre SISO et MIMO.

**Chapitre 2. Représentation d'état des systèmes multivariables (SM).**

Définitions, Différentes représentations des systèmes, Résolution de l'équation d'état, Exemples d'applications

**Chapitre 3. Commandabilité et Observabilité.**

Introduction, Critère de commandabilité de Kalman, Commandabilité de la sortie, Critère d'observabilité, Dualité entre la commandabilité et l'observabilité, Etude de quelques formes canoniques.

**Chapitre 4. Représentation des SM par matrice de transfert.**

Introduction, Passage d'une représentation d'état à la représentation par matrice de transfert, Méthode de Gilbert, Méthode des invariants : forme de Smith-McMillan, Méthode par réduction d'une réalisation

**Chapitre 5. Commande par retour d'état des SM.**

Formulation du problème de placement de pôles par retour d'état, Méthodes de calculs pour les systèmes multivariables, Observateur d'état et commande par retour de sortie (i.e. avec observateur d'état) des SM. Commande non interactives des SM, Implémentation.

**Contenu de TP:**

**TP1** Introduction à Matlab

**TP2** Représentation d'état des systèmes multivariables

**TP3** Commandabilité et Observabilité.

**TP4** Représentation des SM par matrice de transfert.

**TP5** Commande par retour d'état des SM.

**TP6** : Observation d'état des SM

EMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S8	Automatismes industriels et supervision	2	3	ASI8.3
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h00	1h30		1h30	

**Pré requis :**

- logique combinatoire et séquentielles
- Capteurs et actionneurs.

**Objectifs de l'enseignement**

Approfondir la programmation des fonctions complexes et des Entrées Sorties. Mettre en œuvre et utiliser les outils de programmation et développement d'un projet avec des applications pratiques, maîtriser l'échange d'informations entre automates et des équipements intelligents via un réseau de terrain.

**Contenu de la matière:****Chapitre 1 : Généralités sur les systèmes automatisés de production**

- Notions de systèmes automatisés
- Architecture matérielle et logicielle d'un système automatisé
- Exemples de systèmes automatisés
- De la logique câblée à la logique programmée

**Chapitre 2 : Les automates programmables industriels**

- Qu'est-ce qu'un automate programmable
- Les différents types d'automates
- Les éléments constitutifs des automates
- Les critères de choix d'un automate
- Les différents types de données API
- Cartes d'entrées / sorties TOR
- Cartes d'entrées / sorties analogiques
- Cartes de régulation PID
- Cartes de commande d'axe
- Cartes de comptage rapide

**Chapitre 3 : La programmation des automates**

- Introduction à la logique combinatoire
- Les équations logiques et portes logiques
- Introduction au grafcet
- Le langage ladder
- Traduction d'un grafcet en ladder
- Transcription d'un cahier des charges en grafcet
- Les langages de programmation

**Chapitre 4 : Les systèmes de supervision scada**

- Utilité et importance d'une supervision industrielle

- Les logiciels de supervision industrielle
- Les critères de choix d'un logiciel de supervision

### **Chapitre 5 : Introduction aux réseaux de terrain pour automates**

- Introduction : Rôle et intérêt des réseaux de communication

Caractéristiques des réseaux :

- Généralités sur la normalisation.
- Supports de transmission : paire torsadée, câble coaxial, fibre optique.
- Normes de transmission : BC20mA, RS232, RS422/485...
- Principes des réseaux : topologies, méthodes d'accès, protocoles,...

Réseaux de niveau

- TELWAY7, FIPWAY / FIPIO
- MODBUS PLUS.
- PROFIBUS DP
- ASI
- DEVICE NET, ETHERNET

Choix et Mise en oeuvre des réseaux de communication:

- Décomposition d'un automatisme en sous ensembles.
- Synchronisation des sous-ensembles.
- Présentation des réseaux hétérogènes
- Présentation des modules de communication et passerelles possibles entre différents types de réseaux.
- Application sur un exemple de projet

EMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S8	Modélisation des systèmes robotisés		2	4	ASI8.4
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	1h30	0h45		

### OBJECTIFS DU COURS

Cette matière a pour objectif de permettre aux étudiants de se familiariser avec les outils de modélisation et les techniques de contrôle des robots manipulateurs. Elle vise à donner aux étudiants la possibilité d'entreprendre en toute autonomie la résolution d'un certain nombre de problèmes élémentaires de robotique comme la mise en configuration, la génération de trajectoires, la commande dynamique...

Les travaux pratiques permettront de donner un aspect concret aux notions vues au cours pour mieux comprendre et assimiler le contenu de cette matière.

### PRE-REQUIS

- Automatique linéaire et asservissement.
- Notions de base en : cinématique et dynamique.

### CONTENU DU PROGRAMME

#### Chapitre 1. Introduction

1. Définition et historique
2. Différentes catégories de robots
3. Vocabulaire de la robotique
4. Caractérisation des robots
5. Les différents types de robots manipulateurs
6. Utilisation des robots
7. Avenir de la robotique

#### Chapitre 2. Fondements théoriques et mathématiques préliminaires

1. Positionnement
  - 1.1. Rotation
  - 1.2. Représentations de la rotation
  - 1.3. Attitude
  - 1.4. Les matrices de transformations homogènes
2. Cinématique
  - 2.1. Vitesse d'un solide
  - 2.2. Vecteur vitesse de rotation
  - 2.3. Mouvement rigide
  - 2.4. Torseur cinématique et composition de vitesses

#### Chapitre 3. Modélisation d'un robot manipulateur

1. Modèle géométrique

- 1.1. Convention de Denavit-Hartenberg
- 1.2. Modèle géométrique direct
- 1.3. Modèle géométrique inverse
2. Modèle cinématique
  - 2.1. Analyse directe (utilisation du Jacobien direct)
  - 2.2. Analyse inverse (utilisation du Jacobien inverse)
  - 2.3. Notion de Singularité
3. Modèle dynamique
  - 3.1. Formalismes pour la modélisation dynamique
  - 3.2. Méthode de Lagrange : équation de Lagrange, représentation matricielle (matrice d'inertie, matrice de Coriolis, Matrice de gravité).
  - 3.3. Exemple (Robot plan à 1 ou 2DDL)

#### **Chapitre 4. Génération de trajectoire**

1. Génération de trajectoires et boucles de commande
2. Génération de mouvement point à point : méthode de base, méthode à profil d'accélération, méthode à profil de vitesse, application dans l'espace articulaire, application dans l'espace cartésien.
3. Génération de mouvement par interpolation : application dans l'espace articulaire et dans l'espace cartésien

#### **Chapitre 5. Commande des robots**

1. Commande dynamique
  2. Commande par mode glissant
- Chapitre 6. Programmation des robots (2 semaines)
1. Généralités et objectifs des systèmes de programmation
  2. Méthodes de programmation
  3. Caractéristiques des différents langages de programmation

#### **Travaux pratiques :**

- TP1. Initiation à Matlab (Transformations géométrique)  
 TP2. Modélisation géométrique et inverse d'un robot Plan (3DDL).  
 TP3. Modélisation cinématique directe et inverse.  
 TP4. Modélisation dynamique d'un robot plan (2DDL).  
 TP5. Génération de trajectoires en mode articulaire et cartésien.  
 TP6. Commande dynamique d'un robot

#### **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

6. 1. M.W. Spong, S. Hutchinson, M. Vidyasagar, Robot Modeling and Control, Wiley, 1ère éd., 2006.
7. 2. J.J. Craig, Introduction to Robotics: Mechanics and Control, Pearson Education, 3ème éd., 2008.
8. 3. Philippe Coiffet, La robotique, Principes et Applications, Hermès, 1992.
9. 4. Reza N. Jazar, Theory of Applied Robotics, Kinematics, Dynamics and Control.

Springer 2007.

10. 5. Mark W. Spong, Seth Hutchinson, and M. Vidyasagar, Robot Modeling and Control, Wiley, 1989.

11. 6. Bruno Siciliano et al, Robotics, Modelling planning and Control, Springer, 2009.

12. 7. W. Khalil & E. Dombre, modélisation, identification et commande des robots, Hermès,

1999.

EMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S8	Techniques d'optimisation avancées		2	4	ASI8.6
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30		1h30		

### Objectifs de l'enseignement :

Les méthodes d'optimisation jouent un rôle extrêmement important dans quasi-totalité des domaines. L'optimisation est une branche des mathématiques qui s'intéresse à minimiser ou maximiser des fonctions ou des fonctionnelles. Le cours introduit les concepts de base et les fondements mathématiques de l'optimisation, les différentes méthodes d'optimisation, et les techniques de l'optimisation avancée et de l'optimisation dynamique (commande optimale). L'objectif est de familiariser l'étudiant avec les méthodes d'optimisation les plus populaires et leur application à des problèmes liés au véhicule électrique.

### Connaissances préalables recommandées:

Calcul différentiel et équation différentielles ordinaires ; Algèbre linéaire et calcul matriciel ; Analyse mathématique.

### Contenu de la matière :

#### Chapitre 1. Concepts de base de l'optimisation

- Formulation et analyse d'un problème d'optimisation.
- Classification des méthodes problèmes d'optimisation.
- Notion de l'optimum.
- Exemples de modélisation.

#### Chapitre 2. Méthodes d'optimisation

- Conditions d'optimalité sans et avec contraintes.
- Méthodes d'optimisation déterministes.
- Méthodes d'optimisation stochastiques.
- Méthodes d'optimisation hybrides.

#### Chapitre 3. Optimisation avancée

- Optimisation globale.
- Optimisation robuste.
- Optimisation multiobjectif.
- Optimisation discrète.

#### Chapitre 4. Optimisation dynamique

- Formulation d'un problème de commande optimale.
- Calcul des variations.

- Principe du minimum.
- Programmation dynamique.
- Commande linéaire quadratique.

**Mode d'évaluation :** Contrôle continu : 40%, Examen final : 60%

### Références

1. Jean-Baptiste HIRIARTY-URRUTY. *L'optimisation*. Presses Universitaires de France, Paris, 1996.
2. Michel BIERLAIRE. *Introduction à l'optimisation différentiable*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 2006.
3. Maïtine BERGOUNIOUX. *Optimisation et contrôle des systèmes linéaires*. Dunod, Paris, 2001
4. Jean-Pierre CORRIOU. *Commande des Procédés*. Lavoisier, Paris, 2004
5. Hisham ABOU-KENDIL. *La commande optimale des systèmes dynamiques*. Lavoisier, Paris, 2004
6. Jean-Pierre CORRIOU. *Méthodes numériques et optimisation. Théorie et pratique pour l'ingénieur*. Editions Lavoisier, Paris, 2010.
7. Patrick SIARRY et Yann COLLETTE. *Optimisation multiobjectif*. Editions Eyrolles, Paris, 2002.
8. Stefanoiu DAN. *Optimisation en sciences de l'ingénieur - métaheuristiques, méthodes stochastiques et aide à la décision*. Editions Hermès, Paris, 2014.
9. Irène CHARON et Olivier HUDRY. *Introduction à l'optimisation continue et discrète avec exercices et problèmes corrigés*. Editions Lavoisier-Hermès, Paris, 2019.

EMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S8	Techniques de l'intelligence artificielle		2	3	ASI8.6
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30		1h30		

### Objectifs de l'enseignement:

Présenter les méthodes et outils nécessaires à l'intégration de la logique floue et des réseaux de neurones dans les schémas d'identification et de commandes de processus industriels. Donner une base théorique indispensable à la compréhension de ces approches et à leur utilisation dans les phases d'analyse, de synthèse et de mise en oeuvre.

### Connaissances préalables recommandées:

L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :

- Systèmes asservis linéaires
- Systèmes échantillonnés ;

### Contenu de la matière:

**Partie I :** Logique floue :

**Chapitre 1.** Introduction à la théorie des ensembles flous

**Chapitre 2.** Raisonnement flou

**Chapitre 3.** Modélisation floue et systèmes d'inférence floue

**Chapitre 4.** Commande floue

**Partie II :** Réseaux de neurones

**Chapitre 1.** Introduction sur les réseaux de neurones

**Chapitre 2.** Modélisations (modèle de Mac Culloch et Pitts, Modélisation générale, Le perceptron, Algorithmes/techniques d'apprentissage)

**Chapitre 3.** Réseaux multicouches

**Chapitre 4.** Application des réseaux de neurones

### Références bibliographiques:

7. Isabelle Borne, Introduction à la commande floue, Technip, 1998.
8. Louis Gacogne, Eléments de logique floue, Hermès - Lavoisier, 1997.
9. B. Bouchon-Meunier, L. Foulloy, M. Ramdani Logique floue : Exercices corrigés et exemples d'applications, Cépaduès, 1998.
10. J. Harris, An Introduction to Fuzzy Logic Applications, Springer, 2000.
11. George J. Klir, Bo Yuan, Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications, Prentice Hall; 1st edition, 1995.
12. P. Borne, M. Benrejeb, J. Haggège, Les réseaux de neurones: Présentation et applications, Technip, Collection : Méthodes et pratiques de l'ingénieur, 2007.
13. Gérard Dreyfus, Manuel Samuelides, Jean-Marc Martinez, Mirta B. Gordon, Fouad Badran, Sylvie Thiria, Laurent Hérault, Réseaux de neurones : Méthodologie et

applications, Eyrolles(2e édition), 2004 .

14. Alain Faure, Classification et commande par réseaux de neurones, Hermès – Lavoisier, 2006.

EMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S8	Conception et réalisation des circuits électriques		1	2	ASI8.7
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
33h45	0h45		1h30		

### Objectifs de l'enseignement:

Appréhender les bases élémentaires permettant d'envisager l'élaboration de circuits électroniques basés sur des circuits imprimés (Printed Circuits Boards) en allant de sa phase de conception jusqu'à sa mise en œuvre.

- Lire, saisir et router un schéma électronique élémentaire au travers d'un logiciel de CAO
- Câbler et assembler un circuit imprimé élémentaire
- Identifier les principaux types de composants de l'électronique
- Vérifier la « bonne » conformité d'un circuit imprimé élémentaire
- Dépanner les bugs élémentaires d'un circuit électronique

### PARTIE 1 - CAO DE PCB

**Objectif : Découvrir et appréhender les notions élémentaires de CAO des circuits imprimés**

- Technologies des PCBs
- Procédés de fabrication des PCBs
- Découverte et prise en main d'un logiciel de CAO
- Saisi de schéma électronique
- Réalisation du routage d'une carte électronique
- Notions de CEM
- Méthodes, règles élémentaires et « bonnes pratiques » pour la CAO

**Aspect pratique :** La CAO sera effectuée par chaque apprenant de façon individuelle au moyen du logiciel « Altium Designer»

### PARTIE 2 - CÂBLAGE ET ASSEMBLAGE DE LA CARTE ÉLECTRONIQUE

**Objectif : Apprendre à assembler et à câbler une carte électronique.**

- Identification, positionnement et soudage des composants
- Méthodes, règles élémentaires et « bonnes pratiques » pour le soudage des composants

**Aspect pratique :** Les circuits imprimés seront distribués aux apprenants au début de la partie 2 de façon à pouvoir réaliser l'assemblage de la carte électronique lors de la séance.

\*Les composants CMS ne pourront être abordés expérimentalement que dans le cadre d'une formation se déroulant sur le site de l'INSA.

### PARTIE 3 - MISE EN OEUVRE EXPÉRIMENTALE, TESTS ET DÉPANNAGE

**Objectifs :** Cette partie sera dédiée à la mise en œuvre expérimentale du circuit électronique réalisé. L'objectif visé consiste à appréhender et à mettre en œuvre les principales étapes à suivre permettant de « qualifier » le circuit électronique réalisé.

- Méthodologie de tests permettant de vérifier la conformité d'un circuit électronique par rapport au cahier des charges fixé.
- Techniques de dépannage & identification des défauts élémentaires
- Prototypage rapide

**Aspect pratique :** Mise en œuvre expérimentale des tests au travers du PCB réalisé ainsi que des circuits présentant de réels défauts.

## **Programmes détaillés des matières du 9<sup>ème</sup> semestre**

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
9	Commande avancée		4	6	ASI9.1
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
90h00	03h00	01h30	01h30		

### **Pré requis : connaissances préalables**

L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :

- Systèmes asservis linéaires
- Système asservis non linéaires

### **Objectifs :**

Ce cours est constitué de deux parties. La première partie concerne la commande prédictive, elle présente les différents types de cette commande et leur mise en oeuvre. La deuxième partie traite la commande adaptative, elle présente les éléments essentiels permettant de mettre en oeuvre cette commande.

### **Contenu de la matière :**

#### **Commande prédictive**

##### **Chapitre 1 : Principes de la commande prédictive**

##### **Chapitre 2 : Commande Prédictive Généralisée**

Modèle de prédiction, prédicteur optimal. Minimisation d'une fonction de coût quadratique à horizon fini. Synthèse du régulateur polynomial RST équivalent. Choix des paramètres de réglage, compromis stabilité, performances, robustesse. GPC sous contraintes.

##### **Chapitre 3 : La commande prédictive à base de modèle d'état**

Modèle de prédiction, prédicteur optimal. Minimisation d'une fonction de coût quadratique à horizon fini, MBPC sous contraintes.

#### **Commande adaptative**

##### **Chapitre 1 : Les différentes méthodes de commande adaptative**

Commande à gains préprogrammés. Commande adaptative directe à modèle de référence. Commande adaptative indirecte avec identification du modèle.

##### **Chapitre 2 : Mise en oeuvre de la commande adaptative**

Structure du régulateur. Structure adaptative directe continue et discrète. Lois de commande d'une structure adaptative indirecte. Stabilité d'un schéma adaptatif. Robustesse et robustification d'un schéma adaptatif.

##### **Chapitre 3 : Identification en commande adaptative**

Structures et algorithmes d'identification : gradient, moindres carrés. Stabilité de l'identificateur, condition d'excitation permanente. Convergence des paramètres.

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40 %(20% TD+20% TP), Examen final 60%

**Bibliographie :**

1. Aström, K., et Wittenmark, B., (1989). "Adaptive Control", Addison-Wesley Editions.
2. Bitmead, R.R., Gevers, M. et Wertz, V., (1990). "Adaptive Optimal Control". The Thinking Man's GPC, Prentice Hall International, Systems and Control Engineering.
3. Boucher, P., et Dumur, D., (1996). "La Commande Prédictive", Éditions Technip, Paris.
4. Isermann, R., Lachmann, K. H., et Matko, D. (1992). "Adaptive control systems", Prentice Hall.
5. Richalet, J., (1993). "Pratique de la Commande Prédictive". Hermès.
6. R. Isermann, Fault-Diagnosis Systems - An Introduction from Fault Detection to Fault Tolerance. Springer, 2006.
7. E. F. Camacho and C. Bordons Alba, Model Predictive Control, Springer 2004.
8. M. Almir, A Pragmatic Story of Model Predictive Control: Self-Contained algorithms and case-studies, Create Space, 2013.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
9	Apprentissage profond		2	5	ASI9.2
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	01h30	-	01h30		

**Prérequis :**

Connaissances de base en programmation (Python ou équivalent)  
 Notions d'algèbre linéaire et de calcul différentiel  
 Compréhension des concepts fondamentaux de l'apprentissage automatique

**Objectif de la matière :**

Cette matière vise à donner aux étudiants une introduction solide aux principes et aux applications de l'apprentissage profond. À l'issue de ce cours, les étudiants seront en mesure de comprendre les concepts clés, d'implémenter des modèles d'apprentissage profond de base et d'appréhender les défis éthiques liés à cette technologie.

**Contenu de la matière :****Chapitre 1 : Principes fondamentaux de l'apprentissage profond**

Définition et historique de l'apprentissage profond  
 Comparaison avec l'apprentissage automatique classique  
 Apprentissage supervisé, non supervisé et par renforcement

**Chapitre 2 : Réseaux de neurones artificiels**

Structure et architecture des réseaux de neurones  
 Fonctions d'activation et optimisation des poids  
 Réseaux multicouches et propagation avant

**Chapitre 3 : Apprentissage par rétropropagation**

Algorithme de rétropropagation  
 Descente de gradient et techniques d'optimisation  
 Overfitting et régularisation

**Chapitre 4 : Principaux types de réseaux de neurones**

Réseaux convolutifs (CNN) pour le traitement d'images  
 Réseaux récurrents (RNN) pour le traitement de séquences  
 Réseaux adversariaux génératifs (GAN) pour la génération de données

**Chapitre 5 : Applications de l'apprentissage profond**

Reconnaissance d'images et de la parole  
 Traitement automatique du langage naturel  
 Robotique et prise de décision

## Chapitre 6 : Outils et bibliothèques pour l'apprentissage profond

Présentation de frameworks populaires (TensorFlow, PyTorch, Keras, etc.)  
Manipulation et prétraitement des données  
Entraînement, évaluation et déploiement des modèles

## Chapitre 7 : Considérations éthiques et enjeux sociétaux

Biais dans les données et les modèles  
Interprétabilité et explicabilité des systèmes à base d'apprentissage profond  
Impacts sociaux et économiques de l'apprentissage profond

### **Références bibliographiques :**

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press.  
LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. nature, 521(7553), 436-444.  
Chollet, F. (2017). Deep Learning with Python. Manning Publications.  
Géron, A. (2019). Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. O'Reilly Media.  
Brownlee, J. (2019). Deep Learning for Natural Language Processing. Machine Learning Mastery.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
9	Traitement de l'image et du son	2	4	ASI9.4
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h00	01h30	-	01h30	

**Prérequis :**

Connaissances de base en programmation (Python ou équivalent)  
 Notions de mathématiques (algèbre linéaire, analyse de Fourier)  
 Avoir suivi le cours d'Introduction à l'apprentissage profond ou posséder des connaissances équivalentes

**Objectif de la matière :**

Cette matière vise à fournir aux étudiants les connaissances et les compétences nécessaires pour le traitement avancé des signaux audio et visuels, en mettant l'accent sur l'utilisation de techniques d'apprentissage profond. Les étudiants acquerront une compréhension approfondie des principes, des méthodes et des applications du traitement de l'image et du son.

**Contenu de la matière :****Chapitre 1 : Fondements du traitement de l'image**

Représentation numérique des images  
 Filtrage spatial et fréquentiel  
 Transformations géométriques et morphologiques

**Chapitre 2 : Techniques classiques de traitement d'image**

Segmentation d'images  
 Extraction de caractéristiques  
 Reconnaissance de formes

**Chapitre 3 : Apprentissage profond pour le traitement d'image**

Réseaux de neurones convolutifs (CNN)  
 Transfer learning et fine-tuning  
 Applications : classification, détection d'objets, segmentation sémantique

**Chapitre 4 : Fondements du traitement du son**

Représentation numérique du son  
 Analyse spectrale et transformée de Fourier  
 Filtrage et égalisation sonore

**Chapitre 5 : Techniques classiques de traitement du son**

Reconnaissance vocale  
 Séparation de sources sonores  
 Synthèse et transformation du son

## **Chapitre 6 : Apprentissage profond pour le traitement du son**

Réseaux de neurones récurrents (RNN) pour le traitement de séquences  
Applications : reconnaissance vocale, synthèse vocale, classification de sons

## **Chapitre 7 : Intégration multimodale image-son**

Réseaux neuronaux multimodaux  
Applications : sous-titrage automatique, description d'images en langage naturel

## **Chapitre 8 : Projet de fin de module**

Mise en pratique des concepts abordés dans un projet personnel  
Présentation et discussion des résultats

### **Références bibliographiques :**

- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). Digital Image Processing (4th ed.). Pearson.  
Oppenheim, A. V., & Schaffer, R. W. (2009). Discrete-Time Signal Processing (3rd ed.). Pearson.  
LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *nature*, 521(7553), 436-444.  
Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press.  
Chollet, F. (2017). Deep Learning with Python. Manning Publications.  
Géron, A. (2019). Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. O'Reilly Media.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
9	Commande des robots		3	5	ASI9.3
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	01h30	01h30	01h30		

**PRE-REQUIS**

- Automatique linéaire et asservissement.
- Notions de base en : cinématique et dynamique.

**Contenu de la matière :****Chapitre 1.** Introduction (1 semaine)

1. Définition et historique
2. Différentes catégories de robots
3. Vocabulaire de la robotique
4. Caractérisation des robots
5. Les différents types de robots manipulateurs
6. Utilisation des robots
7. Avenir de la robotique

**Chapitre 2.** Fondements théoriques et mathématiques préliminaires (2 semaines)

1. Positionnement
  - 1.1. Rotation
  - 1.2. Représentations de la rotation
  - 1.3. Attitude
  - 1.4. Les matrices de transformations homogènes
2. Cinématique
  - 2.1. Vitesse d'un solide
  - 2.2. Vecteur vitesse de rotation
  - 2.3. Mouvement rigide
  - 2.4. Torseur cinématique et composition de vitesses

**Chapitre 3.** Modélisation d'un robot manipulateur (5 semaines)

1. Modèle géométrique
  - 1.1. Convention de Denavit-Hartenberg
  - 1.2. Modèle géométrique direct
  - 1.3. Modèle géométrique inverse
2. Modèle cinématique
  - 2.1. Analyse directe (utilisation du Jacobien direct)
  - 2.2. Analyse inverse (utilisation du Jacobien inverse)
  - 2.3. Notion de Singularité
3. Modèle dynamique
  - 3.1. Formalismes pour la modélisation dynamique
  - 3.2. Méthode de Lagrange : équation de Lagrange, représentation matricielle (matrice d'inertie, matrice de Coriolis, Matrice de gravité).
  - 3.3. Exemple (Robot plan à 1 ou 2DDL)

**Chapitre 4.** Génération de trajectoire (2 semaines)

1. Génération de trajectoires et boucles de commande

2. Génération de mouvement point à point : méthode de base, méthode à profil d'accélération, méthode à profil de vitesse, application dans l'espace articulaire, application dans l'espace cartésien.
3. Génération de mouvement par interpolation : application dans l'espace articulaire et dans l'espace cartésien

**Chapitre 5. Commande des robots (3 semaines)**

1. Commande dynamique
2. Commande par mode glissant

**Chapitre 6. Programmation des robots (2 semaines)**

1. Généralités et objectifs des systèmes de programmation
2. Méthodes de programmation
3. Caractéristiques des différents langages de programmation

**Travaux pratiques :**

- TP1. Initiation à Matlab (Transformations géométrique)  
 TP2. Modélisation géométrique et inverse d'un robot Plan (3DDL).  
 TP3. Modélisation cinématique directe et inverse.  
 TP4. Modélisation dynamique d'un robot plan (2DDL).  
 TP5. Génération de trajectoires en mode articulaire et cartésien.  
 TP6. Commande dynamique d'un robot

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

1. M.W. Spong, S. Hutchinson, M. Vidyasagar, Robot Modeling and Control, Wiley, 1<sup>ère</sup> éd., 2006.
2. J.J. Craig, Introduction to Robotics: Mechanics and Control, Pearson Education, 3<sup>ème</sup> éd., 2008.
3. Philippe Coiffet, La robotique, Principes et Applications, Hermès, 1992.
4. Reza N. Jazar, Theory of Applied Robotics, Kinematics, Dynamics and Control. Springer 2007.
5. Mark W. Spong, Seth Hutchinson, and M. Vidyasagar, Robot Modeling and Control, Wiley, 1989.
6. Bruno Siciliano et al, Robotics, Modelling planning and Control, Springer, 2009.
7. W. Khalil & E. Dombre, modélisation, identification et commande des robots, Hermès, 1999.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
9	Systèmes temps réel	2	3	ASI9.5
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h00	01h30	-	01h30	

### **Objectifs de l'enseignement:**

L'objectif de ce cours est de présenter les notions permettant aux étudiants d'analyser les exigences d'un problème temps-réel, conception de la solution, démonstrations de la correction de la conception proposée, programmation de la solution, validation de la solution, et de concevoir des applications sur un système temps réel.

### **Connaissances préalables recommandées:**

L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :

- Connaissance des bases du fonctionnement des microprocesseurs.
- Connaissance de la programmation en langage C.

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1 : Introduction aux systèmes en temps réel**

Classification des systèmes temps réel (temps réel dur, ferme, souple), structure d'un système temps réel, test d'ordonnabilité, notions de thread, primitives, pseudo-parallélisme...

**Chapitre 2 :** Architecture et fonctionnement d'un noyau temps réel (tâches, interruptions,...)

#### **Chapitre 3 : Techniques de spécifications d'un système TR**

Techniques d'ordonnancement (SRTF, SJF, Round-Robin, ...), Critères de sélection, Algorithme de Rate Monotoring, applications

#### **Chapitre 4 : Programmation concurrente**

Notion de Deadlock, Exclusion mutuelle par sémaphore, synchronisation par événement, Communication, Présentation de sceptra, exemples de coeurs temps réel (VRTX, OS9, Vxworks,...).

#### **Chapitre 5 : Langage de programmation en TR**

Java, ADA, MODULA II

### **TP LabVIEW :**

**TP1 :** Initiation programmation

**TP2 :** Gestion des taches

**TP3 :** Interruptions, signaux, événements

**TP4 :** Ordonnancement

**TP5** : Synchronisation, communication

**TP6** : Gestion du temps

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

**Références bibliographiques:**

1. Francis Cottet, Emmanuel Grolleau, Sébastien Gérard, Jérôme Hugues, Yassine Ouhammou, Systèmes temps réel embarqués : Spécification, conception, implémentation et validation temporelle, - 2e édition, Dunod, 2014.
2. Francis Cottet, Emmanuel Grolleau, Systèmes temps réel de contrôle-commande : Conception et implémentation Relié, Dunod, 2005.
3. B. Nichols, D. Buttlar, J. Proulx Farrel, O'Reilly, Pthreads programming, (1996)
4. Maryline Chetto, Ordonnancement dans les systèmes temps réel, ISTE, 2014.
5. Jane W. S. Liu, « Real-time Systems », Prentice Hall, 2000
6. Christian Bonnet. Isabelle Demeure, Introduction aux systèmes temps réel. Collection pédagogique de télécommunications, Hermès, septembre 1999.
7. A. Dorseuil and P. Pillot. Le temps réel en milieu industriel. Edition DUNOD, Collection Informatique Industrielle, 1991.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
9	Instrumentation virtuelle		2	3	ASI9.6
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	01h30	-	01h30		

**Objectifs :**

Comprendre les concepts et les technologies de l'instrumentation virtuelle  
 Développer des compétences pratiques pour la conception et l'utilisation d'applications d'instrumentation virtuelle  
 Pouvoir mettre en œuvre des solutions d'instrumentation virtuelle dans différents contextes industriels

**Contenu de la matière :****Chapitre 1 : Introduction à l'instrumentation virtuelle**

Définition et historique de l'instrumentation virtuelle  
 Composants d'un système d'instrumentation virtuelle  
 Avantages et applications de l'instrumentation virtuelle

**Chapitre 2 : Environnements de développement**

LabVIEW : architecture, interface utilisateur et programmation  
 Autres environnements (National Instruments DIAdem, Matlab/Simulink, etc.)  
 Comparaison des environnements et critères de choix

**Chapitre 3 : Acquisition et traitement des données**

Cartes d'acquisition de données (DAQ)  
 Capteurs et conditionneur de signaux  
 Techniques de filtrage et d'analyse des signaux  
 Interfaçage avec des instruments de mesure

**Chapitre 4 : Visualisation et contrôle**

Création d'interfaces utilisateur personnalisées  
 Affichage de données en temps réel (jauges, graphiques, etc.)  
 Paramétrage et automatisation des processus

**Chapitre 5 : Connectivité et interopérabilité**

Communication avec des périphériques externes  
 Intégration avec des systèmes existants (automates, ERP, etc.)  
 Partage de données et collaboration à distance

**Chapitre 6 : Applications avancées**

Simulations et modélisations dynamiques  
 Acquisition et analyse de données distribuées  
 Inspection et contrôle de qualité  
 Maintenance prédictive

**Travaux pratiques :**

Prise en main de l'environnement de développement (LabVIEW)  
Conception d'interfaces utilisateur personnalisées  
Acquisition et traitement de données de différents capteurs  
Réalisation d'applications d'instrumentation virtuelle complètes  
Interfaçage avec des instruments de mesure et des automates

**Références bibliographiques :**

Bitter, R., Mohiuddin, T., & Nawrocki, M. (2006). LabVIEW: Advanced Programming Techniques. CRC Press.  
Travis, J., & Kring, J. (2006). LabVIEW for Everyone: Graphical Programming Made Easy and Fun. Prentice Hall.  
Essick, J. (2016). Hands-On Introduction to LabVIEW for Scientists and Engineers. Oxford University Press.  
Johnson, G. W., & Jennings, R. (2006). LabVIEW Graphical Programming. McGraw-Hill Education.  
Bress, T. (2013). Effective LabVIEW Programming. National Instruments Corporation.  
Bishop, R. H. (2015). LabVIEW 2015 Help Manual. National Instruments.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
9	Conception et développement WEB		2	3	AI9.7
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	01h30	-	01h30		

**Objectifs :**

Acquérir les compétences de base en conception et développement de sites web  
 Maîtriser les technologies et les langages clés du développement web  
 Être capable de concevoir et réaliser des sites web modernes et fonctionnels

**Contenu de la matière :****Chapitre 1 : Introduction au développement web**

Historique et évolution du web  
 Composants d'un site web (front-end, back-end, base de données)  
 Principaux langages et technologies du web

**Chapitre 2 : HTML et CSS**

Structure et sémantique HTML  
 Mise en forme avec CSS (positionnement, typographie, couleurs, etc.)  
 Principes du responsive design

**Chapitre 3 : JavaScript et interactivité**

Syntaxe et concepts de base de JavaScript  
 Manipulation du DOM avec JavaScript  
 Gestion des événements et interactivité

**Chapitre 4 : Frameworks et bibliothèques JavaScript**

Introduction à React, Vue.js et Angular  
 Concepts de composants et de state  
 Routage, gestion des données et déploiement

**Chapitre 5 : Back-end et APIs**

Langages de back-end (PHP, Node.js, Python, etc.)  
 Développement d'APIs REST et GraphQL  
 Intégration front-end / back-end

**Chapitre 6 : Gestion de contenu et déploiement**

Systèmes de gestion de contenu (CMS)  
 Hébergement, domaines et déploiement  
 Optimisation des performances web

**Travaux pratiques :**

Création de pages web statiques avec HTML et CSS  
Développement d'interactions dynamiques avec JavaScript  
Mise en place d'une application web avec un framework JavaScript  
Conception d'une API RESTful et de son interface front-end  
Déploiement et optimisation d'un site web

**Références bibliographiques :**

Duckett, J. (2011). HTML and CSS: Design and Build Websites. Wiley.  
Duckett, J. (2014). JavaScript and jQuery: Interactive Front-End Web Development. Wiley.  
Freeman, A. (2017). Pro React 16. Apress.  
Zakas, N. C. (2018). Professional JavaScript for Web Developers. Wiley.  
Firtman, M. (2018). High Performance Mobile Web. O'Reilly Media.  
Schull, P. (2016). Head First PHP & MySQL. O'Reilly Media.  
Guay, E., & Lardinois, F. (2015). PHP & MySQL: Novice to Ninja. SitePoint.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
9	Industrie 4.0	1	1	ASI9.8
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
22h30	01h30	-	-	

**Objectifs :**

Comprendre les concepts clés et les technologies de l'Industrie 4.0  
 Analyser les défis et les opportunités liés à l'Industrie 4.0  
 Développer des compétences pratiques pour la mise en œuvre de solutions Industrie 4.0

**Contenu de la matière :****Chapitre 1 : Introduction à l'Industrie 4.0**

Définition et évolution de l'Industrie 4.0  
 Principes fondamentaux : cyber-physique, internet industriel, smart factory  
 Exemples d'application dans différents secteurs industriels

**Chapitre 2 : Technologies-clés de l'Industrie 4.0**

Systèmes cyber-physiques (capteurs, actionneurs, automates)  
 Internet des objets industriels (IIoT) et connectivité  
 Robotique avancée et cobotique  
 Analytics, intelligence artificielle et big data

**Chapitre 3 : Intégration des systèmes et interopérabilité**

Architectures orientées services (SOA)  
 Normes et standards de communication (OPC-UA, MQTT, etc.)  
 Gestion des données et des informations (PLM, MES, ERP)

**Chapitre 4 : Transformation numérique des processus**

Simulation et jumeaux numériques  
 Maintenance prédictive et optimisation des opérations  
 Gestion de la chaîne logistique et supply chain 4.0

**Chapitre 5 : Enjeux organisationnels et humains**

Évolution des compétences et de l'organisation du travail  
 Acceptation du changement et accompagnement des collaborateurs  
 Sécurité et cybersécurité des systèmes industriels

**Chapitre 6 : Étude de cas et implémentation**

Bonnes pratiques et retours d'expérience  
 Méthodologies d'implémentation de l'Industrie 4.0

Cadre réglementaire et normatif

**Travaux pratiques et projets :**

Analyses de cas d'usage Industrie 4.0  
Simulation de systèmes cyber-physiques  
Conception d'un prototype de solution Industrie 4.0  
Élaboration d'un plan de transformation numérique

**Références bibliographiques :**

Lasi, H. et al. (2014). Industry 4.0. Business & Information Systems Engineering.  
Rojko, A. (2017). Industry 4.0 Concept: Background and Overview. iJIM.  
Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A Survey on Technologies, Applications and Open Research Issues. Journal of Industrial Information Integration.  
Toro, C. et al. (2015). The Transition Towards the Smart Factory System: An Architectural Approach Centred on Use Cases and Technologies. International Journal of Computer Integrated Manufacturing.  
Brettel, M. et al. (2014). How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering.  
Sung, T. K. (2018). Industry 4.0: A Korea Perspective. Technological Forecasting and Social Change.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
9	Recherche documentaire et conception de mémoire		1	1	ASI9.9
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	01h30	-	-		

### **Objectifs :**

Développer les compétences des étudiants en matière de recherche documentaire efficace  
 Guider les étudiants dans la conception et la rédaction de leur mémoire de fin d'études  
 Inculquer des méthodes et des outils pour la gestion de projet appliqués à la réalisation du mémoire

### **Contenu de la matière :**

#### **Chapitre 1 : Introduction à la recherche documentaire**

Définition et enjeux de la recherche documentaire  
 Typologie des sources d'information (primaires, secondaires, tertiaires)  
 Stratégies de recherche et techniques d'interrogation des bases de données

#### **Chapitre 2 : Gestion des références bibliographiques**

Normes de citation et de référencement (styles APA, IEEE, Harvard, etc.)  
 Outils de gestion bibliographique (Zotero, Mendeley, EndNote, etc.)  
 Techniques d'organisation et de classement des sources

#### **Chapitre 3 : Méthodologie de la recherche documentaire**

Élaboration de la problématique et des objectifs de recherche  
 Revue de la littérature et synthèse critique des connaissances  
 Prise de notes et rédaction des fiches de lecture

#### **Chapitre 4 : Conception et planification du mémoire**

Structure et éléments constitutifs d'un mémoire  
 Définition du plan et organisation du travail  
 Gestion du temps et du projet de mémoire

#### **Chapitre 5 : Rédaction et mise en forme du mémoire**

Techniques de rédaction académique  
 Mise en forme selon les normes et consignes  
 Relecture, correction et finalisation du document

#### **Chapitre 6 : Présentation orale et soutenance**

Préparation de la présentation du mémoire  
Techniques de communication orale efficace  
Gestion du temps et de l'interaction avec le jury

**Travaux pratiques et projets:**

Recherches documentaires supervisées  
Conception d'un plan de mémoire  
Rédaction d'un extrait de mémoire  
Préparation et simulation de soutenance

**Références bibliographiques :**

Eco, U. (2015). Comment écrire sa thèse. Flammarion.  
Couzinet, V. (2015). La recherche documentaire. Lavoisier.  
Mallet, A. (2017). Méthodologie de la recherche en sciences sociales. Dunod.  
Lebrun, M. (2007). Théories et méthodes pour enseigner et apprendre. De Boeck Supérieur.  
Karsenti, T., & Savoie-Zajc, L. (2011). La recherche en éducation. ERPI.  
Quivy, R., & Van Campenhoudt, L. (2006). Manuel de recherche en sciences sociales. Dunod.