

*Licence de Physique*

**Mention : Instrumentation et mesure**

**Parcours : Instrumentation et mesure**

### Semestre -1- volume horaire : 28

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume des heures de formation présentielle (14 semaines)				Nombre de Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	Autres	ECU E	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régim e mixte
1	UE : Mathématiques 1	UEF110	UEF111	Algèbre	1,5	1,5			3	6	1,5	3		X
			UEF112	Analyse	1,5	1,5			3		1,5			
2	UE : Chimie	UEF120	UEF120	Chimie générale	1,5	1,5	1		4	4	2	2		X
3	UE : Physique 1	UEF130	UEF131	Mécanique 1	1,5	1,5	1		3	6	1,5	3		X
			UEF132	Optique géométrique & instruments	1,5	1,5	1		3		1,5			
4	UE : Physique 2	UEF140	UEO140	Electrostatique	1,5	1,5	1		4	4	2	2		X
5	UE : Informatique 1	UEF150	UEF150	Algorithmique & programmation	1,5		1,5		4	4	2	2	X	
6	UE : Unité transversale	UET160	UT161	Techniques de communication				1,5	3	6	1,5	3	X	
			UT162	2CN				1,5	3		1,5			
TOTAL 28h00					10,5	9	5,5	3	30	30	15	15		

**Semestre -2 volume horaire : 27.5**

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume des heures de formation présentielle (14 semaines)				Nombre de Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	Autres	ECU E	UE	ECUE	UE	Contrôl e continu	Régime mixte
1	UE : Mathématiques 2	UEF210	UEF211	Algèbre 2	1,5	1,5			3	6	1,5	3		X
	Com :		UEF212	Analyse 2	1,5	1,5			3		1,5			
2	UE : Physique 3	UEF220	UEF220	Mécanique 2	1,5	1,5	1		4	4	2	2		X
	Com :													
3	UE : Physique 4	UEF230	UEF231	Magnétostatique & Phénomènes d'induction	1,5	1,5	1		3	6	1.5	3		X
	Com :		UEF232	Electrocinétique & circuits électriques	1,5	1,5	1		3		1.5			
4	UE : Chimie 2	UEF240	UEF241	Chimie inorganique & cinétique	1,5	1,5	1		4	4	2	2		X
	Com :		UEF242											
5	UE : Informatique 2	UEF210	UEO211	Programmation et interfaçage	1,5		1		4	4	2	2	X	
	Com :		UEO212											
6	UE :	UET260	UET261	Techniques de communication				1.5	3	6	1.5	3	X	
	Com :		UET262	2CN				1.5	3		1.5			
<b>TOTAL: 27h50</b>		<b>Com :</b>			<b>10,5</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>15</b>		

### Semestre -3 volume horaire : 30.0

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Élément constitutif d'UE (ECUE)	Volume des heures de formation présentielles (14)				Nombre de Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	Autres	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime Mixte
1	UE :Mathématiques	UEF310	UEF311	Analyse harmonique et Analyse statistique	1,5	1,5			4	4	2	2		X
2	UE : Electronique		UEF320	UEF321	Electronique analogique	1,5	1,5	1		3	6	1.5	3	
3	Com :	UEF330		UEF322	Electronique numérique	1,5	1,5			3	6	1,5	3	
	UE : Thermodynamique et Transferts thermiques		UEF431	Thermodynamique	1,5	1,5			3	6	1.5	3		X
4	UE : Electromagnétisme /ondes	UEF340	UEF340	Electromagnétisme	1.5	1,5			3	6	1.5	3		X
			UEF341	Métrologie	1.5		1		3	6	1.5	3		X
5	UE : Activités Pratiques	UEAP350	UEAP351	Stage, prototypage, travail sur terrain, Projet Personnel, ....			3		4	4	2	2	X	
6	UE :	UET360	UET361	Anglais				1.5	2	4	1	2	X	
	Com :		UET362	Culture d'entreprise				1.5	2	4	1	2	X	
<b>TOTAL = 28.5 heures</b>					<b>10,5</b>	<b>09</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>15</b>		

### Semestre -4- Volume horaire 30.0

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Élément constitutif d'UE (ECUE)	Volume des heures de formation présentielle (14 semaines)				Nombre de Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	Autres	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrô continu	Régime Mixte
1	UE :Automatique/Alimentation Com :	UEF410	UEF411	Automatique	1,5	1,5	1,5		4	6	2	3		X
			UEF412	Les alimentations Electroniques	1.5				2		1			X
2	UE : Instrumentation /signal Com :	UEF420	UEF421	Physique des ondes	1.5	1,5	1,5		4	6	2	3		X
			UEF422	Concepts quantiques	1.5	1,5			2		1			X
3	UE : Métrologie et capteurs Com :	UEF430	UEF431	Traitement de signal	1,5	1,5			4	6	2	3		X
			UEF432	Capteurs et actionneurs	1.5		1,5		2		1			X
4	UE : Options de parcours Com :	UEO440	UEO441	Option de parcours 1	1.5		1,5		2	4	1	2		X
			UEO442	Option de parcours 2	1.5				2		1			X
5	UE : Com :	UET350	UET451	Anglais				1.5	3	6	1.5	3	X	
			UET452	Culture d'entreprise				1.5	3		1.5			
6	UE : Activités Pratiques	UEAP360	UEAP3561	Stage, prototypage, travail sur terrain, Projet Personnel,....			3			4	2	2	X	
<b>TOTAL = 30 heures</b>					<b>12</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>15</b>		

### Semestre -5- Volume horaire 29.5

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Élément constitutif d'UE (ECUE)	Volume des heures de formation présentielles (14)				Nombre de Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	Autres	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime Mixte
1	UE : Automatismes/hyperfréquences	UEF510	UEF511	Automate Programmable Industriel : API	1.5		1		3	6	1.5	3		X
	Com :		UEF512	Hyperfréquences	1,5	1,5			3		1.5			X
2	UE : Electronique Industriel	UEF520	UEF521	Electronique de puissance	1.5	1,5	1		3	6	1.5	3		X
	Com :		UEF522	Electrotechnique	1.5	1,5			3		1.5			X
3	UE :Physique des Semiconducteurs & Concepts quantiques	UEF530	UEF531	Physique des semiconducteurs	1.5	1,5	1		3	6	1.5	3		X
			UEF532	Electronique d'instrumentation I	1.5	1,5			3		1.5			X
4	UE : Options de parcours	UEO540	UEO541	Option de parcours 1	1.5		1,5		2	4	1	2		X
	Com :		UEO542	Option de parcours 2	1.5				2		1			X
5	UE :	UET550	UET551	Anglais				1.5	3	6	1.5	3	X	
	Com :		UET552	Culture d'entreprise				1.5	3		1.5			
6	UE : Activités pratiques	UEAP560	UET561	Stage, prototypage, travail sur terrain, Projet Personnel, ....			3		4	4	2	2	X	
<b>TOTAL = 30 heures</b>					<b>12</b>	<b>7,5</b>	<b>7,5</b>	<b>3</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>15</b>		

### Semestre -6- Volume horaire 28.5heures

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume des heures de formation présentielle (14 semaines)				Nombre de Crédits accordés		Coefficients		Modali té d'évaluati	
					Cours	TD	TP	Autres	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrô contin u	Régime mixte
1	UE : Metrologie II	UEF610	UEF611	Technique d'analyse numérique	1.5		1,5		3	6	1.5	3		X
	Com :		UEF612	Qualité et contrôle statistique	1.5	1,5			3		1.5		x	
2	UE : Instrumentation/CAO	UEF620	UEF511	Technologie et CAO	1.5		1,5		3	6	1.5	3		X
	Com :		UEF512	Electronique d'instrumentation 2	1.5	1,5			3		1.5		X	
3	UE : Programmation avancée	UEF630	UEF631	Programmation des sytèmes embarqués	1.5		1.5		3	6	1.5	3		X
	Com :		UEF632	Bus et interfaces	1.5				3		1.5		X	
4	UE : Options de parcours	UEO640	UEO641	Option de parcours 1	1.5		1,5		3	6	1.5	3		x
	Com :		UEO642	Option de parcours 2	1.5	1.5			3		1.5		x	
5	UE : Activités pratiques	UEAP650	UEAP651	Stage, prototypage, travail sur terrain, Projet Personnel, ....			6		6	6	3	3	x	
<b>TOTAL = 28.5heures</b>					12	3	12		30	30	15	15		

**CONTENUS DES PROGRAMMES DE LA LICENCE PHYSIQUE :  
INSTRUMENTATION ET MESURES**

**Semestre 1**

**Titre du Module : Algèbre 1**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD) Crédits : 3 Coefficient : 1.5**

**Semestre : S1**

<b>Chapitre 1</b>	<b>Structures algébriques : Groupe, anneau, corps,</b>
<b>Chapitre 2</b>	<b>Notions sur les polynômes</b>
<b>Chapitre 3</b>	<b>Notions sur les fractions rationnelles</b>
<b>Chapitre 4</b>	<b>Introduction aux Espaces vectoriels</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>sous-espaces,</i></li><li>• <i>familles libres,</i></li><li>• <i>bases des espaces de dimension finie</i></li><li>• <i>espace vectoriel de fonctions</i></li></ul>

Titre du Module : **Analyse 1**

Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD) Crédits : 3 Coefficient : 1.5 Semestre : S1

<b>Chapitre 1</b>	<b>Titre : Corps des nombres réels :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Rappel des ensemble <math>N, Z, Q</math></li><li>• Construction de <math>R</math> (définition axiomatique, propriétés de la bornes supérieure, )</li><li>• Propriétés de <math>R</math> (valeur absolue, <math>R</math> est archimidien, partie entière, ..)</li><li>• Applications (caractérisation des intervalles, racine carrée, coupures)</li></ul>
<b>Chapitre 2</b>	<b>Titre: Suites numériques</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Suites arithmétiques,</li><li>• Suites géométriques et de Cauchy,</li><li>• Convergence,</li><li>• Critères de convergence <math>Q</math> est dense dans <math>R</math>,</li></ul>
<b>Chapitre 3</b>	<b>Fonctions d'une variable réelle à valeur réelle :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Limites,</li><li>• Continuité,</li><li>• Différentiabilité, dérivées, dérivée de fonction composée,</li><li>• Théorème des accroissements finis,</li><li>• Formules de Taylor à l'ordre 1</li></ul>
<b>Chapitre 4</b>	<b>Titre : Fonctions à plusieurs variables réelles à valeur réelle</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Continuité,</li><li>• Différentielle, dérivées partielles,</li><li>• Extrema,</li><li>• Formule de Taylor à l'ordre 2 et plus</li><li>• .</li></ul>

**Titre du Module : Mécanique 1****Volume horaire : 56 heures (21 h : Cours, 21 h : TD ; 14h TP ) Crédits : 3 Coefficient : 1.5****Semestre: S1**

<b>Chapitre 1</b>	<b>Titre : Pré requis et outils mathématiques</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Calcul vectoriel : produit scalaire (norme), produit vectoriel, Fonctions à plusieurs variables, dérivation</li><li>• Analyse vectorielle : les opérateurs gradient, rotationnel,...</li><li>• Les systèmes de coordonnées : le système cartésien, cylindrique et sphérique (expliquer leur intérêt en physique en général et en mécanique en particulier)</li></ul>
<b>Chapitre 2</b>	<b>Titre : Cinématique du point matériel</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Notion de référentiel et de repérage d'un point matériel</li><li>• Définition du vecteur vitesse et son expression dans les différents systèmes de coordonnées (système cartésien, cylindrique et sphérique)</li><li>• Définition du vecteur accélération et son expression dans les différents systèmes de coordonnées (système cartésien, cylindrique et sphérique)</li><li>• Définition de la base de Serret-Frenet : Notion d'abscisse curviligne et sa signification, expression de la vitesse et de l'accélération dans la base de Serret-Frenet, notion de vecteur tangent et normal, définition du rayon de courbure et du centre de courbure (à chaque fois, la signification physique de chaque grandeur sera précisée).</li></ul>
<b>Chapitre 3</b>	<b>Titre : Changement de référentiel-Composition des mouvements</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Notion d'observateur, Définitions des vecteurs position, vitesse et accélération par rapport à deux référentiels différents : Interprétation physique</li><li>• Relation entre les vecteurs vitesse définis par rapport à deux référentiels différents : loi de composition des vitesses : Interprétation physique</li><li>• Relation entre les vecteurs accélération définis par rapport à deux référentiels différents : loi de composition des accélérations : Interprétation physique</li></ul>
<b>Chapitre 4</b>	<b>Titre : Dynamique du point matériel</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Les lois de Newton : Principe fondamental de la dynamique et notion de référentiel galiléen</li><li>• Approfondissement de la notion de référentiel galiléen : exemples de référentiels galiléens par rapport à un mouvement prédéfini</li><li>• Principe fondamental par rapport à un référentiel non galiléen : notion de forces d'inertie</li><li>• Théorème du moment cinétique</li><li>• Notion de travail et de puissance d'une force par rapport à un référentiel</li><li>• Notion de mouvement sans frottements</li><li>• Théorèmes énergétiques : théorème de l'énergie cinétique, théorème de l'énergie mécanique</li></ul>

**Titre du Module : Optique géométrique**

Volume horaire : 56 heures (21 h : Cours, 21 h : TD ; 14h TP)

Crédits : 3 Coefficient : 1.5

Semestre: S1

<b>Chapitre 1</b>	<b>Fondements de l'optique géométrique</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Notions sur les ondes, longueur d'onde, plans d'onde, indice de réfraction d'un milieu</li><li>• Principe de propagation rectiligne de la lumière</li><li>• limite de validité de l'optique géométrique</li><li>• chemin optique et principe de Fermat</li><li>• Lois de Descartes et application à l'étude d'un prisme</li></ul>
<b>Chapitre 2</b>	<b>Formation des images</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Objets et images</li><li>• aplanétisme</li><li>• systèmes centrés dans l'approximation de Gauss</li><li>• notion de stigmatisme</li></ul>
<b>Chapitre 3</b>	<b>Systèmes optiques à faces sphériques</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Miroirs sphériques application au miroirs plans</li><li>• dioptrés sphériques et application aux dioptrés plans</li><li>• Donner les formules de conjugaison dans l'approximation de Gauss sans les établir</li><li>• lentilles minces</li><li>• formules de conjugaison et de grandissement d'une lentille mince</li><li>• construction d'images</li></ul>
<b>Chapitre 4</b>	Instrumentation <ol style="list-style-type: none"><li>1- Loupe</li><li>2- Oeil</li><li>3- Telescope</li><li>4- Microscope</li></ol>

Titre du Module : **Electrostatique**

Volume horaire : 56 heures (21 h : Cours, 21 h : TD ; 14hTP) Crédits : 4 Coefficient : 2

Semestre: S1

<b>Chapitre 1</b>	<b>Titre : Charge électrique et interaction électrostatique</b> 5- Electrification et charges électriques 6- Force d'interaction électrostatique-Loi de Coulomb 7- Distribution continue de charges-Densité de charges • □ Applications
<b>Chapitre 2</b>	<b>Titre : Champ et potentiel électrostatiques</b> • Champ créé par: une charge ponctuelle, un ensemble de charges, une distribution continue de charges • Circulation du champ électrostatique, potentiel électrostatique • Relation entre champ et potentiel électrostatiques • Energie potentielle d'interaction d'un système de charges ponctuelles, Energie d'interaction d'une distribution continue de charges • Applications
<b>Chapitre 3</b>	<b>Titre : Dipôle électrostatique</b> • Dipôle électrostatique isolé : définition, moment dipolaire, potentiel électrostatique, champ électrostatique (approximation dipolaire), lignes de champ et surfaces équipotentielles (applications) • Dipôle placé dans un champ extérieur
<b>Chapitre 4</b>	<b>Titre : Flux du champ électrostatique – Théorème de Gauss</b>  • Flux du champ et théorème de Gauss • Notion de symétries • Application du théorème de Gauss au calcul du champ électrostatique • Exemples d'application • Relations de passage • Equations locales du champ et du potentiel
<b>Chapitre 5</b>	<b>Titre : Les conducteurs en équilibre électrostatique</b> • Conducteurs en équilibre électrostatique : généralités, propriétés d'un conducteur en équilibre électrostatique, champ au voisinage d'un conducteur en équilibre (théorème de Coulomb), pression électrostatique

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systèmes de conducteurs en équilibre électrostatique, Influence électrostatique, pouvoir des pointes</li> <li>• □ Coefficients de capacité et d'influence d'un système de conducteurs en équilibre-les condensateurs, Associations de condensateurs.</li> </ul>
--	--

**Titre du Module : Chimie générale**

**Volume horaire : 56 heures (21 h : Cours, 21 h : TD ; 14h TP) Crédits : 4 Coefficient : 2 Semestre: S1**

<b>Chapitre 1</b>	<p><b>Titre : Notions d'atomistique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'atome, le tableau périodique</li> <li>• rayonnement et excitation des atomes.</li> <li>• Principes physiques du modèle de Bohr,</li> <li>• insuffisance du modèle classique et présentation du modèle quantique.</li> <li>• Atome d'hydrogène et polyélectronique.</li> <li>• Configuration électronique et remplissage des orbitales (principe Aufbau, règle de Hund, postulat de Pauli).</li> </ul>
<b>Chapitre 2</b>	<p><b>Titre: Introduction à la chimie des solutions</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acides et bases en solution aqueuse.</li> <li>• Equilibres d'oxydo-réduction.</li> <li>• Piles.</li> </ul>
<b>Chapitre 3</b>	<p><b>Introduction à la Thermodynamique chimique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grandeurs thermodynamiques</li> <li>• Principes de la thermodynamique</li> <li>• Application du premier et deuxième principe aux réactions chimiques :</li> <li>• grandeurs de réaction, potentiel chimique principe d'évolution et d'équilibre</li> </ul>

**Titre du Module : Algorithme et programmation**

Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TP) Crédits : 4 Coefficient : 2 Semestre: S1

<b>Chapitre 1</b> <i>(2séances de cours)</i>	<b>Introduction à l'informatique</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Interaction homme-machine (<i>langage de communication, temps de réponse, analyse et automatisation,....</i>)</li><li>• Présentation sommaire des éléments de la machine (<i>brièvement l'architecture d'un ordinateur, codage binaire, langage machine</i>)</li><li>• Introduction aux langages de programmation (<i>création de langages pour se rapprocher du vocabulaire de l'homme et des interpréteurs ou compilateurs pour transformer ces langages en langage machine, édition d'un programme, compilation, exécution, test, erreur de syntaxe erreur d'analyse</i>)</li><li>• Introduction à l'algorithmique (<i>analyse d'un problème et écriture de l'algorithme indépendamment du langage</i>)</li></ul>
<b>Chapitre 2</b> <i>(4 séances de cours)</i>	<b>Introduction au Langage des algorithmes</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Différentes étapes d'un algorithme (<i>définition et analyse d'un problème, écriture d'un algorithme, programmation, compilation, test du programme</i>)</li><li>• Structure d'un algorithme (<i>schéma d'un algorithme, type de base des variables et des constantes</i>)</li><li>• Les instructions de bases (<i>affectation, opérations arithmétiques, opérations logiques, entrées et sorties</i>)</li><li>• Structures conditionnelles</li><li>• Structure itératives</li><li>• Applications : <i>algorithmes fondamentaux recherche d'un élément, parcours, tri, .....</i></li></ul>
<b>Chapitre 3</b> <i>(4 séances de cours)</i>	<b>Introduction au langage de programmation (Python)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Entête</li><li>• Instruction d'entrée /sortie</li><li>• Type et déclaration des variables</li><li>• Instruction de base</li><li>• Instructions conditionnelles et itératives</li><li>• Fonctions et procédure de base</li><li>• Applications</li></ul>
<b>Chapitre 4</b> <i>(4 séances de cours)</i>	<b>Notions avancées de programmation</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Traitement des chaînes de caractères</li><li>• Fonctions et procédures</li><li>• Notions sur les fichiers</li><li>• Applications</li></ul>

12 séances de TP

- Une séance pour l'édition, compilation et exécution d'un programme fourni
- Une séance pour la manipulation des formats des entrées sortie
- Une séance pour l'écriture d'un programme d'opérations arithmétiques
- Une séance pour l'application des structures conditionnelles

- *Une séance pour l'application des structures itératives*
- *4 séances pour écrire des programmes de base*
- *Une séance pour utiliser les fonctions*
- *Une séance pour utiliser les procédures*
- *Une séance pour utiliser les fichiers*

## SEMESTRE 2

**Titre du Module : Analyse 2**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD) Crédits : 3 Coefficient : 1.5**

**Semestre: S2**

<b>Chapitre 1</b>	<b>Titre : Fonctions analytiques usuelles</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Fonction exponentielle,</li><li>• Fonction logarithmique,</li><li>• Fonction hyperbolique,</li><li>• Fonction réciproque</li><li>• Etc</li></ul>
<b>Chapitre 2</b>	<b>Titre : Développements limités</b>
<b>Chapitre 3</b>	<b>Titre : Primitives et intégrals</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Introduction à la notion d'intégrale à l'aide d'aire,</li><li>• théorème fondamental de l'analyse,</li><li>• calcul de primitives,</li><li>• intégration des fractions rationnelles,</li><li>• techniques de calcul des primitives</li></ul>
<b>Chapitre 4</b>	<b>Titre : Notions sur les courbes paramétrées élémentaires et les courbes polaires</b>
<b>Chapitre 5</b>	<b>Titre : Equations différentielles linéaires</b>

**Titre du Module : Algèbre 2**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 3**

**Coefficient : 1.5**

**Semestre: S2**

<b>Chapitre 1</b>	<b>Titre: Applications linéaires,</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Homomorphisme,</li><li>• endomorphismes,</li><li>• matrices, changement de base</li><li>• Théorème du rang, déterminant.</li></ul>
<b>Chapitre 2</b>	<b>Titre : Diagonalisation des matrices.</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Valeurs propres,</i></li><li>• <i>vecteurs propres,</i></li><li>• <i>matrices de passage</i></li></ul>
<b>Chapitre 3</b>	<b>Titre : Systèmes linéaires</b>

**Titre du Module : Mécanique 2**

**Volume horaire : 56 heures (21 h : Cours, 21 h : TD et 14h TP) Crédits : 4 Coefficient : 2**

**Semestre: S2**

<b>Chapitre 1</b>	<b>Titre : .Système de deux points matériels</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Dynamique et notion de particule fictive</li><li>• Collision entre deux points matériels</li><li>• Lois de conservation, choc à une dimension : chocs élastiques et chocs mous, chocs élastiques à deux dimensions</li><li>• Applications</li></ul>
<b>Chapitre 2</b>	<b>Titre : Interaction de gravitation</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Loi d'attraction universelle, champ de potentiel de gravitation, énergie potentielle de gravitation</li><li>• Application aux mouvements des planètes</li></ul>
<b>Chapitre 3</b>	<b>Titre : Oscillateurs harmoniques</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Description du mouvement</li><li>• Etude énergétique</li><li>• Analogie électromécanique</li></ul>
<b>Chapitre 4</b>	<b>Titre : Oscillations libres, amorties et forcées</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Mise en équation et caractéristiques</li><li>• Analogie électromécanique</li></ul>

**Titre du Module: Magnétostatique et phénomènes d'induction**

**Volume horaire : 56 heures (21 h : Cours, 21 h : TD 14h TP) Crédits : 3 Coefficient : 1.5**

**Semestre: S2**

<b>Chapitre 1</b>	<b>Titre: Courants et conducteurs</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Densité de courant</li><li>• Equation de continuité,</li><li>• Loi d'Ohm.</li></ul>
<b>Chapitre 2</b>	<b>Titre: Champ magnétique</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Loi de Biot et Savart,</li><li>• théorème d'Ampère,</li><li>• calcul de champs magnétiques créés par des courants permanents,</li><li>• potentiel vecteur,</li><li>• équations locales de la magnétostatique</li></ul>
<b>Chapitre 3</b>	<b>Titre: Phénomènes d'induction</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Phénomènes d'induction (circuit dans un champ magnétique variable et circuit mobile dans un champ magnétique permanent),</li><li>• force de Laplace,</li><li>• théorème de Maxwell,</li><li>• énergie magnétique,</li><li>• application aux circuits couplés</li></ul>

**Titre du Module : Electrocinétique et circuits électriques**

**Volume horaire : 56 heures (21 h : Cours, 21 h : TD 14h TP ) Crédits : 3 Coefficient : 1.5**

**Semestre: S2**

<b>Chapitre 1</b>	<b>Titre : Les circuits électriques</b> Courant, tension: (Vecteur densité de courant, courant électrique, résistivité, lois d'Ohm, lois de Joule...) Les dipôles électriques (actifs, passifs...) <ul style="list-style-type: none"><li>• Point de fonctionnement Lois de Kirchoff (lois des nœuds, lois des mailles)</li></ul>
<b>Chapitre 2</b>	<b>Titre; Théorèmes généraux</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Théorème de Millemann, Théorème de superposition, Théorème Thévenin, Théorème de Norton, Théorème Kennely.</li></ul>
<b>Chapitre 3</b>	<b>Titre: Régimes transitoire</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Dipôles en régime transitoire;</b> Relations courant tension et dipôles passifs linéaires en régime variable ;</li><li>• Systèmes du premier ordre ; Système du second ordre</li><li>• Circuit LC, Circuit RL et Circuit RLC série.</li><li>• Régime forcé du système ; Particularités des systèmes du second ordre</li></ul>
<b>Chapitre 4</b>	<b>Titre; Régime Sinusoïdal</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Notion d'impédance complexe</li><li>• Propriétés et représentation ; Représentation des grandeurs sinusoïdales (Fresnel) ; Dipôles passifs en régime sinusoïdal (RLC) ; Puissance dissipée dans les dipôles passifs ; Adaptation d'impédance en puissance</li><li>• 1 et 2 ordre Résonance, amortissement, facteur de qualité, facteur de puissance</li></ul>
<b>Chapitre 5</b>	<b>Titre; Quadripôles linéaires</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Représentation matricielle des quadripôles (matrices impédance, admittance, hybride h et g, signification physiques des paramètres, schéma équivalents, quadripôles réciproque et symétriques)</li><li>• Quadripôles en charge (impédance d'entrée et de sortie, gain en courant, tension et en puissance)</li><li>• Association</li></ul>
<b>Chapitre 6</b>	<b>Titre; Filtres passifs</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Etude de fonctions de transfert ( gain en dB, diagramme de Bode, fréquence de coupure)1 et 2 ordre</li><li>• Applications (filtre passe haut, filtre passe bas,.....)</li></ul>



Titre du Module: **Chimie Inorganique et introduction à la cinétique chimique**

Volume horaire : 56 heures (21 h : Cours, 21 h : TD ; 14h TP) Crédits : 4 Coefficient : 2 Semestre: S2

**Chimie Inorganique**

*Propriétés physique et chimique des éléments. Evolution dans le tableau périodique. Nomenclature et structure des composés inorganiques.*

*Les produits inorganiques dans la vie quotidienne.*

*Complexes des métaux de transition.*

*Réactions de substitution.*

*Notions sur les cristaux*

**Introduction à la cinétique chimique**

*Cinétique formelle et méthodes expérimentales de la cinétique*

**Titre du Module : : Programmation et Interfaçage****Volume horaire : 35 heures (21 h : Cours, 14 h : TP) Crédits : 4 Coefficient : 2 Semestre: S2**

<b>Chapitre 1</b> <i>(4 séances)</i>	<b>Rappels et compléments sur la programmation (en Python)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Complément sur les chaînes de caractères</li><li>• Complément sur les procédures e fonctions (passage par valeur, passage par variable, variable locale)</li><li>• Complément sur les fichiers</li><li>• Ports d'entrée/sortie</li><li>• Applications</li></ul>
<b>Chapitre 2</b> <i>(2 séances)</i>	<b>Introduction au Labview</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Présentation du logiciel et de ses fenêtres</li><li>• Ecriture de programme d'opérations arithmétiques</li><li>• Structure conditionnelles et structure itératives</li></ul>
<b>Chapitre 3</b> <i>(2 séances)</i>	<b>Communication avec les instruments</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Notions sur l'architecture et les ports de l'ordinateur</li><li>• Liaison ordinateur instrument</li><li>• Transmission série ou parallèle, synchronisation,</li><li>• Instruction de communication pour l'émission et la réception</li><li>• Application à des sources de courant ou de tension, des multimètres, ..</li></ul>
<b>Chapitre 4</b> <i>(6 séances)</i>	<b>Communication avec les différents ports par Labview</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Port Série RS232</li><li>• Port USB</li><li>• Port IEEE (GPIB, ..)</li><li>• Applications</li></ul>

6 séances de TP

- *Une séance pour les applications en Python*
- *3 séances pour l'initiation à Labview*
- *Une séance pour commander un instrument et lire une donnée d'un instrument*
- *Une séance pour utiliser un programme en Labview mesurant une caractéristique (I(V), V(f), G(f), ....)*
-

**Semestre S3**

**Titre du Module : Analyse harmonique et Analyse statistique**  
**Volume horaire : 35 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**  
**Crédits :4 Coefficient: 2 Semestre: S3**

<b>Chapitre 1</b>	<b>Compléments d'analyse :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Intégrale généralisée</li><li>• Série numérique</li><li>• Séries de Fourier</li><li>• Transformée de Fourier continue</li><li>• Transformée de Fourier discrète</li><li>• Théorème de Bessel Plancherel</li></ul>
<b>Chapitre 2</b>	<b>Analyse temps-fréquence</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Principe d'analyse temps-fréquence</li><li>• Transformée de Fourier à fenêtre</li><li>• Limitation</li></ul>
<b>Chapitre 3</b>	<b>Compléments de probabilités</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Lois usuelles (binominale, Poisson, exponentielle, normales...)</li><li>• Variables aléatoires</li><li>• Distribution</li><li>• Propriétés des espérances et des variances</li></ul>
<b>Chapitre 4</b>	<b>Statistiques différentielles</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• lois d'échantillonnage</li><li>• estimations</li><li>• tests d'hypothèse</li><li>• régression</li><li>• corrélation</li><li>• Variables, données statistiques et tableaux</li><li>• Statistique descriptive</li></ul>

**Titre du Module : Electronique analogique**

**Volume horaire : 49 heures (21 h : Cours, 21h : TD, 14 h : TP)**

**Crédits :3 Coefficient: 1.5 Semestre: S3**

<b>Chapitre 1</b>	<b>Titre : LES CIRCUITS À DIODES</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Introduction (jonction P-N)</li><li>• Modélisation de la diode (modèle réel, modèle linéaire, modèle idéal)</li><li>• Régime statique (Caractéristique I-V, point de fonctionnement)</li><li>• Régime dynamique (Redressement, Ecrêtage, doubleur de tension)</li><li>• Diodes Zener (stabilisation), diodes électroluminescentes</li></ul>
<b>Chapitre 2</b>	<b>Titre : LE TRANSISTOR BIPOLAIRE UTILISE EN AMPLIFICATION</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Introduction (jonction PNP, jonction NPN, symboles)</li><li>• Caractéristiques statiques (Réseau de caractéristiques d'entrée, caractéristiques de transfert en tension, caractéristiques de transfert en courant et caractéristiques de sortie)</li><li>• Les circuits de polarisation (droite d'attaque, droite de charge statique, point de fonctionnement)</li><li>• Le transistor en régime dynamique (schéma équivalent, paramètres hybrides)</li><li>• Différents types de montage amplificateurs (Emetteur commun, Collecteur commun, base commune)</li></ul>
<b>Chapitre 3</b>	<b>Titre : LE TRANSISTOR A EFFET DE CHAMP</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Introduction (transistor canal N et transistor canal P, symboles)</li><li>• Réseaux de caractéristiques (caractéristique de sortie : <math>I_{Ds}=f(V_{Ds})</math>, caractéristique de transfert <math>I_{Ds}=f(V_{Gs})</math>)</li><li>• Circuit de polarisation (droite de charge, droite d'attaque, point de repos)</li><li>• Etude dynamique (schéma équivalent, Transconductance, résistance dynamique)</li><li>• Différents types de montage</li></ul>
<b>Chapitre 4</b>	<b>Titre : AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Généralités (Amplificateur différentiel, étage d'entrée, étage de sortie, symbole, gain en tension, tension de décalage)</li><li>• Amplificateurs de tension</li><li>• Calculateurs analogiques (Additionneur, intégrateur, comparateur, ...)</li><li>• Convertisseurs (courant-tension, tension-courant)</li><li>• Circuits spéciaux (suiveur, trigger, ...)</li></ul>
<b>Chapitre 5</b>	<b>Titre : RÉPONSE FRÉQUENTIELLE</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Filtres passifs et actifs (filtre passe-bas, passe-haut, passe bande, réjecteur de bande)</li><li>• Diagramme asymptotique de Bode (amplitude et phase)</li></ul>

**Titre du Module : Electronique Numérique**

**Volume horaire : 49 heures (21 h : Cours, 21h : TD, 07 h :**

**TP) Crédits :3 Coefficient: 1.5 Semestre: S3**

<b>Chapitre 1</b>	<p style="text-align: center;"><b>Systemes de numération</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Le système décimal</li><li>- Le système binaire</li><li>- Le système octal</li><li>- Le système hexadécimal</li></ul> <p>- Conversion d'un système de numération à un autre :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- De la base B vers la base 10</li><li>- De la base 10 vers la base B</li><li>- De la base 2<sup>n</sup> vers la base 2</li></ul> <p>Les codes binaires : code BCD, code majoré de 3, code de Gray</p> <p>Conversion binaire → Gray ; Conversion Gray → binaire</p>	
<b>Chapitre 2</b>	<p style="text-align: center;"><b>Les opérations binaires</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Addition de deux entiers positifs</li><li>- Représentation des nombres entiers signés : Notation en complément à 1, Notation en complément à 2</li><li>- Addition en complément à 2</li><li>- Soustraction: complément à 2</li><li>- Multiplication de nombres binaires</li><li>- Multiplication en complément à 2</li><li>- Division binaire</li></ul>	
<b>Chapitre 3</b>	<p style="text-align: center;"><b>La logique combinatoire</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Variable logique, Notion d'opérateur logique, table de vérité</li><li>- Opération d'ordre 1 : fonction d'une variable : Porte NON</li><li>- Opération d'ordre 2 : fonction à deux variables : Porte ET, OU</li><li>- Propriétés des opérations logiques élémentaires : <i>Théorème d'idempotence</i> , <i>théorème des constantes</i>, <i>théorème de complémentation</i>, <i>théorème de commutativité</i> , <i>théorème de distributivité</i> , <i>théorème d'associativité</i> , <i>relation d'absorption</i>, <i>théorème de consensus</i></li><li>- Opérateurs complets: théorème de Morgan, fonctions NAND, fonctions NOR</li></ul>	

	- Systèmes combinatoires universels: formes canoniques: mintermes, maxtermes, fonction logique universelle, fonction OU-EXCLUSIF, <i>théorème d'associativité</i> , fonction majorité	
<b>Chapitre 4</b>	<b>Représentation et simplification des fonctions logiques</b> Diagramme de Karnaugh, Simplification des fonctions logiques, Minimisation des fonctions logiques par le diagramme de Karnaugh, Cas des fonctions contenant des termes indifférents : fonctions incomplément définies	
<b>Chapitre 5</b>	<b>Applications simples de la logique combinatoire</b> Aiguilleurs, démultiplexeur, décodeur, multiplexeur, encodeur de priorité, circuits arithmétiques: demi-additionneur-aditionnaire, mémoires Réalisation d'une fonction logique combinatoire	
<b>Chapitre 6</b>	<b>LOGIQUE SEQUENTIELLE</b> <b>LES BASCULES</b> - Circuits logiques séquentiels : circuits séquentiels asynchrones, circuits séquentiels synchrones - Les bascules : bascule RS (RSH), bascule à verrouillage (D-latch), bascules maître-esclave, bascule JK, bascule D synchrone bascule T.	

**Titre du Module : Thermodynamique**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21h : TD, 07 h :**

**TP) Crédits :3 Coefficient: 1.5 Semestre: S3**

<b>Chapitre 1</b>	<b>Notions et grandeurs thermodynamiques</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Notion de température</li><li>• Définitions relatives au système</li><li>• Notion de principe</li><li>• Les gaz parfaits</li><li>• Notions mathématiques</li></ul>
<b>Chapitre 2</b>	<b>Le premier principe de la thermodynamique</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Notion d'énergie interne</li><li>• Les échanges d'énergie</li><li>• Enoncé du premier principe</li></ul>
<b>Chapitre 3</b>	<b>Le second principe de la thermodynamique, la fonction entropie S</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Enoncé de second principe de la thermodynamique</li><li>• L'entropie</li><li>• Bilan entropique</li><li>• Entropie du gaz parfait</li><li>• Diagramme entropique du gaz parfait</li><li>• Troisième principe de la thermodynamique</li></ul>
<b>Chapitre 4</b>	<b>Application des deux principes aux machines</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Classification des systèmes thermiques</li><li>• Machines thermiques dithermes</li><li>• Machine idéale : Cycle de Carnot</li><li>• Le moteur à combustion interne</li><li>• Les machines frigorifiques</li></ul>
<b>Chapitre 5</b>	<b>Introduction sur le Changement de Phase d'un Corps Pur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Diagramme d'équilibre</li><li>• Les échanges thermiques lors du changement de phase</li><li>• La formule de Clapeyron</li></ul>

**Titre du Module : : Transfert Thermique****Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)****Crédits : 3 Coefficient : 1.5****Semestre: S3**

<b>Chapitre 1</b>	<b>Introduction aux transferts thermiques</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Équivalence chaleur -énergie</li><li>• <i>Les grandeurs thermiques (température, quantité de chaleur, flux thermique, densité de flux thermique, capacité thermique)</i></li><li>• <i>Régime permanent, régime transitoire</i></li><li>• <i>Différents modes de transfert thermique</i></li></ul>
<b>Chapitre 2</b>	<b>Transfert de chaleur par conduction thermique</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Conduction thermique : Mécanisme et loi (loi de Fourier)</li><li>• Conduction thermique dans une couche plane (Expression du flux transmis, résistance thermique)</li><li>• Conduction thermique dans une couche cylindrique (Expression du flux transmis, résistance thermique)</li><li>• Conduction thermique dans une couche sphérique (Expression du flux transmis, résistance thermique)</li><li>• Association de résistances thermiques (Association en série, association en parallèle)</li><li>•</li></ul>
<b>Chapitre 3</b>	<b>Transfert de chaleur par convection</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Convection thermique : mécanisme et loi (loi de Newton)</li><li>• Convection naturelle, convection forcée</li><li>• Expression du flux thermique transmis par convection</li><li>• Notion de coefficient de transfert convectif</li><li>• Détermination de la valeur du coefficient de transfert convectif</li><li>• Notion de résistance thermique convective</li></ul>
<b>Chapitre 4</b>	<b>Transfert de chaleur par rayonnement</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Rappel sur les ondes électromagnétiques</li><li>• Le rayonnement thermique</li><li>• Loi de rayonnement thermique</li><li>• Flux échangé par rayonnement entre deux surfaces noires</li></ul>
<b>Chapitre 5</b>	<b>Refroidissement des composants électroniques</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Chaleur dégagée par un composant électronique en fonctionnement</li><li>• Risques de l'échauffement d'un composant électronique</li><li>• Refroidissement des composants électroniques<ul style="list-style-type: none"><li>- Par convection naturelle de l'air</li></ul></li></ul>

- |  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>- Par convection forcé de l'air</li><li>- Par changement de phase (micro-caloducs)</li><li>- Autres systèmes</li></ul> |
|--|--|

Titre du Module : **Electromagnétisme**

Volume horaire : 49 h (21h : Cours, 21 h : TD 7h : TP) Crédits : 3 Coefficient 1.5

Semestre 3

<b>Chapitre 1</b>	<b>Régimes variables - Equations de Maxwell dans le vide</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Rappels sur les équations de Maxwell en régime statique</b></li><li>• <b>Rappels sur les phénomènes d'induction électromagnétique</b></li><li>• Equations de Maxwell en régime variable (<b>contenu physique</b>, équation de conservation de la charge)</li><li>• <b>Relations de passage des composantes des champs E et B</b></li><li>• Equations vérifiées par le potentiel scalaire et le potentiel vecteur, notion de jauge</li><li>• Résolution des équations aux potentiels avec la jauge de Lorentz (Potentiel retardé, Approximations des régimes quasi stationnaires)</li><li>• Energie électromagnétique</li></ul>
<b>Chapitre 2</b>	<b>Ondes Electromagnétiques dans le vide</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Equations de Maxwell dans le vide et loin des sources (en l'absence de charges et de courants)</li><li>• Equation d'onde</li><li>• Résolution de l'équation d'onde : onde plane, onde sphérique</li><li>• Ondes électromagnétiques planes progressives monochromatiques (spectre électromagnétique), Notation complexe</li><li>• Energie électromagnétique (Bilan énergétique, Vecteur de Poynting)</li><li>• Polarisation d'une onde plane progressive harmonique</li></ul>

<b>Chapitre 3</b>	<p><b>Titre: Introduction aux milieux matériels</b></p> <p><b>I- Milieux diélectriques et polarisation en régime statique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Description macroscopique d'un milieu diélectrique</li> <li>• Vecteur polarisation, charges et courants de polarisation, vecteur induction électrique <math>\vec{D}</math></li> <li>• Permittivité et susceptibilité électrique dans les milieux linéaires homogènes et isotropes</li> <li>• Champs microscopiques et macroscopiques et équations locales pour <math>\vec{D}</math> et <math>\vec{E}</math></li> <li>• Relation de continuité (ou de passage) des champs <math>\vec{D}</math> et <math>\vec{E}</math></li> </ul> <p><b>II- Milieux magnétiques et aimantation en régime statique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Description macroscopique d'un milieu magnétique,</li> <li>• Vecteur excitation magnétique, vecteur aimantation, charges et courants d'aimantation</li> <li>• Perméabilité et susceptibilité magnétiques dans les milieux linéaires homogènes et isotropes</li> <li>• Equations locales pour <math>\vec{H}</math> et <math>\vec{B}</math>, relations de passage</li> <li>• Notions sur les milieux magnétiques (paramagnétisme, diamagnétisme, ferromagnétisme, ...)</li> </ul>
<b>Chapitre 4</b>	<p><b>Titre: Propagation des ondes électromagnétiques planes dans les milieux linéaires, homogènes et isotropes non magnétiques globalement neutres (Dispersion, absorption)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equations de Maxwell dans un milieu matériel (équation de dispersion, Constante diélectrique)</li> <li>• Onde électromagnétique plane dans un milieu diélectrique linéaire homogène et isotrope, notion d'indice de réfraction complexe, dispersion et absorption dans un milieu diélectrique,</li> <li>• Propagation dans un milieu LHI dans le cadre du Modèle de l'électron élastiquement lié : milieu diélectrique parfait (isolant), milieu conducteur, plasma.</li> </ul>
<b>Chapitre 5</b>	<p><b>Titre : Propagation des ondes EM dans les milieux matériels limités (Réflexion, réfraction)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conditions aux limites à l'interface de deux diélectriques,</li> <li>• lois de Snell-Descartes</li> <li>• Onde polarisée dans le plan d'incidence, onde polarisée perpendiculairement au plan d'incidence</li> <li>• Coefficients de Fresnel et facteurs de réflexion et de transmission en amplitude et en énergie</li> </ul>

**Titre : METROLOGIE**

**Volume horaire : 35 h (21h : Cours, 14h : TP) Crédits : 3 Coefficient 1.5 Semestre: S3**

## **Pré-requis :**

- *Des connaissances élémentaires en physique sont obligatoires : Optique, Mécanique, Thermodynamique, Electronique...etc,*
- *Des connaissances élémentaires en mathématiques générales sont obligatoires.*
- *Des connaissances élémentaires en statistique et en probabilité sont obligatoires.*

## **Objectif.**

*L'objectif essentiel du module est de :*

- *Savoir analyser, interpréter, présenter un résultat de mesure sous la forme : valeur numérique, unité, incertitude ;*
- *Apprendre à évaluer l'influence des principales étapes d'un procédé de mesure d'une grandeur physique sur les performances de l'instrument ;*
- *Des réponses concrètes aux problèmes posés par l'estimation des incertitudes liées aux opérations d'étalonnage*

## **Détails du module cours « Métrologie ».**

- *Chapitre 1 : Grandeurs physiques*

- Grandeur Mesurable et Grandeur repérable ;
- Systèmes d'unités ; Invariance d'une grandeur ;
- Equation aux unités ; Equation aux dimensions ;

- **Chapitre 2 : Notions d'erreurs, Correction et Incertitude**

- *Erreur aléatoire ; Erreur systématique ; Correction ;*
- Incertitude : incertitude évaluée par des méthodes de type A et de type B.

- **Chapitre 3 : Incertitudes de mesure**

- *Loi de combinaison des variances pour une grandeur propagée linéairement ;*
- Présentation des résultats de mesure de cas concrets.

- **Chapitre 4 : Estimateurs**

- Estimation de l'Espérance Mathématique : Valeur moyenne ;
- Estimation de la variance et Ecart type Expérimental ;
- Loi de propagation des incertitudes.
- Covariance et coefficient de corrélation linéaire ;

- **Chapitre 5 : Expression du résultat final d'une mesure**

- Loi de propagation généralisée des incertitudes ;
- Démarche structurée l'estimation d'une incertitude de mesure ;
- Les différentes lois de probabilité : loi Uniforme, loi Normale, loi Dérivée-Arcsinus, loi Triangulaire ;
- Applications aux différents mesurandes : longueur, résistance électrique, force mécanique, température, courant électrique,...etc.

**- Chapitre 6 : Tests statistiques**

- Tests statistiques, tests paramétriques et non paramétriques, théorème de la limite centrale,
- Intervalle de confiance pour l'espérance mathématique, intervalle de confiance pour la variance.

**- Chapitre 7 : Méthodes des Moindres Carrés**

- Théorème de Gauss,
- Estimation par la méthode des moindres carrés de la pente et de l'ordonnée à l'origine d'une droite,
- Estimation des variances sur la pente et l'ordonnée à l'origine,
- Estimation de la covariance sur la pente et l'ordonnée à l'origine.

## Détails des Travaux Dirigés « Métrologie » :

*Les contenus des travaux dirigés sont définis autour de la thématique « Mesure des grandeurs physiques » peuvent constituer les supports théoriques du module associé aux travaux pratiques.*

## Détails du module de Travaux Pratiques « Métrologie » :

L'étudiant est appelé pendant la séance des travaux pratiques à maîtriser les différentes techniques d'étalonnage des différents dispositifs de mesure tout en définissant les corrections et les incertitudes associées :

- Etalonnage de capteurs de mesure de température,
- Etalonnage des balances de pesage,
- Etalonnage des pieds à coulisse et des micromètres,
- Etalonnage des multimètres :
  - ❖ en tension continue et alternative,
  - ❖ en courant continu et alternatif
  - ❖ en résistance électrique.
- Etalonnage et caractérisation des débitmètres, etc.

**Volume horaire : 42 heures**

**Crédits : 4**

**Coefficient : 2**

**Semestre: S3**

# Semestre S4

**Titre du Module : Automatique**

**Volume horaire : 49 heures (21 h : cours, 21h :TD, 07h : TP )**

Crédits : 4 Coefficient: 2 Semestre: S4

<b>Chapitre 1</b>	<b>Titre : MODELISATION DES SYSTEMES LINEAIRES INVARIANTS DANS LE TEMPS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Introduction générale</li><li>• Notion de signal (signaux temporels, principe de causalité, signaux non temporels)</li><li>• Transformation de Laplace (définition, propriétés fondamentales, transformation de Laplace inverse, Théorèmes de la valeur initiale et de la valeur final, TL des signaux périodiques)</li><li>• Transformées de Laplace particuliers (Echelon unité, Rampe ou échelon de vitesse, Impulsion de Dirac, signal sinusoïdal, signaux quelconques)</li></ul>
<b>Chapitre 2</b>	<b>Titre: FONCTION DE TRANSFERT ET SCHEMAS FONCTIONNEL D'UN SYSTEME LINEAIRE</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Fonction de transfert (Transmittance opérationnelle, transmittance harmonique, transmittance en boucle ouverte, transmittance en boucle fermée)</li><li>• Schéma fonctionnel et règles de simplification (Association en cascade, association en parallèle, réduction de boucles)</li></ul>
<b>Chapitre 3</b>	<b>Titre : ETUDE SYSTEMATIQUE DES SYSTEMES DU PREMIER ORDRE</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Mise en équation</li><li>• Réponse impulsionnelle, réponse indicielle, réponse en vitesse</li><li>• Analyse harmonique d'un système du premier ordre : Diagramme de Bode</li></ul>
<b>Chapitre 4</b>	<b>Titre : ETUDE SYSTEMATIQUE DES SYSTEMES DU SECOND ORDRE</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Mise en équation</li><li>• Réponse impulsionnelle, réponse indicielle (régime apériodique, régime pseudo-périodique)</li><li>• Analyse harmonique d'un système du second ordre : Diagramme de Bode</li></ul>
<b>Chapitre 5</b>	<b>Titre : PROBLEMATIQUE, MISE EN EQUATION DES ASSERVISSEMENTS LINEAIRES</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Introduction</li><li>• Inconvénients de la commande en boucle ouverte.</li><li>• Principe de la commande en boucle fermée</li><li>• Modélisation d'une boucle de régulation</li><li>• Problème de stabilité</li></ul>

<b>Chapitre 6</b>	<b>Titre : STABILITE DES SYSTEMES LINEAIRES ASSERVIS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Critère mathématique de stabilité (Enoncé du critère de stabilité, inconvénient du critère mathématique)</li><li>• Critère algébrique de Routh (Principe, exemples)</li><li>• Marges de stabilité (marge de gain et marge de phase)</li></ul>
<b>Chapitre 7</b>	<b>Titre : CORRECTION DES SYSTEMES LINEAIRES ASSERVIS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Cahier de charges d'un asservissement</li><li>• Principe générale de la correction d'un système</li><li>• Actions correctives élémentaires (Correcteur proportionnel, intégral,...)</li></ul>

Titre du Module : **Les Alimentations électroniques**

Volume horaire : 35 heures (21 h : cours, 14h : TP ) Crédits : 2

Coefficient: 1 Semestre: S4

Chapitre 1	Généralités
Chapitre 2	<b>ETUDE DE LA FONCTION STABILISATION ET REGULATION</b> <ul style="list-style-type: none"><li>1- Différence entre stabilisation et régulation</li><li>2- Stabilisation par diode zener<ul style="list-style-type: none"><li>• Caractéristique</li><li>• Stabilisation diode zener seule</li><li>• Stabilisation par diode zener et transistor</li></ul></li><li>3- Régulation par circuit intégré<ul style="list-style-type: none"><li>• Principe</li><li>• Les principaux régulateurs 78XX</li><li>• Principaux Boîtiers et brochages</li><li>• Montages de base</li><li>• Protection des régulateurs</li><li>• Régulateurs ajustables : LM117 ou LM317</li></ul></li></ul>
Chapitre 3	<b>LES ALIMENTATIONS A DECOUPAGE :</b> <b>LES ALIMENTATIONS NON ISOLEES DE LA SOURCE</b> <ul style="list-style-type: none"><li>1- <b>Convertisseur abaisseur « BUCK »</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Principe de fonctionnement</li><li>• Calcul de la fonction de transfert</li><li>• Etude des signaux</li><li>• Choix des composants</li><li>• Performances</li></ul></li><li>2- <b>Convertisseur élévateur « BOOST »</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Principe de fonctionnement</li><li>• Calcul de la fonction de transfert</li><li>• Etude des signaux</li><li>• Choix des composants</li><li>• Performances</li></ul></li><li>3- <b>Convertisseur inverseur « BUCK-BOOST »</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Principe de fonctionnement</li><li>• Calcul de la fonction de transfert</li><li>• Etude des signaux</li></ul></li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Choix des composants</li><li>• Performances</li></ul>
<b>Chapitre 4</b>	<b>ALIMENTATIONS SANS ISOLEMENT</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1- Alimentation d'une diode électroluminescente à partir du secteur</li><li>2- Alimentation d'une charge quelconque</li><li>3- Quelques variantes<ul style="list-style-type: none"><li>• Alimentation symétrique</li><li>• Redressement en pont</li><li>• Stabilisation ou régulation de la tension de sortie</li></ul></li><li>4- Lampes à LED</li></ol>

**Titre du Module : Physique des ondes**

**Volume horaire : 63 heures (21 h : Cours, 21h : TD, 21 h : TP)**

**Crédits :4 Coefficient: 2 Semestre: S4**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 14 h : TD 07h TP) Crédits :4 Coefficient: 2**

**Semestre: S3**

<b>Chapitre 1</b>	<p><b>Titre : Propagation dans une ligne de transmission</b></p> <p><b>Lignes à pertes</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>. Définition d'une ligne de transmission</li><li>. Equations des télégraphistes</li><li>. Cas du régime harmonique</li><li>. Détermination des paramètres secondaires</li><li>. Impédance complexe</li><li>. Coefficient de réflexion</li></ul> <p><b>Lignes sans pertes</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>. Paramètres secondaires</li><li>. Taux d'ondes stationnaires</li><li>. Impédance</li></ul> <p><b>Abaque de Smith</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>. Construction de l'abaque</li><li>. Adaptation d'une ligne de transmission (par simple et double stub)</li></ul>
<b>Chapitre 2</b>	<p><b>Titre : Couplage d'oscillateurs mécaniques et électriques</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• . Analogie Electrique-Mécanique : on se limite à l'analogie force-tension.</li><li>• . Cas d'un système à deux degrés de liberté</li><li>• . Modes propres et coordonnées normales</li><li>• . Généralisation à un système à N degrés de liberté</li><li>• . Application : Vibrations d'une chaîne linéaire atomique : cas du cristal NaCl</li><li>• . Approximation des milieux continus</li></ul>
<b>Chapitre 3</b>	<p><b>Titre : Corde vibrante</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• . Description et mise en équation</li><li>• . Résolution de l'équation de propagation</li><li>• . Réflexion et transmission le long d'une corde</li><li>• . Aspect énergétique</li><li>• . Application : Guitare</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• . Etude énergétique</li> </ul>
<b>Chapitre 4</b>	<p><b>Titre : Ondes acoustiques dans les fluides</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• . Définition des ondes sonores</li> <li>• . Mise en équations (Equation hydrodynamique, Equations de continuité, équations thermodynamiques dans le cas d'un gaz parfait avec des transformations adiabatiques réversibles)</li> <li>• . Les approximations acoustiques</li> <li>• . Equations de propagation en p (surpression) et en u (vitesse vibratoire)</li> <li>• . Impédance d'onde</li> <li>• . Résonateur d'Helmoltz</li> <li>• . Etude énergétique</li> </ul>
<b>Chapitre 5</b>	<p><b>Titre : Propagation guidée</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• . Notion de guide d'ondes</li> <li>• . Rappels des équations de Maxwell (cas d'un conducteur parfait et un diélectrique parfait)</li> <li>• . Equations de propagation : Etude générale</li> <li>• . Définitions des modes (Mode transverse magnétique TM ou E, Mode transverse Electrique ou H, Mode transverse électromagnétique TEM)</li> <li>• . Fréquence de coupure et longueur d'onde de coupure</li> <li>• . Applications (guide rectangulaire, guide circulaire, guide coaxial).</li> <li>• . Impédance d'onde et impédance caractéristique d'un guide.</li> <li>• . Analogie de Schelkunoff</li> <li>• . Cavité rectangulaire (Mise en équation, conditions aux limites, Facteur de qualité ou coefficient de surtension propre, pertes dans le diélectrique).</li> </ul>

Titre du Module : **Concepts Quantiques**

Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD) Crédits : 2 Coefficient 1 Semestre 4

<b>Chapitre 1</b>	<b>Introduction aux phénomènes quantiques</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Rappels sur la physique classique</li><li>• Rayonnement du corps noir, Effet photoélectrique,</li><li>• Quantification de l'énergie des atomes : Spectres atomiques, modèle de Bohr. Expérience de Franck et Hertz.</li><li>• Aspect corpusculaire du rayonnement : Effet Compton. Notion de photon</li><li>• Constante de Planck, action et ordres de grandeur.</li></ul>
<b>Chapitre 2</b>	<b>Les particules quantiques : dualité onde-corpuscule</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Expériences des fentes d'Young et ses paradoxes : avec une onde lumineuse avec des projectiles avec des particules quantiques</li><li>• Relations onde-particule, longueur d'onde de de Broglie,</li><li>• Expériences d'interférométrie avec des ondes de matière (Davisson et Germer, interférométrie atomique, ...)</li><li>• Particule libre, onde plane, paquet d'ondes, Inégalités de Heisenberg, vitesse de groupe, vitesse de phase, Quelques applications</li><li>• Intrication quantique « cryptographie quantique »</li></ul>
<b>Chapitre 3</b>	<b>Equation de Schrödinger</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Equation de Schrödinger</li><li>• Puits de potentiel infini, confinement et quantification de l'énergie,</li><li>• Traversée d'une barrière de potentiel, effet Tunnel.</li><li>• Applications : puits quantiques microscope électronique, radioactivité, ...</li></ul>
<b>Chapitre 4</b>	<b>Atome d'hydrogène</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Le modèle de Bohr et ses limites</li><li>• Equation de Schrödinger</li><li>• Séparation des variables</li><li>• Fonctions d'onde et orbitales atomiques</li><li>• Spectre énergétique</li><li>• Absorption et émission de rayonnement</li></ul>

## Chapitre 5

### Oscillateur harmonique / rayonnement du corps noir

- Rappels sur l'oscillateur harmonique en mécanique classique
- Equation de Schrödinger
- Energies propres et fonctions d'onde à une dimension
- Oscillateur harmonique à trois dimensions
- Application : rayonnement du corps noir
  - Éléments de physique statistique (densité d'états, facteur de Boltzmann,...)
  - Equilibre entre radiation et matière
  - Modes de la radiation en cavité
  - Energie moyenne d'un oscillateur harmonique à l'équilibre thermique.
  - Loi de Planck. Loi de Stéfan.

**Titre du Module : Traitement de signal**

**Volume horaire : 49 heures (21 h : cours, 21h :TD, 07h : TP )**

**Crédits : 4 Coefficient: 2 Semestre: S4**

<b>CHAPITRE 1</b>	<b>Titre : GENERALITES SUR LES SIGNAUX ET LEURS TRAITEMENT</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Introduction générale</li><li>• Notion de signal</li><li>• Classification des signaux (signaux déterministes et signaux aléatoires)</li><li>• Signaux particuliers</li><li>• Représentation des signaux</li><li>• Représentation des systèmes ou filtre</li></ul>
<b>CHAPITRE 2</b>	<b>Titre: TRANSFORMATION DE FOURIER DES SIGNAUX PERIODIQUES</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Représentation des signaux périodiques</li><li>• Décomposition en Série de Fourier : Spectres d'amplitude et spectres de phase des signaux périodiques.</li><li>• Application de la formule de Bessel-Parceval</li></ul>
<b>CHAPITRE 3</b>	<b>Titre : TRANSFORMATION DE FOURIER DES SIGNAUX PERIODIQUES</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Représentation des signaux non périodiques</li><li>• Transformée de Fourier, Spectre des signaux non périodiques</li></ul>
<b>CHAPITRE 5</b>	<b>Titre : MODULATION-DEMODULATION ANALOGIQUE DE SIGNAUX</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Différents types de modulation</li><li>• Etude de modulation d'amplitude</li><li>• Modulation AM, Modulation AM-P, Modulation en BLU</li></ul>
<b>CHAPITRE 6</b>	<b>Titre : ECHANTILLONNAGE ET RECONSTITUTION DES SIGNAUX ANALOGIQUES</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Introduction</li><li>• Analyse temporelle (type de signaux, échantillonnage des signaux analogiques)</li><li>• Analyse fréquentielle (spectre du peigne de Dirac, Spectre d'un signal échantillonné)</li><li>• Théorème de l'échantillonnage.</li><li>• Spectre des signaux échantillonnés, Repliement de spectre</li><li>• Restitution des signaux</li></ul>

<b>Chapitre 7</b>	<b>Titre :</b> <b>SIGNAUX DÉTERMINISTES DISCRETS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Numérisation des signaux</li><li>• Séquences de signaux discrets</li><li>• Transformée de Fourier Discret (TFD), Spectre des signaux discrets</li><li>• Transformée de Fourier Rapide (FFT), Algorithme de Cooley-Tukey.</li></ul>

**Titre du Module : Capteur et Actionneurs****Volume horaire : 35 heures (21 h : cours, 14h : TP )****Crédits : 2 Coefficient: 1 Semestre: S4**

<b>Chapitre 1</b>	<b>Métrologie des capteurs</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Chaîne d'instrumentation</li><li>• Conditionneur</li><li>• Placement du capteur dans la chaîne d'instrumentation</li></ul>
<b>Chapitre 2</b>	<b>Notion des capteurs</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Etendue de mesure</li><li>• Sensibilité</li><li>• Linéarité</li><li>• Rapidité</li><li>• Grandeurs d'influences</li></ul>
<b>Chapitre 3</b>	<b>Types des capteurs</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capteurs résistifs</li><li>• Capteurs capacitifs</li><li>• Capteurs Electromagnétiques</li><li>• Capteurs piézo-électriques</li><li>• Capteurs thermoélectrique</li><li>• Capteur à ultrasons</li><li>• Capteur à effet hall</li><li>• Capteur numériques</li><li>• Capteur Optoélectroniques.....</li></ul>
<b>Chapitre 4</b>	<b>Mesure des grandeurs</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Grandeur de position</li><li>• Grandeur de vitesse</li><li>• Grandeur d'accélération</li><li>• Grandeur de Température</li><li>• Grandeur de pression</li><li>• Grandeur de pression</li><li>• Grandeur de debit</li></ul> Conditionneurs de signaux

**Titre du Module** **Activité Pratique**

**Volume horaire : 42 heures**

**Crédits : 4**

**Coefficient : 2**

**Semestre: S4**

**Titre du Module : Anglais**

**Volume horaire : 21 heures (21 h : cours)**

**Crédits :2 Coefficient: 1 Semestre: S3**

**Objectif :** Ce cours de préparation au TOEIC (Test of English for International Communication) permet aux étudiants d'acquérir des capacités de compréhension orale et écrite en anglais utiles dans le domaine professionnel.

<b>Partie A</b>	<b>Mise à niveau de l'ensemble des étudiants</b>
<b>Partie B</b>	<b>Les bases fondamentales de la langue anglaise</b>
<b>Partie C</b>	<b>Entraînement à l'oral: Comprendre et savoir se faire comprendre</b>
<b>Partie D</b>	<b>Entraînement à l'écrit : Lire et écrire d'une façon compréhensible</b>
<b>Partie E</b>	<b>Tests TOEIC</b>

**Titre du Module : Techniques de communication 3**

**Volume horaire : 14 heures (14 h : cours)**

**Crédits :2 Coefficient: 1 Semestre: S3**

**Objectif :** L'étudiant doit avoir les connaissances nécessaires pour faire face à diverses situations de communication qu'il rencontrera dans le monde du travail.

<b>Discriptif et contenu</b>	L'étudiant doit atteindre, à la fin de sa formation académique, le niveau 1 et 2 du cadre européen commun de référence pour les langues qui est le niveau de compétence d'un utilisateur « expérimenté » (DALF). L'apprenant de niveau L 2 doit communiquer aisément et spontanément : il peut, désormais avec aisance, gérer une conversation, argumenter et négocier. L'apprenant est ainsi un utilisateur expérimenté : il peut comprendre une grande gamme de textes longs et complexes, ainsi que saisir des significations implicites. Il doit être capable de s'exprimer spontanément et convenablement Il doit utiliser la langue aisément dans sa vie sociale, professionnelle ou académique
------------------------------	---