



RÉPUBLIQUE  
TUNISIENNE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

**Direction Générale de la Rénovation Universitaire  
Commission Nationale Sectorielle de Chimie**

# **Plan d'études et fiches descriptives des unités d'enseignement de la licence de chimie**

**Domaine des Sciences & Technologies**

**Mention : "CHIMIE"**

**Parcours "Chimie industrielle"**

**Juillet 2021**

**LICENCE DE CHIMIE**  
**Semestre S1 (L1)- Tronc commun**

Code Unité	Unité d'enseignement	Nature de l'UE	Code ECUE	Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire semestriel (14 semaines)			Crédits		Coefficients		Régime d'examen	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
					UEF110	Thermodynamique et cinétique chimique	Fondamentale	ECUEF111	Thermodynamique Chimique	21	21	14	4
ECUEF112	Cinétique chimique	14	14	14				3	1,5		x		
UEF120	Atomistique et périodicité des propriétés	Fondamentale			21	21	14		5		2,5		x
UEF130	Activités pratiques	Fondamentale				28			4		2	x	
UEF140	Mathématiques 1	Fondamentale			21	21			4		2		x
UEF150	Physique 1	Fondamentale			21	21	21		4		2		x
UET160	Langues et Informatique	Transversale	ECUET161	Techniques d'expression		21		2	6	1	3	x	
			ECUET162	Anglais		21		2		1			
			ECUET163	Culture et Compétences Numériques 2CN			21	2		1			
<b>Total</b>					<b>98</b>	<b>168</b>	<b>84</b>	<b>30</b>		<b>15</b>			
					<b>350</b>								

**LICENCE DE CHIMIE**  
**Semestre S2 (L1)- Tronc commun**

Code Unité	Unité d'enseignement	Nature de l'UE	Code ECUE	Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire semestriel (14 semaines)			Crédits		Coefficients		Régime d'examen	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
<b>UEF210</b>	Chimie des solutions	Fondamentale			28	21	21		6		3		x
<b>UEF220</b>	Structures et liaisons chimiques	Fondamentale	ECUEF221	Liaisons chimiques	21	14		2	6	1	3		x
			ECUEF 222	Introduction à la chimie inorganique générale	21	21	14	4		2			
<b>UEF230</b>	Activités pratiques	Fondamentale				28			4		2	x	
<b>UEF240</b>	Mathématiques 2	Fondamentale			21	21			4		2		x
<b>UEF250</b>	Physique 2	Fondamentale			21	21	21		4		2		x
<b>UET260</b>	Langues et Informatique	Transversale	ECUET261	Techniques d'expression		21		2	6	1	3	x	
			ECUET262	Anglais		21		2		1		x	
			ECUET263	Culture et Compétences Numériques 2CN			21	2		1		x	
<b>Total</b>					<b>112</b>	<b>168</b>	<b>77</b>	<b>30</b>		<b>15</b>			
					<b>357</b>								

## Fiche descriptive de l'ECUEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Tous les parcours de Chimie (Tronc commun)	<b>Semestre :</b> Sem 1
<b>Intitulé UEF :</b> Thermodynamique et cinétique chimique	<b>Code :</b> UEF 110
<b>Intitulé ECUEF :</b> Thermodynamique	<b>Code :</b> ECUEF 111

<b>Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)</b>				
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Crédits</b>	<b>Coefficient</b>
21	21	14	4	2

<b>ECUEF</b>	<b>Contrôle continue</b>				<b>Examen final</b>				<b>Coef. de l'ECUEF</b>
	<b>EPREUVES</b>			<b>Pondération</b>	<b>EPREUVES</b>			<b>Pondération</b>	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP		
111	X		X	30%	X			70%	2

### **Objectifs**

Le cours doit fournir une description rigoureuse des principes fondamentaux de la thermodynamique chimique. Ces principes sont illustrés sur des cas choisis de réactions chimiques et d'équilibres chimiques. L'étudiant doit connaître et comprendre : • Les différentes grandeurs spécifiques à la thermodynamique chimique ainsi que les lois qui les relient (variables d'état, fonction d'état, énergie ...), • Notion de chaleur Q, de travail W, équilibre thermodynamique réversible et irréversible, effet joule, • Les principes et les fonctions de la thermodynamique appliquées à la chimie (énergie interne, enthalpie, fonction entropie, enthalpie libre), • La définition du potentiel chimique, activité chimique, énergie libre, conditions d'équilibre, constantes d'équilibre, variance d'un système, • Savoir analyser le déplacement et l'évolution d'une réaction en fonction des conditions initiales qui lui sont appliquées.

### **Prérequis**

Eléments de mathématiques : intégrales simples, notions élémentaires de dérivées et de différentielles, manipulation de la fonction logarithme.

# PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE I : INTRODUCTION À LA THERMODYNAMIQUE CHIMIQUE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Définition d'un système, approche microscopique d'un système en tant qu'un ensemble dynamique de particules, notion de configuration microscopique.</li> <li>✓ Grandeurs thermodynamiques en tant que grandeurs physiques moyennes. La signification physique des concepts de l'énergie interne et de la température absolue.</li> <li>✓ Grandeurs extensives et grandeurs intensives, fonction d'état, équation d'état (ex. Équation d'état d'un gaz parfait).</li> <li>✓ Notions de phase, système homogène, système hétérogène, mélange et solution (définition de leurs variables de composition),</li> <li>✓ Etat d'équilibre d'un système, transformation physique, transformation chimique et transformation physicochimique, les différents types de transformations :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réversible, irréversible, renversable</li> <li>- Isotherme, isochore, isobare, monotherme, monochore</li> <li>- Intervention naturelle 'spontanée', imposée ou amorcée</li> </ul> </li> <li>✓ Classification des systèmes selon le type de l'échange avec le milieu extérieur.</li> <li>✓ Equation bilan d'une transformation physico-chimique: lois de la conservation de la masse et des éléments, coefficients stœchiométriques algébriques, avancement et taux d'avancement.</li> </ul> <p><b>CHAPITRE II : PREMIER PRINCIPE DE LA THERMODYNAMIQUE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Energie totale d'un système (différentes formes d'énergie associées).</li> <li>✓ Grandeurs de transferts:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Notion de chaleur Q (Capacités calorifiques ...).</li> <li>- Notion de travail</li> </ul> </li> <li>- Expressions du travail réversible et du travail irréversible.</li> <li>✓ Enoncé du premier principe et conséquences.</li> <li>✓ Enthalpie et loi de Mayer.</li> </ul> <p><b>CHAPITRE III : APPLICATION DU PREMIER PRINCIPE DE LA THERMODYNAMIQUE À LA RÉACTION CHIMIQUE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Grandeurs de réaction et état standard.</li> <li>✓ Application à la thermochimie :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\Delta_r H</math>, <math>\Delta_r U</math>, (relation entre <math>Q_p</math> et <math>Q_v</math>)</li> <li>- Enthalpie de formation, chaleur latente et changement d'état, enthalpie de liaison, enthalpie réticulaire, relation de Kirchhoff.</li> </ul> </li> <li>✓ Détermination théorique des chaleurs de réactions (Loi de Hess) et mesure expérimentale (Calorimétrie).</li> </ul>		<p>-Illustration avec des exemples simples</p>

## CHAPITRE IV : DEUXIÈME ET TROISIÈME PRINCIPE DE LA THERMODYNAMIQUE

- ✓ Limite du premier principe, notion d'entropie (introduction à partir du cycle de Carnot, inégalités de Clausius)
- ✓ Énoncé du deuxième principe, signification de l'entropie et corrélation avec le nombre de configurations à l'état microscopique: mesure du désordre et entropie de Boltzmann.
- ✓ Énoncé du troisième principe (principe de Nernst).
- ✓ Enthalpie libre, énergie libre et les conséquences du second principe: critère de spontanéité d'une transformation physicochimique
- ✓ Applications :
  - Relation de Gibbs Helmholtz.
  - Application à la réaction chimique

## CHAPITRE V : ÉQUILIBRES CHIMIQUES

- ✓ Variation de l'enthalpie de Gibbs, pour un système fermé et monophasé sans changement de la quantité de matière
- ✓ Variation de l'enthalpie de Gibbs pour un système avec un changement de la quantité de la matière: transfert de la matière (système fermé à plus qu'une phase ou ouvert) ou siège d'une réactivité chimique (système monophasé, polyphasé fermé ou ouvert phasé) :
  - Expression pour un système monophasé à  $j$  constituants
  - Expression pour un système à  $j$  constituants et  $\phi$  phases
- ✓ Définition et expression du potentiel chimique ( $\mu_i$ )
- ✓ Expression générale du potentiel chimique en fonction de l'activité \*

### Constante d'équilibre

- ✓ Loi d'action de masse relative aux équilibres homogènes gazeux, généralisation aux équilibres hétérogènes.
- ✓ Facteurs d'équilibre et Variance: définition et relation de Gibbs pour son calcul.
- ✓ Lois des déplacements de l'équilibre: principe de Le Chatelier et principe de Van't Hoff.

### Application à la réaction chimique:

Qu'est-ce qu'une transformation chimique ? Qu'est qu'une grandeur de réaction ? Quelles sont les grandeurs de réaction.

\* Expression de l'activité pour des systèmes particuliers:

- **Système gazeux**: gaz parfait pur, gaz parfait dans un mélange de gaz parfaits
- **Systèmes condensés**: corps condensé pur, solution infiniment diluée

## ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL:

Les travaux pratiques Total horaire : 14 heures réparties comme suit : 4 séances de 3H avec 2H d'évaluation

## PROPOSITION DE THÈMES

A choisir parmi la liste ci-dessous

**Manipulation 1** : Détermination de la capacité calorifique

**Manipulation 2** : Détermination de l'enthalpie d'une réaction exothermique

**Manipulation 3** : Application du premier principe de la thermodynamique : étude de la réaction de décomposition de  $\text{H}_2\text{O}$  à température ambiante et pression atmosphérique, en présence d'un catalyseur ( $\text{MnO}_2$ )

**Manipulation 4** : Etude quantitative d'un équilibre homogène en phase liquide

**Manipulation 5** : Etude du changement d'état liquide-vapeur.

**Manipulation 6** : Réaction d'estérification et hydrolyse.

## Fiche descriptive de l'ECUEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Tous les parcours de Chimie (Tronc commun)	<b>Semestre :</b> Sem 1
<b>Intitulé UEF :</b> Thermodynamique et cinétique chimique	<b>Code :</b> UEF110
<b>Intitulé ECUEF :</b> Cinétique chimique	<b>Code :</b> ECUEF112

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
14	14	14	3	1,5

ECUEF	Contrôle continue				Examen final				Coef. de l'ECUEF
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP		
112	x		x	30%	x			70%	1,5

### Objectifs

- Pouvoir déterminer la vitesse d'une réaction chimique en système fermé et de composition uniforme.
- Avoir des connaissances sur l'influence des différents facteurs cinétiques.
- Pouvoir déterminer l'ordre d'une réaction chimique.
- Savoir exprimer et intégrer la loi de vitesse.
- Expliquer l'effet d'un catalyseur sur la vitesse d'une réaction.
- S'intéresser à la cinétique réactionnelle de point de vue applications.

### Pré-requis

- Bases des calculs différentiel et intégral.
- Premier et deuxième principe de la thermodynamique.

### Compétences attendues

- Vitesses de réaction, de disparition, d'apparition, moyenne et instantanée.
- Loi de vitesse, constante de vitesse, ordre partiel et global, temps partiels de réaction.
- Méthodes des vitesses initiales, de van't Hoff, de dégénérescence de l'ordre.
- Lois de vitesse intégrées, loi d'Arrhénius, notions expérimentales..



<p>II.1.4. Réaction du premier ordre par rapport à l'un des réactifs (A)</p> <p>II.1.5. Réaction du deuxième ordre par rapport l'un des réactifs (A)</p> <p>II.1.6. Réaction du premier ordre par rapport aux réactifs A et B</p> <p>II.2. Comparaison des caractéristiques des réactions d'ordre 0, 1 et 2</p> <p><b>CHAPITRE III : ETUDE EXPERIMENTALE DE LA CINÉTIQUE D'UNE RÉACTION</b></p> <p>III.1. Etude de l'évolution d'une réaction</p> <p>III.1.1. Méthodes chimiques</p> <p>III.1.2. Méthodes physiques</p> <p>III.2. Détermination des ordres globale et partiels</p> <p>III.2.1. Application de la méthode des temps de demi-réaction</p> <p>III.2.2. Détermination de l'ordre global par la méthode des mélanges stœchiométriques</p> <p>III.2.3. Détermination de l'ordre de réaction par la méthode de dégénérescence (méthode d'Ostwald)</p> <p>III.2.4. Méthode différentielle</p> <p>III.2.5. Méthode intégrale</p> <p>III.2.6. Méthode des vitesses initiales</p> <p><b>CHAPITRE IV : INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE ET ÉNERGIE D'ACTIVATION</b></p> <p>IV.1. Le facteur de température</p> <p>IV.1.1. Constante de vitesse</p> <p>IV.1.2. Loi semi-empirique d'Arrhenius</p> <p>IV.1.3. Variation de la vitesse avec la température : Détermination de l'énergie d'activation</p> <p>IV.2. Théorie cinétique des gaz</p> <p>IV.2.1. Energie cinétique et vitesses moyennes</p> <p>IV.2.3. Modèle cinétique et lois des gaz parfaits</p>	<p>6 h</p> <p>4 h</p>	
--	-----------------------	--

### **ENSEIGNEMENT EXPERIMENTAL:**

Les travaux pratiques Total horaire : **14** heures réparties comme suit : **4** séances de **3H** avec **2H** d'évaluation

### **PROPOSITION DE THÈMES**

A choisir parmi la liste ci-dessous

**Manipulation 1** : Action de l'eau oxygénée sur l'iodure de potassium en milieu acide. Suivi de la réaction par spectrophotométrie.

**Manipulation 2** : Loi d'Arrhenius. Etude de la variation de la constante de vitesse avec la température. Action de l'eau oxygénée sur l'iodure de potassium en milieu acide à deux températures différentes (2 et 14 °C, par exemple).

**Manipulation 3** : Déterminer les ordres partiels et la constante de vitesse d'une réaction d'oxydoréduction entre les ions iodures et les ions peroxodisulfates

**Manipulation 4** : Cinétique de l'iodation de l'acétone en milieu tamponné. Catalyse acido-basique généralisée.

**Manipulation 5** : Cinétique de la saponification de l'acétate d'éthyle (ou éthanoate d'éthyle) avec l'ion hydroxyde de l'hydroxyde de sodium (NaOH).

## Fiche descriptive de l'UEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Tous les parcours de Chimie (Tronc commun)	<b>Semestre :</b> Sem 1
<b>Intitulé UEF :</b> Atomistique et périodicité des propriétés	<b>Code :</b> UEF120

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21	21	14	5	2,5

UEF	Contrôle continue				Examen final				Coef. de l'UEF
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP		
120	X		X	30%	X			70%	2,5

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE 1: INTRODUCTION</b> Brève présentation historique de la théorie atomique, particules subatomiques (électron, proton, neutron, masse de l'atome...), Rappel sur le spectre de l'hydrogène et le modèle de Bohr.</p> <p><b>CHAPITRE II : ÉTUDE DE L'ATOME D'HYDROGÈNE EN MÉCANIQUE QUANTIQUE</b> Principe d'incertitude de Heisenberg, Dualité onde-corpuscule, Modèle quantique de l'atome d'hydrogène (sans résolution de l'équation de Schrödinger), nombres quantiques, Etude des orbitales de l'atome d'hydrogène, expression de l'énergie, systèmes hydrogénoïdes.</p> <p><b>CHAPITRE III : ÉTUDE DE L'ATOME POLYÉLECTRONIQUE</b> Approximation monoélectronique, règle de Slater, principe d'exclusion de Pauli, configuration électronique, Règles de remplissage, énergie électronique totale, électrons de cœur, électrons de valence.</p>		

<b>CHAPITRE IV : CLASSIFICATION PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS</b>		
---	--	--

Brève introduction historique, principe de construction, description du tableau périodique. Rappel sur la structure électronique et les orbitales atomiques. Périodes, groupes et blocs. Périodicité des propriétés : énergie d'ionisation, affinité électronique, électronégativité. Caractère métallique. Degré d'oxydation.

**ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL:**

Les travaux pratiques Total horaire : **14** heures réparties comme suit : **4** séances de **3H** avec **2H** d'évaluation

**PROPOSITION DE THÈMES**

**Manipulation 1** : Spectre d'émission de l'Hydrogène,

**Manipulation 2**. Périodicité des produits chimiques

**Manipulation 3**. Évolution des propriétés chimiques dans la classification périodique des éléments.

## Fiche descriptive de l'UE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Tous les parcours de chimie	<b>Semestre:</b> S1
<b>Intitulé UE :</b> Activités pratiques	<b>Code:</b> UEF130

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
-	28	-	4	2

UE/ECUE	Contrôle continu				Examen final			
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
<b>UEF130</b>	X	X	X	100 %	-	-	-	-

### PROGRAMME

<p><b>Recommandations et directives de la Commission Nationale Sectorielle de Chimie</b></p> <p>Il est recommandé de répartir les étudiants en petits groupes tournants sur plusieurs enseignants. Ces derniers se chargeront d'une ou de plusieurs activités, chacune d'elles sera comptabilisée à raison de 2H de TD par semestre. Les activités seront réparties comme suit :</p>		
Contenu de l'activité	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>Activité S1.1.</b></p> <p>* Apprentissage de prise de notes écrites. *Préparation aux examens (lecture efficace d'un énoncé, documentation, application, gestion du temps, ...)</p>	3x2H + 1H d'évaluation	
<p><b>Activité S1.2.</b></p> <p>*Élaboration d'un compte rendu (TP, visite, mémoire...) * Préparation d'un exposé oral (préparer des diapos, gestion du temps, réponses aux questions...)</p>	3x2H + 1H d'évaluation	

<p><b>Activité S1.3.</b> Consignes de sécurité et Hygiène au laboratoire (les bons réflexes, lecture d'une étiquette...)</p>	<p>3x2H + 1H d'évaluation</p>	
<p><b>Activité S1.4.</b> La chimie au quotidien (santé, environnement, agro-alimentaire...)</p>	<p>3x2H + 1H d'évaluation</p>	
<p><b>Remarques générales concernant les activités pratiques du premier semestre :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La présence est obligatoire aux activités pratiques.</li> <li>• La note finale attribuée à l'activité pratique sera la moyenne arithmétique des quatre activités.</li> </ul>		

## Fiche descriptive de l'UE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Tous les parcours de Chimie (Tronc commun)	<b>Semestre:</b> Sem 1.
<b>Intitulé UE :</b> Mathématiques 1	<b>Code :</b> UEF 140

<b>Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)</b>				
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Crédits</b>	<b>Coefficient</b>
21	21	-	4	2

UE	Contrôle continue				Examen final				Coef. de l'UE
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres		
140	X			30%	X			70%	2

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE 1 - Représentation graphique des fonctions</b></p> <p>1.1. Repère cartésien            1.2. Fonction définie par un graphe ou un nuage de points            1.3. Transformations d'un graphe (transformation affine, symétries, réciproque)            1.4. Interprétation graphique d'équations simples            1.5. Graphes des fonctions usuelles            1.6. Échelles et diagrammes logarithmiques</p>	9H	
<p><b>CHAPITRE 2 - Calculs élémentaires avec les fonctions</b></p> <p>2.1. Taux d'accroissement            2.2. Calcul de dérivées usuelles            2.3. Sens de variation            2.4. Recherche d'extrema et optimisation            2.5. Calcul de tangente ou d'asymptote            2.6. Calcul d'aires</p>	9H	
<p><b>CHAPITRE 3 - Fonctions de plusieurs variables et applications</b></p> <p>3.1. Graphe 3D            3.2. Carte des lignes de niveau            3.3. Dérivées partielles</p>	3H	

3.4. Variations infinitésimales 3.5. Application aux calculs d'incertitudes 3.6. Application à l'analyse de données statistiques		
---	--	--

## Fiche descriptive de l'UE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Tous les parcours de Chimie (tronc commun)	<b>Semestre:</b> Sem 1
<b>Intitulé UE :</b> Physique 1	<b>Code :</b> UEF 150

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21	21	21	4	2

UE	Contrôle continue				Examen final				Coef. de l'UE
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres		
150	X		X	30%	X			70%	2

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	horaire approximatif	Observations / Recommandations
<b>Partie 1 : Mécanique du point matériel</b>		
<p><b>Chapitre 1 : Cinétique du point matériel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Notion du point matériel</li> <li>• Vitesse d'un point</li> <li>• Accélération d'un point</li> <li>• Exemples de mouvements</li> </ul> <p><b>Chapitre 2 : Changements de Référentiels</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définitions</li> <li>• Composition des vitesses</li> <li>• Composition des accélérations</li> </ul> <p><b>Chapitre 3 : Principes de la dynamique newtonienne</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les Référentiels galiléens</li> <li>• Principe d'inertie</li> <li>• Principe Fondamental de la Dynamique</li> <li>• Principes des actions réciproques</li> </ul> <p><b>Chapitre 4 : Dynamique du point matériel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Travail d'une force</li> <li>• Théorie de l'énergie cinétique</li> <li>• Forces conservatives</li> <li>• Énergie mécanique</li> </ul>		

## Partie 2 : Optique Géométrique

### Chapitre 1 : Lumière et rayon lumineux

Limite de validité de l'optique géométrique  
Lois de Snell-Descartes  
Angle de déviation d'un rayon lumineux

### Chapitre 2 : Formation des images

Système optique centré  
Notion d'objet et image  
Stigmatisme : conditions de Gauss  
Foyers

### Chapitre 3 : Systèmes optiques à faces planes

Miroirs plans  
Formule de conjugaison dans l'approximation de Gauss  
Prisme

### Chapitre 4 : Systèmes optiques à faces sphériques

Miroirs sphériques  
Formule de conjugaison dans l'approximation de Gauss  
Lentilles minces  
Construction d'images

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation : Sciences et Technologie</b>	<b>Mention : Chimie</b>
<b>Parcours : Tous les parcours de chimie (Tronc commun)</b>	<b>Semestre : Sem 1</b>
<b>Intitulé UE : Langues et informatique</b>	<b>Code : UET 160</b>
<b>Intitulé ECUE : Culture et Compétences Numériques - 2CN</b>	<b>Code : ECUET 163</b>

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
		21	2	1

ECUET	Contrôle continue				Examen final				Coef. de l'UE
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres		
163			X					1	

### **OBJECTIF GÉNÉRAL**

Ce cours de "Culture et Compétences Numériques" (2CN) est loin d'être un cours de bureautique et d'informatique classique. Son objectif est d'accompagner l'élévation du niveau général de connaissances et de compétences numériques des apprenants et d'offrir une formation qui répond à l'évolution technologique. Il vise à fédérer et mutualiser les ressources et à accompagner les étudiants dans l'acquisition des compétences numériques nécessaires pour innover, concevoir, développer et lancer leurs propres solutions Digitales.

Il comprend 5 domaines de compétences répartis sur les deux premiers semestres de tous les parcours des licences de chimie.

Ces domaines sont définis comme suit :

***Domaine 1 : Informations et données***

***Domaine 2 : Communication et collaboration***

***Domaine 3 : Création de contenu***

***Domaine 4 : Protection et sécurité***

***Domaine 5 : Environnement numérique***

Il est aussi à noter que ce cours couvre les compétences digitales arrêtées par la commission européenne dans son cadre de référence DigComp de 2017 et que L'UVT propose à la fin de chaque année universitaire une certification permettant aux étudiants de valider l'ensemble de ces compétences.

**PRÉ REQUIS :** Aucun

## ÉLÉMENTS DE CONTENU

<b><u>DOMAINE 1: INFORMATIONS ET DONNÉES</u></b>	
<b>Mener une recherche et une veille d'information</b>	<b><u>APTITUDES</u></b> Mener une recherche et une veille d'information pour répondre à un besoin d'information et se tenir au courant de l'actualité d'un sujet (avec un moteur de recherche, au sein d'un réseau social, par abonnement à des flux ou des lettres d'information, ou tout autre moyen).
	<b><u>THÉMATIQUES ASSOCIÉES</u></b> Web et navigation ; Moteur de recherche et requête ; Veille d'information, flux et curation ; Évaluation de l'information ; Source et citation ; Gouvernance d'internet et ouverture du web ; Abondance de l'information, filtrage et personnalisation ; Recul critique face à l'information et aux médias ; Droit d'auteur.
<b>Gérer des données</b>	<b><u>APTITUDES</u></b> Stockier et organiser des données pour les retrouver, les conserver et en faciliter l'accès et la gestion (avec un gestionnaire de fichiers, un espace de stockage en ligne, des tags, des classeurs, des bases de données, un système d'information, etc.).
	<b><u>THÉMATIQUES ASSOCIÉES</u></b> Dossier et fichier ; Stockage et compression ; Transfert et synchronisation ; Recherche et méta-données ; Indexation sémantique et libellé (tag) ; Structuration des données ; Système d'information ; Localisation des données et droit applicable ; Modèles et stratégies économiques ; Sécurité du système d'information.
<b>Traiter des données</b>	<b><u>APTITUDES</u></b> Appliquer des traitements à des données pour les analyser et les interpréter (avec un tableur, un programme, un logiciel de traitement d'enquête, une requête calcul dans une base de données, etc.).
	<b><u>THÉMATIQUES ASSOCIÉES</u></b> Données quantitatives, type et format de données ; Calcul, traitement statistique et représentation graphique ; Flux de données ; Collecte et exploitation de données massives ; Pensée algorithmique et informatique ; Vie privée et confidentialité ; Interopérabilité

## DOMAINE 2 : COMMUNICATION ET COLLABORATION

<b>Interagir</b>	<p><b><u>APTITUDES</u></b></p> <p>Interagir avec des individus et de petits groupes pour échanger dans divers contextes liés à la vie privée ou à une activité professionnelle, de façon ponctuelle et récurrente (avec une messagerie électronique, une messagerie instantanée, un système de visio-conférence, etc.).</p>
	<p><b><u>THÉMATIQUES ASSOCIÉES</u></b></p> <p>Protocoles pour l'interaction ; Modalités d'interaction et rôles ; Applications et services pour l'interaction ; Vie privée et confidentialité ; Identité numérique et signaux ; Vie connectée ; Codes de communication et netiquette</p>
<b>Partager et publier</b>	<p><b><u>APTITUDES</u></b></p> <p>Partager et publier des informations et des contenus pour communiquer ses propres productions ou opinions, relayer celles des autres en contexte de communication publique (avec des plateformes de partage, des réseaux sociaux, des blogs, des espaces de forum et de commentaire, des CMS, etc.)</p>
	<p><b><u>THÉMATIQUES ASSOCIÉES</u></b></p> <p>Protocoles et modalités de partage ; Applications et services pour le partage ; Règles de publication et visibilité ; Réseaux sociaux ; Liberté d'expression et droit à l'information ; Formation en ligne ; Vie privée et confidentialité ; Identité numérique et signaux ; Pratiques sociales et participation citoyenne ; e- Réputation et influence ; Écriture pour le web ; Codes de communication et netiquette ; Droit d'auteur</p>
<b>Collaborer</b>	<p><b><u>APTITUDES</u></b></p> <p>Collaborer dans un groupe pour réaliser un projet, co-produire des ressources, des connaissances, des données, et pour apprendre (avec des plateformes de travail collaboratif et de partage de document, des éditeurs en ligne, des fonctionnalités de suivi de modifications ou de gestion de versions, etc.)</p>
	<p><b><u>THÉMATIQUES ASSOCIÉES</u></b></p> <p>Modalités de collaboration et rôles ; Applications et services de partage de document et d'édition en ligne ; Versions et révisions; Droits d'accès et conflit d'accès; Gestion de projet ; Droit d'auteur ; Vie connectée ; Vie privée et confidentialité</p>
<b>S'insérer dans le monde numérique</b>	<p><b><u>APTITUDES</u></b></p> <p>Maîtriser les stratégies et enjeux de la présence en ligne, et choisir ses pratiques pour se positionner en tant qu'acteur social, économique et citoyen dans le monde numérique, en lien avec ses règles, limites et potentialités, et en accord avec des valeurs et/ou pour répondre à des objectifs (avec les réseaux sociaux et les outils permettant de développer une présence publique sur le web, et en lien avec la vie citoyenne, la vie professionnelle, la vie privée, etc.)</p>
	<p><b><u>THÉMATIQUES ASSOCIÉES</u></b></p> <p>Identité numérique et signaux ; e-Réputation et influence ; Codes de communication et netiquette ; Pratiques sociales et participation citoyenne ; Modèles et stratégies économiques; Questions éthiques et valeurs ; Gouvernance d'internet et ouverture du web ; Liberté d'expression et droit à l'information</p>

## DOMAINE 3: CRÉATION DE CONTENU

<b>Développer des documents textuels</b>	<p><b><u>APTITUDES</u></b></p> <p>Produire des documents à contenu majoritairement textuel pour communiquer des idées, rendre compte et valoriser ses travaux (avec des logiciels de traitement de texte, de présentation, de création de page web, de carte conceptuelle, etc.)</p>
	<p><b><u>THÉMATIQUES ASSOCIÉES</u></b></p> <p>Applications d'édition de documents textuels ; Structure et séparation forme et contenu ; Illustration et intégration ; Charte graphique et identité visuelle ; Interopérabilité ; Ergonomie et réutilisabilité du document ; Accessibilité ; Droit d'auteur</p>
<b>Développer des documents multimédia</b>	<p><b><u>APTITUDES</u></b></p> <p>Développer des documents à contenu multimédia pour créer ses propres productions multimédia, enrichir ses créations majoritairement textuelles ou créer une œuvre transformative (mashup, remix, ...) (avec des logiciels de capture et d'édition d'image / son / vidéo / animation, des logiciels utiles aux pré-traitements avant intégration, etc.)</p>
	<p><b><u>THÉMATIQUES ASSOCIÉES</u></b></p> <p>Applications d'édition de documents multimédia ; Capture son, image et vidéo et numérisation ; Interopérabilité ; Accessibilité ; Droit d'auteur ; Charte graphique et identité visuelle</p>
<b>Adapter les documents à leur finalité</b>	<p><b><u>APTITUDES</u></b></p> <p>Adapter des documents de tous types en fonction de l'usage envisagé et maîtriser l'usage des licences pour permettre, faciliter et encadrer l'utilisation dans divers contextes (mise à jour fréquente, diffusion multicanale, impression, mise en ligne, projection, etc.) (avec les fonctionnalités des logiciels liées à la préparation d'impression, de projection, de mise en ligne, les outils de conversion de format, etc.</p>
	<p><b><u>THÉMATIQUES ASSOCIÉES</u></b></p> <p>Licences ; Diffusion et mise en ligne d'un document Ergonomie et réutilisabilité du document ; Ecriture pour le web ; Interopérabilité ; Accessibilité ; Vie privée et confidentialité</p>
<b>Programmer</b>	<p><b><u>APTITUDES</u></b></p> <p>Écrire des programmes et des algorithmes pour répondre à un besoin (automatiser une tâche répétitive, accomplir des tâches complexes ou chronophages, résoudre un problème logique, etc.) et pour développer un contenu riche (jeu, site web, etc.) (avec des environnements de développement informatique simples, des logiciels de planification de tâches, etc.</p>
	<p><b><u>THÉMATIQUES ASSOCIÉES</u></b></p> <p>Algorithme et programme ; Représentation et codage de l'information ; Complexité ; Pensée algorithmique et informatique ; Collecte et exploitation de données massives ; Intelligence artificielle et robots</p>

## **DOMAINE 4: PROTECTION ET SÉCURITÉ**

<b>Sécuriser l'environnement numérique</b>	<b><u>APTITUDES</u></b>  Sécuriser les équipements, les communications et les données pour se prémunir contre les attaques, pièges, désagréments et incidents susceptibles de nuire au bon fonctionnement des matériels, logiciels, sites internet, et de compromettre les transactions et les données (avec des logiciels de protection, des techniques de chiffrement, la maîtrise de bonnes pratiques, etc.).
	<b><u>THÉMATIQUES ASSOCIÉES</u></b>  Attaques et menaces ; Chiffrement ; Logiciels de prévention et de protection ; Authentification ; Sécurité du système d'information ; Vie privée et confidentialité
<b>Protéger les données personnelles et la vie privée</b>	<b><u>APTITUDES</u></b>  Maîtriser ses traces et gérer les données personnelles pour protéger sa vie privée et celle des autres, et adopter une pratique éclairée (avec le paramétrage des paramètres de confidentialité, la surveillance régulière de ses traces par des alertes ou autres outils, etc.).
	<b><u>THÉMATIQUES ASSOCIÉES</u></b>  Données personnelles et loi ; Traces ; Vie privée et confidentialité ; Collecte et exploitation de données massives
<b>Protéger la santé, le bien-être et l'environnement</b>	<b><u>APTITUDES</u></b>  Prévenir et limiter les risques générés par le numérique sur la santé, le bien-être et l'environnement mais aussi tirer parti de ses potentialités pour favoriser le développement personnel, le soin, l'inclusion dans la société et la qualité des conditions de vie, pour soi et pour les autres (avec la connaissance des effets du numérique sur la santé physique et psychique et sur l'environnement, et des pratiques, services et outils numériques dédiés au bien-être, à la santé, à l'accessibilité).
	<b><u>THÉMATIQUES ASSOCIÉES</u></b>  Ergonomie du poste de travail ; Communication sans fil et ondes ; Impact environnemental ; Accessibilité ; Vie connectée ; Capteurs ; Intelligence artificielle et robots ; Santé ; Vie privée et confidentialité

## DOMAINE 5 : ENVIRONNEMENT NUMÉRIQUE

<b>Résoudre des problèmes techniques</b>	<b><u>APTITUDES</u></b> Résoudre des problèmes techniques pour garantir et rétablir le bon fonctionnement d'un environnement informatique (avec les outils de configuration et de maintenance des logiciels ou des systèmes d'exploitation, et en mobilisant les ressources techniques ou humaines nécessaires, etc.).
	<b><u>THÉMATIQUES ASSOCIÉES</u></b> Panne et support informatique ; Administration et configuration ; Maintenance et mise à jour ; Sauvegarde et restauration ; Interopérabilité ; Complexité
<b>Construire un environnement numérique</b>	<b><u>APTITUDES</u></b> Installer, configurer et enrichir un environnement numérique (matériels, outils, services) pour disposer d'un cadre adapté aux activités menées, à leur contexte d'exercice ou à des valeurs (avec les outils de configuration des logiciels et des systèmes d'exploitation, l'installation de nouveaux logiciels ou la souscription à des services, etc.).
	<b><u>THÉMATIQUES ASSOCIÉES</u></b> Histoire de l'informatique ; Informatique et matériel ; Logiciels, applications et services ; Système d'exploitation ; Réseau informatique ; Offre (matériel, logiciel, service) ; Modèles et stratégies économiques

## Fiche descriptive de l'UEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Tous les parcours de Chimie (Tronc commun)	<b>Semestre :</b> Sem 2
<b>Intitulé UEF :</b> Chimie de solutions	<b>Code :</b> UEF 210

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
28	21	21	6	3

UEF	Contrôle continue				Examen final				Coef. de l'UEF
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP		
210	X		X	30%	X			70%	3

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE 1: LES ACIDES ET LES BASES</b></p> <p><b>I.1- Propriétés particulières de l'eau</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Solvant ionisant, solvatant et dispersant.</li> <li>- Aspect énergétique de la dissolution.</li> </ul> <p><b>I.2- Acides et Bases</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définitions</li> <li>- Couples acide-base</li> <li>- Réaction acido-basique</li> <li>- Autoprotolyse de l'eau</li> <li>- Constantes d'acidité et de basicité d'un couple</li> <li>- Classement des acides et des bases</li> </ul> <p><b>1.3- Le pH (potentiel d'hydrogène)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définition</li> <li>- Diagramme de prédominance</li> <li>- Méthodes de calcul de pH</li> <li>✓ Méthode globale (écriture des équations chimiques suivie des équations mathématiques décrivant l'état de la solution puis résolution du système d'équations après avoir proposé des approximations qu'il faut vérifier)</li> </ul>		

<p>✓ Méthode de la réaction prépondérante</p> <p>✓ Présenter quelques applications de calcul de pH parmi les suivantes: acide fort, base forte, acide et base faibles, solutions de sels, polyacides ou polybases et ampholyte.</p> <p><b>1.4- Titrages acido-basiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Titrage d'un acide ou d'une base : définitions et méthodes</li> <li>- Aspect pratique des titrages</li> <li>- Applications : Titrage acide fort-base forte, acide faible-base fort et polyacide ou polybase).</li> </ul> <p><b>1.5- Solution Tampon</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définitions,</li> <li>- Différentes méthodes de préparation,</li> <li>- Notion de pouvoir tampon,</li> <li>- Applications des solutions tampons.</li> </ul> <p><b>CHAPITRE II : RÉACTIONS DE COMPLEXATION ET PRÉCIPITATION</b></p> <p><b>II.1 Réactions de complexation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en évidence expérimentale ; définition,</li> <li>- Formation de complexes en solution : constantes caractéristiques,</li> <li>- Diagrammes de prédominance,</li> <li>- Complexation compétitive.</li> </ul> <p><b>II.2 Réaction de précipitation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Produit de solubilité : Solubilité, Solution saturée, produit de solubilité et condition de précipitation.</li> <li>- Facteurs d'influence sur la solubilité (Effets : ion commun, température, pH et complexation).</li> <li>- Domaine d'existence d'un précipité.</li> </ul> <p><b>CHAPITRE III : EQUILIBRE D'OXYDO-RÉDUCTION</b></p> <p><b>III.1 Nombre d'oxydation et état d'oxydation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Couples oxydants-réducteurs (rappels des définitions : oxydant, réducteurs, ampholyte, etc.).</li> <li>- Nombres d'oxydation (définitions, propriétés, Equilibrage d'une équation d'oxydoréduction.</li> </ul> <p><b>III.2 Potentiel d'électrode</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définitions et conventions : Demi-pile et électrode, cellule galvanique et pile, sens de la réaction. électrochimique, Force électromotrice d'une cellule galvanique).</li> <li>- Potentiel d'oxydoréduction d'une électrode : Electrode standard à hydrogène, potentiel d'électrode, potentiel d'oxydoréduction.</li> </ul> <p><b>III.3 Potentiel d'oxydoréduction</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Relation de Nernst</li> <li>- Convention de signe (Relation Enthalpie libre-Potentiel).</li> <li>- Enoncé (activité-concentration).</li> </ul>		
---	--	--

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Expressions de la relation (Quelques exemples d'écritures).</li> <li>- Exemples d'électrodes (Première espèce, deuxième espèce, troisième espèce).</li> </ul> <p><b>III.4 Prévision des réactions d'oxydo-réduction</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evolution d'un système.</li> <li>- Etude quantitative de l'évolution d'un système (Détermination de la constante d'équilibre).</li> <li>- Détermination du potentiel standard d'un couple rédox.</li> <li>- Domaine de prédominance des espèces d'un couple rédox.</li> </ul> <p><b>III.5 Facteurs influençant les réactions rédox</b></p> <p>Influence de la concentration, du pH et des réactions de précipitation et de complexation</p> <p><b>III.6 Dosage d'oxydo-réduction</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Généralités</li> <li>- Applications : Exemple d'un dosage (présentation du dosage et étude théorique).</li> </ul>		
---	--	--

## ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL PROPOSE

**Manipulation 1 :** Dosage pHmétrique et exploitation des courbes de dosage : titrage d'une dibase  $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{HCl}$ , titrage d'un polyacide  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (ou  $\text{H}_3\text{PO}_4$ )/ $\text{NaOH}$ ,

**Manipulation 2.** Etude des solutions tampons

**Manipulation 3.** Produit de solubilité (cas de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ) et dosage par précipitation (argentimétrie).

**Manipulation 4.** Oxydo-réduction : manganimétrie/iodométrie : titrage de  $\text{FeSO}_4$  par  $\text{KMnO}_4$ , titrage de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  par  $\text{FeSO}_4$  (dosage en retour), titrage d'une eau de javel commerciale.

**Manipulation 5.** Oxydo-réduction et pile : comparaison des pouvoirs oxydants et détermination du potentiel.

## Fiche descriptive de l'ECUEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Tous les parcours de Chimie (Tronc commun)	<b>Semestre :</b> Sem 2
<b>Intitulé UEF :</b> Structure et liaisons chimiques	<b>Code :</b> UEF220
<b>Intitulé ECUEF :</b> Liaisons chimiques	<b>Code :</b> ECUEF 221

<b>Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)</b>				
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Crédits</b>	<b>Coefficient</b>
21	14		2	1

ECUEF	Contrôle continue				Examen final				Coef. de l'ECUEF
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP		
221	x		x	30%	x			70%	1

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>INTRODUCTION</b> Historique de la liaison chimique : interactions entre atomes, interaction entre ions. Différents modèles pour la liaison chimique.</p> <p><b>CHAPITRE 1: LIAISON COVALENTE</b> Notion de valence. Notion d'électronégativité, Modèle de Lewis, règle de l'octet, mésomérie et résonance, énergie de résonance, règle de constructions des structures de Lewis. Insuffisances du modèle de Lewis.</p> <p><b>CHAPITRE II : TYPES DE LIAISONS COVALENTES</b> Liaison covalente polarisée, liaison ionique, moment dipolaire, pourcentage d'ionité. Liaison dative. Liaison délocalisée, mésomérie et résonance, énergie de résonance, liaison métallique.</p>		

**CHAPITRE III : MODÈLE QUANTIQUE DE LA MOLÉCULE**

Approximation orbitale, molécule diatomique, recouvrement des orbitales atomiques, L.C.A.O, diagramme d'interaction, diagrammes des niveaux d'énergie des orbitales moléculaires, liaisons dans les molécules diatomiques homonucléaires et hétéronucléaires,

**CHAPITRE IV : MOLÉCULES POLYATOMIQUES, HYBRIDATION DES ORBITALES ATOMIQUES**

hybridation des orbitales atomiques, hybridation sp, hybridation sp<sup>2</sup>, hybridation sp<sup>3</sup>, hybridation sp<sup>3d</sup>, hybridation sp<sup>3d<sup>2</sup></sup>.

**CHAPITRE V : GÉOMÉTRIE DES SYSTÈMES POLYATOMIQUES (THÉORIE VSEPR)**

Théorie VSEPR : prévision de la géométrie par la méthode de répulsion des paires électroniques de la couche de valence. Electronegativité et polarité des liaisons, moments dipolaires. Influence de la mésomérie sur la géométrie des molécules, pourcentage d'ionicité, influence de la mésomérie sur la mesure du moment dipolaire.

## Fiche descriptive de l'ECUEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Tous les parcours de chimie (Tronc commun)	<b>Semestre :</b> Sem 2
<b>Intitulé UEF :</b> Structure et liaisons chimiques	<b>Code :</b> UEF 220
<b>Intitulé ECUEF :</b> Introduction à la Chimie Inorganique Générale	<b>Code :</b> ECUEF 222

<b>Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)</b>				
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Crédits</b>	<b>Coefficient</b>
21	21	14	4	2

ECUEF	Contrôle continue				Examen final				Coef. de l'ECUEF
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP		
222	x		x	30%	x			70%	2

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE I : LES COMPLEXES DES MÉTAUX DE TRANSITION</b>            Éléments de transition. Complexes des métaux de transition. Liaison métal-ligand. Nomenclature des entités complexes. Isomérisation des entités complexes. Théorie de valence et hybridation. Théorie du champ cristallin, champ octaédrique (Oh), champ tétraédrique (Td), énergie de stabilisation du champ cristallin (E.S.C.C), influences du ligand et du cation métallique. ΔParamètre du champ cristallin : terme spectroscopique Spectres électroniques des complexes de métaux de transition. Propriétés magnétiques des complexes et leurs utilisations.</p> <p><b>CHAPITRE II : LES STRUCTURES CRISTALLINES ET LES TYPES DE LIAISON QUI LES RÉGISSENT</b>            État solide (amorphe/cristallisé). Solide covalent (Structure type diamant, Structure type graphite), propriétés physico-chimiques des solides covalents. Solide métallique, liaison métallique (sans faire appel aux empilements compacts), propriétés physico-chimiques des solides métalliques. Solide ionique. Exemples de structures basées sur les liaisons ioniques (Sans faire appel à la notion d'énergie réticulaire),</p>		

<p>propriétés physico-chimiques des solides ioniques. Solides moléculaires. Liaisons de Van Der Waals. Force de Keesom : dipôle permanent-dipôle permanent. Force de Debye : dipôle permanent-dipôle induit. Force de London : dipôle instantané-dipôle induit. Liaison hydrogène. Exemples de structures basées sur les liaisons hydrogène. Propriétés physico-chimiques des solides moléculaires (conséquences des interactions de Van Der Waals sur les températures de changement d'état, solubilité et miscibilité).</p> <p><b>CHAPITRE III : LES OXYDES</b>  Classification des oxydes. Classification selon la réactivité. Classification chimique. Classification selon Lux-Flood. Oxydes basiques, oxydes acides (oxo-acides), oxydes amphotères, oxydation par voie sèche (diagrammes d'Ellingham). Construction des diagrammes d'Ellingham (Signe de la pente, Influence d'un changement d'état physique). Domaine de stabilité des espèces d'un couple. Applications des diagrammes d'Ellingham. Corrosion d'un métal par le dioxygène. Réduction des oxydes métalliques.</p> <p><b>CHAPITRE IV : LES HYDRURES</b>  Différents types d'hydrures. Hydrures ioniques salins (description, préparation, utilisation). Hydrures métalliques (description, applications). Hydrures covalents (description, applications).</p>		
--	--	--

### **ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL PROPOSE**

**Manipulation 1** . Etude des degrés d'oxydation de quelques éléments Manganèse, Vanadium

**Manipulation 2**. Synthèse du sel de Mohr

**Manipulation 3**. Analyse des cations

**Manipulation 4**. Propriétés chimiques des halogènes

**Manipulation 5**. Propriétés chimiques des oxydes.

## Fiche descriptive de l'UE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Tous les parcours de chimie	<b>Semestre:</b> S2
<b>Intitulé UE :</b> Activités pratiques	<b>Code:</b> UEF230

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
-	28	-	4	2

UE/ECUE	Contrôle continu				Examen final			
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
<b>UEF230</b>	X	X	X	100 %	-	-	-	-

### PROGRAMME

#### **Recommandations et directives de la Commission Nationale Sectorielle de Chimie**

Il est recommandé de répartir les étudiants en petits groupes tournants sur plusieurs enseignants. Ces derniers se chargeront d'une ou de plusieurs activités, chacune d'elles sera comptabilisée à raison de 2H de TD par semestre. Les activités seront réparties comme suit :

Contenu de l'activité	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<b>Activité S2.1.</b> Applications pratiques de la thermodynamique : - Chaleur de réaction - Combustion -Moteur thermique	3x2H + 1H d'évaluation	
<b>Activité S2.2.</b> Applications de la chimie des solutions dans les domaines agroalimentaire, médical, environnemental, cosmétique et de détergence, ...	3x2H + 1H d'évaluation	

<p><b>Activité S2.3.</b> Application de la cinétique dans les domaines des matériaux, de la santé et de la pharmacie, agroalimentaire. (Étude de cas.)</p>	<p>3x2H + 1H d'évaluation</p>	
<p><b>Activité S2.4.</b> Atomistique et liaisons chimiques : les grandes expériences.</p>	<p>3x2H + 1H d'évaluation</p>	
<p><b>Remarques générales concernant les activités pratiques du second semestre :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La présence des étudiants aux séances des activités pratiques est obligatoire.</li> <li>• Pour chacune des quatre activités proposées, une séance d'introduction générale d'une heure sera effectuée par l'enseignant et à la fin de laquelle les sujets seront attribués par binôme et par tirage au sort selon un calendrier préétabli.</li> <li>• L'évaluation se fera par des exposés oraux par binôme répartis sur les 3 séances. L'évaluation tiendra compte de la qualité du support, de l'exposé oral et des réponses aux questions.</li> <li>• La note finale attribuée à cette unité d'enseignement sera la moyenne arithmétique des quatre activités.</li> </ul>		

## Fiche descriptive de l'UE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Tous les parcours de Chimie (Tronc commun)	<b>Semestre:</b> Sem 2.
<b>Intitulé UE :</b> Mathématiques 2	<b>Code :</b> UEF 240

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21	21	-	4	2

UE	Contrôle continue				Examen final				Coef. de L'UE
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres		
240	X			30%	X			70%	2

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE 1 - Rappels</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dérivations / intégrations,</li> <li>- Changements de variables,</li> <li>- Intégrations par parties</li> <li>- Surfaces</li> </ul>	6H	
<p><b>CHAPITRE 2 - Équations différentielles</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Équations différentielles du premier ordre à coefficients variables,</li> <li>- Équations différentielles du deuxième ordre à coefficients constants</li> </ul>	9H	
<p><b>CHAPITRE 3 - Applications pharmacocinétique, modèle proie-prédateur</b></p>	6H	

## Fiche descriptive de l'UE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Tous les parcours de Chimie (tronc commun)	<b>Semestre:</b> Sem 2
<b>Intitulé UE :</b> Physique 2	<b>Code :</b> UEF 250

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21	21	21	4	2

UE	Contrôle continue				Examen final				Coef. de l'UE
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres		
250	X		X	30%	X			70%	2

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	horaire approximatif	Observations / Recommandations
<b>Partie 1 : Électrostatique</b>		
<p><b>Chapitre 1 : Champ Électrostatique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Loi de Coulomb</li> <li>• Champ électrostatique</li> <li>• Théorème de Gauss</li> </ul> <p><b>Chapitre 2 : Potentiel Électrostatique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Circulation du champ</li> <li>• Potentiel électrostatique</li> <li>• Energie potentielle</li> </ul> <p><b>Chapitre 3 : Dipôle électrostatique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Champ et potentielle d'un dipôle</li> <li>• Interaction d'un dipôle avec un champ électrique</li> <li>• Applications</li> </ul> <p><b>Chapitre 4 : Conducteurs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Théorème de Coulomb</li> <li>• Coefficients d'influence</li> <li>• Condensateurs</li> </ul>		

## Partie 2 : Électrocinétique

### Chapitre 1 : Grandeurs électriques

- Courant électrique
- Dipôle électrocinétiques
- Associations des dipôles

### Chapitre 2 : Réseaux électriques

- Lois de Kirchoff
- Théorème de superposition
- Théorèmes de Norton et de Thévenin

### Chapitre 3 : Régime transitoire

- Circuit RC
- Circuit RLC en série

### Chapitre 4 : Régime sinusoïdal forcé

- Régime forcé
- Circuit RLC en série-résonnance

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation :</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Tous les parcours de chimie (Tronc commun)	<b>Semestre :</b> Sem 2
<b>Intitulé UE :</b> Langues et informatique	<b>Code :</b> UET 260
<b>Intitulé ECUE :</b> Culture et Compétences Numériques - 2CN	<b>Code :</b> ECUET 263

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
		21	2	1

ECUET	Contrôle continue				Examen final				Coef. de l'UE
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres		
163			X					1	

### **OBJECTIF GÉNÉRAL**

Ce cours de "Culture et Compétences Numériques" (2CN) est loin d'être un cours de bureautique et d'informatique classique. Son objectif est d'accompagner l'élévation du niveau général de connaissances et de compétences numériques des apprenants et d'offrir une formation qui répond à l'évolution technologique. Il vise à fédérer et mutualiser les ressources et à accompagner les étudiants dans l'acquisition des compétences numériques nécessaires pour innover, concevoir, développer et lancer leurs propres solutions Digitales.

Il comprend 5 domaines de compétences répartis sur les deux premiers semestres de tous les parcours des licences de chimie.

Ces domaines sont définis comme suit :

**Domaine 1 : Informations et données**

**Domaine 2 : Communication et collaboration**

**Domaine 3 : Création de contenu**

**Domaine 4 : Protection et sécurité**

**Domaine 5 : Environnement numérique**

Il est aussi à noter que ce cours couvre les compétences digitales arrêtées par la commission européenne dans son cadre de référence DigComp de 2017 et que L'UVT propose à la fin de chaque année universitaire une certification permettant aux étudiants de valider l'ensemble de ces compétences.

**PRÉ REQUIS :** Aucun

**ÉLÉMENTS DE CONTENU :** Voir Fiche descriptive de l'ECUET 163

**LICENCE DE CHIMIE - Parcours "Chimie Industrielle"**  
**Semestre S3 (L2)**

Code Unité	Unité d'enseignement	Nature de l'UE	Code ECUE	Élément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire semestriel (14 semaines)			Crédits		Coefficients		Régime d'examen	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
UEF310	Chimie organique et inorganique 1	Fondamentale	ECUEF311	Chimie organique générale	21	21	14	3	6	1,5	3		x
			ECUEF312	Diagrammes de phases et applications	21	21	14	3		1,5			x
UEF320	Techniques d'analyses thermiques et spectroscopiques	Fondamentale	ECUEF321	Techniques d'analyses thermiques	21	14*		2	5	1	2,5		x
			ECUEF322	Techniques spectroscopiques	21	14	14	3		1,5			
UEF330	Méthodologie expérimentale/ Métrologie	Fondamentale	ECUEF331	Méthodologie expérimentale	21	14		3	5	1,5	2,5		x
			ECUEF332	Métrologie	21		14	2		1			
UEF340	Activités pratiques	Fondamentale				28			4		2	x	
UET350	Enseignements transversaux	Transversale	ECUET351	Anglais scientifique		21		2	4	1	2	x	
			ECUET352	Informatique appliqué			21	2		1		x	
UEO360	Enseignements optionnels	Optionnelle	ECUEO361	Option 1	21	14*		3	6	1,5	3		x
			ECUEO362	Option 2	21	14*		3		1,5			x
<b>Total</b>					<b>168</b>	<b>161</b>	<b>77</b>	<b>30</b>		<b>15</b>			
					<b>406</b>								

\*Enseignement convertible en TP

## LICENCE DE CHIMIE - Parcours Chimie Industrielle

### Semestre S4 (L2)

Code Unité	Unité d'enseignement	Nature de l'UE	Code ECUE	Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire semestriel (14 semaines)			Crédits		Coefficients		Régime d'examen	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
UEF410	Chimie organique et inorganique 2	Fondamentale	ECUEF411	Fonctions et Mécanismes réactionnels	21	21	14	3	6	1,5	3		x
			ECUEF412	Structure et propriétés des solides	21	21	14	3		1,5			x
UEF420	Méthodes de séparation / Techniques chromatographiques	Fondamentale	ECUEF421	Méthodes de séparation	21	14	14	3	6	1,5	3		x
			ECUEF422	Techniques chromatographiques	21		14	3		1,5			
UEF430	Transfert thermique / Transfert de matière	Fondamentale	ECUEF431	Transfert thermique	21	14		2	4	1	2		x
			ECUEF432	Transfert de matière	21	14		2		1			
UEF440	Activités pratiques	Fondamentale				28			4		2	x	
UET450	Enseignements transversaux	Transversale	ECUET451	Management de projet	21			2	4	1	2	x	
			ECUET452	Informatique appliqué			21	2		1		x	
UEO460	Enseignements optionnels	Optionnelle	ECUEO461	Option 1	21	14*		3	6	1,5	3		x
			ECUEO462	Option 2	21	14*		3		1,5			x
<b>Total</b>					<b>189</b>	<b>140</b>	<b>77</b>	<b>30</b>		<b>15</b>			
					<b>406</b>								

\*Enseignement convertible en TP

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Tous les parcours de CHIMIE	<b>Semestre :</b> Sem 3
<b>Intitulé UE :</b> Chimie organique et inorganique 1	<b>Code :</b> UEF 310
<b>Intitulé ECUE :</b> Chimie Organique Générale	<b>Code :</b> ECUEF 311

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21	21	14	3	1,5

ECUEF	Contrôle continue				Examen final				Coef. de l'ECUE
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres		
<b>311</b>	X		X	30%	X			70%	1,5

## PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE 1 : Introduction</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Importance des composés organiques et éléments constitutifs de ces composés.</li> <li>- Formules brutes et formules développées planes.</li> <li>- Utilisation de la notion d'hybridation dans la détermination de l'architecture des composés organiques.</li> <li>- Nomenclature des composés organiques. Notion de fonction en chimie organique.</li> </ul>	<b>3H</b>	
<p><b>CHAPITRE 2: Isomérisation et stéréoisomérisation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Isomérisation de constitution. (Chaîne, position et fonction)</li> <li>- La stéréochimie :               <ol style="list-style-type: none"> <li>1- La relation de stéréoisomérisation (différence entre conformation et configuration)</li> <li>2 - La stéréoisomérisation de conformation :</li> </ol> </li> <li>*Conformations des molécules acycliques : les rotamères.</li> </ul>	<b>7,5 H</b>  1,5 H  1,5 H	On présentera les différents modes de présentation des molécules dans l'espace (Cram, Newman, Perspective et Fisher) - Cas de l'éthane et du butane

<p>*Conformations des cycles</p> <p>3- La stéréoisométrie de configuration :</p> <p>* Stéréoisométrie Z - E autour d'une double liaison et cis - trans cyclanique .</p> <p>* Stéréoisométrie optique : notion de chiralité et relation d'énantiométrie.</p> <p>- Molécules à un seul centre asymétrique : pouvoir rotatoire et configuration absolue R-S.</p> <p>- Molécules à 2 centres asymétriques : la relation de diastéréoisométrie.</p> <p>- Introduire la nomenclature D/L pour les sucres</p>	<p>1,5 H</p> <p>1,5 H</p> <p>1,5H</p>	<p>- Cas de l'éthane-1,2-diol (stabilité due à la liaison hydrogène)</p> <p>- cas du cyclohexane ainsi que le cyclohexane mono et disubstitué</p> <p>- Règles de Cahn, Ingold et Prelog</p> <p>- Introduire aussi la nomenclature thréo/érythro</p>
<p><b>CHAPITRE 3: Les effets électroniques.</b></p> <p>- Liaison covalente polarisée : effet inductif.</p> <p>- L'effet mésomère : formules mésomères et hybride de résonance. Systèmes conjugués et énergie de résonance.</p> <p>- Notion d'acidité et de basicité des composés organiques.</p>	<p><b>6H</b></p>	
<p><b>CHAPITRE 4: Les Intermédiaires réactionnels</b></p> <p>- Les carbocations.</p> <p>- Les carbanions.</p> <p>- Les radicaux libres.</p> <p>On précisera pour chaque type d'intermédiaire : la structure, la stabilité, la formation et la réactivité.</p>	<p><b>4,5H</b></p>	

**Enseignement expérimental, proposition de thèmes selon les moyens disponibles :**

- \* Stéréochimie (utilisation de modèles)
- \* Extraction liquide - liquide.
- \* Chromatographie sur colonne et sur couche mince.
- \* Distillation
- \* Recristallisation – point de fusion.
- \* Analyse qualitative organique.

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Tous les parcours de chimie	<b>Semestre :</b> Sem 3
<b>Intitulé UE :</b> Chimie organique et inorganique 1	<b>Code :</b> UEF 310
<b>Intitulé ECUE :</b> Diagrammes de phases et applications	<b>Code :</b> ECUEF 312

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21	21	14	3	1,5

ECUEF	Contrôle continue				Examen final				Coef. de l'ECUEF
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres		
312	x		x		x				1,5

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE I: RAPPELS THERMODYNAMIQUES- REGLE DES PHASES</b></p> <p><b>I. Rappels thermodynamiques :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Notions d'un système thermodynamique, d'une phase, d'un mélange et d'une solution.</li> <li>- État d'un système : propriétés et grandeurs descriptives intensives, extensives et fonction d'état.</li> <li>- Transformations chimique et physique</li> </ul> <p><b>II. Potentiel chimique (<math>\mu</math>)</b></p> <p>Définition, influence de la température(T) et de la pression (P) sur le potentiel chimique, expression du potentiel chimique pour un gaz parfait et pour une phase condensée</p> <p><b>III. Règle des phases - variance</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définition de la variance</li> <li>- Règle des phases</li> <li>- Calcul de la variance</li> </ul>		

<p><b>CHAPITRE II : EQUILIBRE DE PHASES D'UN CORPS PUR : DIAGRAMMES UNAIRES</b></p> <p><b>I. Équilibre d'états physiques d'un corps pur.</b>  - Relation de Clausus-Clapeyron.</p> <p><b>II. Construction d'un diagramme unaire ayant une seule variété polymorphique.</b>  - Allure générale : Établissement des équations des courbes de vaporisation, de sublimation en justifiant le signe de la pente de fusion.  -Tracé et interprétation du diagramme, indexation, identification des points particuliers  -Notion de la pression saturante (<math>p^*</math>)  - Approche expérimentale  -Construction expérimentale des digrammes de phases des corps purs</p> <p><b>III. Allure d'un diagramme de phases d'un corps pur avec deux variétés polymorphiques</b></p> <p><b>IV. Applications des diagrammes de phases des corps purs.</b></p>		
<p><b>CHAPITRE III : DIAGRAMMES DE PHASES LIQUIDE-VAPEUR ET LIQUIDE - LIQUIDE D'UN SYSTEME BINAIRE</b></p> <p><b>I. Introduction</b>  -Composition d'un mélange : Composition en masse, Molarité, Molalité, Fraction molaire, Fraction massique, Pression partielle</p> <p><b>II. Équilibres de phases liquide-vapeur de systèmes binaires</b></p> <p>1. Miscibilité totale à l'état liquide :  *Mélange liquide idéale : Définition d'un mélange liquide idéal, loi de Raoult, diagramme isotherme et diagramme isobare (obtention des diagrammes à partir des courbes d'analyse de pression et d'analyse thermique).  - Composition d'un système liquide-vapeur en équilibre, règle des moments.  *. Mélange liquide réelle :  Définition, allure des diagrammes isotherme et isobare, cas des solution diluées : loi de Henry, azéotropie.</p> <p>2. Interférence L-L, L-V.</p> <p>3. Miscibilité nulle à l'état liquide :  -Diagramme Isobare  -Courbes de vapeurs saturantes, exemple de diagramme.  - Tracer et utiliser les courbes d'analyse thermique d'un mélange de deux constituants non miscibles à l'état liquide.</p> <p>4. Utilisation pratique des diagrammes liquide-vapeur :  Distillation élémentaire, distillation fractionnée, hydrodistillation.</p>		

**CHAPITRE IV : DIAGRAMMES DE PHASES LIQUIDE-SOLIDE ISOBARES ET SOLIDE - SOLIDE DE SYSTEMES BINAIRES**

**I. Diagrammes liquide – solide**

1. Miscibilité totale à l'état solide : Les solutions solides, exemples de diagrammes, utilisation de la règle des moments, courbes d'analyse thermique.

2. Miscibilité partielle et nulle à l'état solide : Démixtion à l'état solide, Eutexie, Peritexie.

Exemple de diagramme, courbes d'analyse thermique, tracé expérimental du diagramme.

-Diagrammes de Tammann

3. Diagramme avec composé(s) intermédiaire(s) défini(s) et avec composé(s) intermédiaire(s) non-défini(s)

4. Utilisation des diagrammes liquide-solide: cristallisation fractionnée.

**II. Diagrammes solide – solide**

1. Cas où un solide A pur ou B pur présente des formes cristallines différentes (Interférence S – S et L – S)

2. Cas d'une lacune de miscibilité (Interférence L – L et L – S)

**ENSEIGNEMENT EXPERIMENTAL, PROPOSITION DE THEMES :**

**Manipulation 1 :** Etablissement d'un ou d'une partie d'un diagramme d'un corps pur (cas de l'eau)

**Manipulation 2 :** Tracé et exploitation d'un diagramme : liquide-vapeur , liquide-solide et liquide-liquide :

-A titre indicatif : Tracé et exploitation du diagramme : liquide-vapeur (ex.  $\text{HNO}_3\text{-H}_2\text{O}$ ), liquide-solide (ex. Sn-Pb) et/ou liquide-liquide.

**Manipulation 3 :** Purification d'un sel par la méthode de la cristallisation fractionnée.



## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Chimie industrielle	<b>Semestre:</b> Sem4
<b>Intitulé UE :</b> Techniques d'analyses thermiques et spectroscopiques	<b>Code :</b> UEF 320
<b>Intitulé ECUE :</b> Techniques d'analyses thermiques	<b>Code :</b> ECUEF 321

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21	14*		2	1

ECUE	Contrôle continu				Examen final				Coef. de l'ECUE
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres		
321	x		x	30%	x			70%	1

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	Observations / Recommandations
<p style="text-align: center;"><b>CHAPITRE 1</b> <b>Analyse thermique différentielle</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Généralités</li> <li>2. Principe</li> <li>3. Approche technique</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Description abrégée de l'appareillage ;</li> <li>- Mise en œuvre : étalonnage et optimisation de la mesure (choix des paramètres de l'expérimentation : vitesse de chauffe, gaz de balayage, domaine de température, ...).</li> </ul>
<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Application</li> </ol>	
<p style="text-align: center;"><b>CHAPITRE 2</b> <b>Calorimétrie différentielle à balayage</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Principe</li> </ol>	

<p>1. Approche technique</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Description abrégée de l'appareillage ;</li> <li>- Mise en œuvre : étalonnage, produit de référence et optimisation de la mesure (choix des paramètres de l'expérimentation : vitesse de chauffage ou de refroidissement, gaz de balayage, domaine de balayage en température, ...).</li> </ul>
<p>1. Application</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interprétation des données expérimentales par exploitation des tracés obtenus et des courbes dérivées</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>CHAPITRE 3</b> <b>Analyse thermogravimétrique</b></p> <p>1- Principe</p> <p>2- Approche technique</p> <p>3- Application</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Description abrégée de l'appareillage ; Mise en œuvre : produit de référence, étalonnage, optimisation de la mesure (choix des paramètres de l'expérimentation : vitesse de chauffe, gaz de balayage, domaine de température...) et essai à blanc</li> <li>- Interprétation des données expérimentales par exploitation des tracés obtenus et des courbes dérivées</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>CHAPITRE 4</b> <b>Couplage entre techniques d'analyses thermiques et/ou avec des techniques Spectrométriques</b></p> <p>1- Intérêt et limite des techniques d'analyse thermique</p> <p>2- Nécessité du couplage</p> <p>3- Application à l'étude des matériaux</p> <p>1- Domaines d'application industrielle</p> <p>4- Application</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Couplage DSC-ATG ou ATD-ATG</li> <li>- Couplage ATG-DSC-MS (ou autre / ATG-DSC-FTIR)</li> <li>- Interprétation des données expérimentales par exploitation des courbes d'analyse thermique, de leur courbe dérivée et des spectres.</li> </ul>

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Chimie industrielle	<b>Semestre :</b> Sem 3
<b>Intitulé UE :</b> Techniques d'analyses thermiques et spectroscopiques	<b>Code :</b> UEF320
<b>Intitulé ECUE :</b> Techniques Spectroscopiques	<b>Code :</b> ECUEF 322

<b>Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)</b>				
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Crédits</b>	<b>Coefficient</b>
21	14	14	3	1,5

<b>ECUE</b>	<b>Contrôle continue</b>				<b>Examen final</b>				<b>Coef. de l'ECUE</b>
	<b>EPREUVES</b>			<b>Pondération</b>	<b>EPREUVES</b>			<b>Pondération</b>	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres		
322	X		X	30%	X			70%	1,5

### PROGRAMME

#### **Objectifs :**

Cette unité d'enseignement regroupe les méthodes spectroscopiques d'analyse les plus utilisées pour caractériser les produits de synthèses organiques ou les produits naturels. L'UE est composée de trois chapitres : Spectroscopie UV-Visible, Spectroscopie Infrarouge et Résonance magnétique nucléaire.

<b>Contenu des chapitres</b>	<b>Horaire approximatif</b>	<b>Observations / Recommandations</b>
<p><b>GENERALITES SUR LE SPECTRE ELECTROMAGNETIQUE</b></p> <p><b>CHAPITRE 1: SPECTROPHOTOMETRIE UV-VISIBLE</b></p> <p><b>I.1</b> Introduction</p> <p><b>I.2</b> Principe</p> <p><b>I.3</b> Origine des absorptions, en relation avec les OM</p> <p><b>I.4</b> Spectre d'absorption UV-Vis</p> <p><b>I.5</b> Principaux types de transitions électroniques</p> <p><b>I.6</b> Groupements chromophores isolés et conjugués</p> <p><b>I.7</b> Effet de la structure (conjugaison, substitution,...)</p> <p><b>I.8</b> Appareillage</p>		

## **CHAPITRE II : SPECTROMETRIE DU MOYEN INFRAROUGE**

**II.1** Introduction

**II.2** Origine de l'absorption dans l'IR

**II.3** Spectre d'absorption dans l'IR

**II.4** Modes de vibration

**II.5** Application de l'IR à la détermination des diverses fonctions d'un composé organique

**II.6** Appareillage

**II.7** Exemples de spectres IR de composés organiques

## **CHAPITRE III : SPECTROSCOPIE DE RESONANCE MAGNETIQUE NUCLEAIRE (RMN)**

**III.1** Introduction

**III.2** Principe

**III.3** Noyaux actifs en RMN

**III.4** Transitions entre ces niveaux d'énergie

**III.5** Appareillage

**III.6** Echantillons et solvants

**III.7** Déplacement chimique

**III.8** Protons équivalents

**III.9** Blindage et déblindage des noyaux

**III.10** Intégration des signaux

**III.11** Facteurs affectant les déplacements chimiques

**III.12** Couplage spin-spin

**III.13** Méthodes de simplification des spectres

- Irradiation
- Echange H-D

**III.14** Exemple de spectres

**III.15** RMN du carbone  $^{13}\text{C}$

1-Théorie

2-Interprétation d'un spectre  $^{13}\text{C}$  simple

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Chimie Industrielle	<b>Semestre :</b> Sem3
<b>Intitulé UE :</b> Méthodologie expérimentale/Métrie	<b>Code :</b> UEF 330
<b>Intitulé ECUE :</b> Méthodologie expérimentale	<b>Code :</b> ECUEF331

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21	14		3	1,5

ECUE	Contrôle continue				Examen final				Coef. de l'ECUE
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres		
	x			30%	x			70%	1,5

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations/Recommandations
<p><b>Chapitre I. Définitions et généralités</b></p> <p><b>I.1. Définitions</b></p> <p><b>I.2. Bonnes pratiques d'expérimentation</b></p> <p><b>I.3. Notion de variables (facteurs).</b></p> <p style="margin-left: 20px;">I.3.1. Variables indépendantes</p> <p style="margin-left: 20px;">I.3.2. Variables dépendantes</p> <p style="margin-left: 20px;">I.3.3. Variables provoquées</p> <p style="margin-left: 20px;">I.3.4. Variables contrôlées (secondaires)</p> <p><b>I.4. Contrôle des différents paramètres</b></p> <p><b>I.5. Définition de l'interaction</b></p> <p><b>I.6. Les différents types d'effets</b></p>	4H30	
<p><b>Chapitre II. Démarche expérimentale</b></p> <p><b>II.1. Problématisation</b></p> <p><b>II.2. Hypothèses</b></p> <p><b>II.3. Plans d'expérience.</b></p> <p><b>II.4. Expérimentations</b></p> <p style="margin-left: 20px;">II.4.1. Traitement des données expérimentales</p> <p style="margin-left: 20px;">II.4.2. Validation des données</p>	3H	

<p><b>Chapitre III. Plans d'expérience</b></p> <p>III.1. Introduction</p> <p>III.2. Notion d'espace expérimental</p> <p>III.3. Notion de surface de réponse</p> <p>III.4. Notion de modélisation mathématique</p> <p>III.5. Principaux types de plans en fonction des caractéristiques techniques</p> <p>III.5.1. Plans factoriels complets a deux niveaux</p> <p>III.5.2. Plans factoriels fractionnaires a deux niveaux 2k-q</p> <p>III.5.3. Plans pour surfaces de réponse</p> <p>III.5.4. Plans de mélanges</p> <p><b>III.6. Logiciels de plans d'expériences</b></p>	4H30	
<p><b>Chapitre IV. Les erreurs de mesures et la propagation des incertitudes</b></p> <p><b>IV.1. Intervalles de confiance</b></p> <p>IV.1.1. Erreur type,</p> <p>IV.1.2. Etendue normalisée</p> <p>IV.1.2.1. Représentation graphique</p> <p>IV.1.2.2. Barres d'erreurs</p> <p><b>IV.2. Méthodologie générale pour le calcul des incertitudes de mesure</b></p> <p>IV.2.1. Fonction de mesure</p> <p>IV.2.2. Propagation de l'incertitude</p> <p>IV.2.3. Incertitude élargie.</p> <p><b>IV.3. Détection et analyse des données aberrantes</b></p> <p>IV.3.1. Test de Grubbs (statistiques de l'extrême)</p> <p>IV.3.2. Règle de Tucky</p> <p>IV.3.3. Cote Z</p>	4H30	
<p><b>Chapitre V. Qualités métrologiques des instruments</b></p> <p><b>V.1. Fidélité</b></p> <p>V.1.1. Fidélité test-retest</p> <p>V.1.2. Fidélité intra-évaluateurs</p> <p>V.1.3. Fidélité inter-évaluateurs</p> <p><b>V.2. Validité</b></p> <p>V.2.1. Fidélité de construit</p> <p>V.2.2. Fidélité de contenu</p> <p>V.2.3. Fidélité de critères</p> <p><b>V.3. Sensibilité aux changements</b></p> <p><b>V.4. Applicabilité</b></p> <p><b>V.5. Faisabilité</b></p>	4H30	

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Chimie industrielle	<b>Semestre :</b> Sem 3
<b>Intitulé UE :</b> Méthodologie expérimentale et Métrologie	<b>Code :</b> UEF 330
<b>Intitulé ECUE :</b> Métrologie	<b>Code :</b> ECUEF 332

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21		14	2	1

ECUE	Contrôle continue				Examen final				Coef. de l'ECUE
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres		
332	X			30%	X			70%	1

### PROGRAMME

#### Objectifs :

A l'issue des cours/TP, vous serez capable de :

Convertir des unités dans différents systèmes, utiliser la terminologie appropriée pour caractériser la qualité d'un mesurage, calculer les erreurs de mesurage et estimer les incertitudes instrumentales et de répétabilité.

Contenu des chapitres	horaire approximatif	Observations / Recommandations
<b>CHAPITRE 1 - Grandeurs et unités</b> - Grandeurs mesurables et repérables - les systèmes d'unité - les étalons les organisations internationales de métrologie		
<b>CHAPITRE 2 - Mesures et incertitudes</b>		
<b>CHAPITRE 3 - Instruments de mesure et Gestion d'un parc d'équipements</b>		
<b>CHAPITRE 4 - Étalonnage et vérification</b> -Fonction métrologique -Thermométrie -Vérification des instruments de mesure des volumes		

<b>CHAPITRE 5 - Étalonnage des masses</b> -Vérification des balances		
<b>CHAPITRE 6 - Analyses chimiques et métrologiques</b>		

**TP 14H :**

- 1) Étalonnage des masses et vérification des balances
- 2) Étalonnage de micropipette à piston
- 3) Études de cas et visites de laboratoires et centres spécialisés

## Fiche descriptive de l'UE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Tous les parcours de chimie	<b>Semestre:</b> S3
<b>Intitulé UE :</b> Activités pratiques	<b>Code:</b> UEF340

<b>Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)</b>				
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Crédits</b>	<b>Coefficient</b>
-	28	-	4	2

<b>UE/ECUE</b>	<b>Contrôle continu</b>				<b>Examen final</b>			
	<b>EPREUVES</b>			<b>Pondération</b>	<b>EPREUVES</b>			<b>Pondération</b>
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
<b>UEF340</b>	X	X	X	100 %	-	-	-	-

### **PROGRAMME**

Le programme de ces activités pratiques vise à initier l'étudiant à l'intégration socio-économique en le préparant à la vie de citoyen producteur et en éveillant en lui le goût de la conception et de l'auto-emploi dans le secteur de l'industrie chimique tunisienne. Cette unité d'enseignement permettra aux étudiants de :

- Prendre connaissance du secteur des activités industrielles en Tunisie, particulièrement les Petites et Moyennes Entreprises (PME) ;
- Inciter les étudiants à communiquer ;
- Appliquer leurs connaissances ;
- Faire un premier pas dans le domaine du management de projet, apprendre à être autonome et être acteur direct de son apprentissage.

**Remarque :** Cet enseignement sera assuré par groupes comprenant un nombre réduit d'étudiants. La CNS recommande un nombre de 6 à 8.

#### **Méthodologie**

- La première séance est réservée à la présentation de la modalité du déroulement de l'activité, les thématiques et le mode d'évaluation. A la fin, les étudiants tirent au sort une activité pratiques, parmi celles proposées selon le parcours (des exemples d'activités sont cités ci-dessous, à titre d'exemples).

- Les séances suivantes, chaque étudiant est appelé à présenter :
  - Une vue générale de l'activité industrielle étudiée, au niveau national et international (historique, évolution, situation par rapport au monde, marché, situation géographique ...);
  - La situation de l'entreprise choisie ;
  - Le processus de fabrication (matières premières, équipements, capacité de production, clientèle...);
  - Les perspectives possibles.

### Exemples d'activités Pratiques

- Extraction, transformation et valorisation de produits à partir de plantes (huiles, huiles essentielles, composés aromatiques etc.). *Une proposition de méthodologie à suivre pour cette activité est détaillée ci-dessous\**.
- Industries des arômes de synthèse ;
- Industries des parfums et des produits cosmétiques
- Industries pharmaceutiques ou vétérinaires
- Industries des pesticides à usage agricole ou domestique
- Industries de la savonnerie et des détergents solides et liquides ;
- Industries de produits d'entretien ménager (produits de blanchissement, cires et encaustiques, cirages et désinfectants...)
- Industries d'encres, de peintures, de vernis et de résines ;
- Industries de colles, d'adhésifs et de produits connexes ;
- Industries du verre ;
- Recyclage et transformation des déchets ;
- Industries de la céramique ;
- Industries du papier et du carton ;
- Fibres synthétiques et artificielles ;
- Industries des lubrifiants et des graisses ;
- Fabrication d'enduits, de mastics et de produits d'étanchéité divers ;
- Fabrication de gaz à usage industriel et/ou médical

#### *\* Méthodologie proposée pour l'activité " Extraction, transformation et valorisation de produits à partir de plantes "*

1. **Secteur d'activité** : Extraction et valorisation de produits à partir de plantes.
2. **Exemple de l'aloë vera** : extraction des principes actifs de l'aloë vera pour les utiliser à des fins thérapeutiques et des soins corporels dans les shampooings et produits d'entretien et d'hygiène corporelle (pommade dermique, bain de bouche, dentifrices, etc.)
  - a. Présentation de ce secteur en Tunisie ;
  - b. Présentation de l'entreprise ;
  - c. Gammes des produits fabriqués : jus ; gel ; pâte, poudre...
3. **Procédés** :
  - a. **Matières premières** : plantes, feuilles ou tiges vertes fraîches d'aloë vera ;
  - b. **Principaux fournisseurs** : agriculteurs conventionnés d'aloë vera ; fournisseurs locaux de flacons de conditionnement ; fournisseurs locaux d'étiquettes et de cartons ;
  - c. **Liste des équipements** : matériel roulant, tables de travail en inox, cuves de rassemblement en inox, dessiccateurs-sécheurs, broyeurs fins, tamis industriels, cuves de stockage inox alimentaire, aménagement salles propres, outils de travail (gants, masques, etc.), remplisseuse semi-automatique, matériel informatique, logiciel de gestion...

- d. Étapes de l'extraction (jus et gel d'aloé vera)*
- e. Obtention de la poudre d'aloé vera*
- 4. Capacité de production et rentabilité**
- 5. Clientèle cible :** *Fabricants en cosmétiques, parfumerie, laboratoires pharmaceutiques, etc.*
- 6. Perspectives :** *Évolution du marché, Instauration par les industriels des bonnes pratiques de fabrication (ISO 22716) du secteur cosmétique et d'hygiène corporelle ...*



<p style="text-align: center;"><b>III) LES ALCYNES</b></p> <p><b>I- Réactions d'addition :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Hydrogénation catalytique (<math>H_2/cata</math> et <math>H_2/cata.</math> désactivé)</li> <li>* Addition d'un hydracide <math>HX</math> et de <math>X_2</math></li> <li>* Hydratation acido catalysée par <math>Hg^{2+}</math></li> </ul> <p><b>II- Réactions spécifiques d'alcynes vrais (acidité)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Préparation d'alcynures</li> </ul>	<b>1 H</b>	
<p><b>CHAPITRE 2: Les hydrocarbures aromatiques</b></p> <p>- Rappel de nomenclature</p> <p><b>I- Aromaticité – Critères de Huckel</b></p> <p><b>II- Monosubstitution du benzène</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Nitration</li> <li>* Halogénéation</li> <li>* Alkylation</li> <li>* Acylation</li> <li>* Sulfonation.</li> </ul> <p><b>III- Polysubstitution du benzène</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Règles de Holleman: Groupes méta et ortho/para-directeurs</li> </ul>	<b>2,5 H</b>	
<p><b>CHAPITRE 3 : Les dérivés halogénés et les organomagnésiens.</b></p> <p>- Rappel de nomenclature</p> <p><b>I- Réactions de substitution nucléophile :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Réactions de substitution nucléophile du 1<sup>er</sup> ordre <math>SN1</math></li> <li>* Réactions de substitution nucléophile du 2<sup>ème</sup> ordre <math>SN2</math></li> </ul> <p><b>II- Réactions d'élimination:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Réactions d'élimination du 1<sup>er</sup> ordre <math>E1</math></li> <li>* Réactions d'élimination du 2<sup>ème</sup> ordre <math>E2</math></li> </ul> <p><b>III- Préparation et réactions des organomagnésiens</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Action des magnésiens sur les dérivés carbonylés: <ul style="list-style-type: none"> <li>- cétones</li> <li>- aldéhydes</li> <li>- le gaz carbonique</li> <li>- les époxydes (symétriques et non symétriques)</li> <li>- les esters,</li> <li>- les chlorures d'acyles</li> <li>- les anhydrides d'acide</li> </ul> </li> </ul>	<b>4,5 H</b>	<p>(mécanisme, cinétique, stéréochimie, effet de la structure du substrat, du nucléophile et du type de solvant et du groupe partant)</p> <p>On traitera la compétition <math>SN/E</math>: Effets de la nature substrat, de la nature de la base, de la température, de la concentration de la base</p> <p>On traite le cas de <math>t-BuOK</math> (produit anti- Zaitsev majoritaire)</p>

<p><b>CHAPITRE 4 : Les alcools</b></p> <p>- Rappel de nomenclature - présenter les différentes classes d'alcools</p> <p><b>I - Principales méthodes de synthèse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Hydrolyse des halogénures d'alkyle</li> <li>* Hydratation des alcènes</li> <li>* Réduction partielle des composés carbonyles (action de H<sup>-</sup>)</li> </ul> <p><b>II - Réactivité des alcools</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Préparation des alcoolates</b></li> <li>* Par l'action de bases fortes (NaH, NaNH<sub>2</sub>, NaOH cc)</li> <li>* Par l'action des organomagnésiens</li> <li>* Par l'action du sodium</li> <li>• <b>Réactivité due au caractère nucléophile des alcools</b></li> <li>* déshydratation intramoléculaire et intermoléculaire</li> <li>* action de SOCl<sub>2</sub> (sans stéréochimie), de PCl<sub>3</sub>, PBr<sub>3</sub> et PCl<sub>5</sub></li> <li>* action de HX(S<sub>N</sub>1/S<sub>N</sub>2)</li> <li>* Réaction de tosylation (action du chlorure de tosylo suivie d'une substitution nucléophile)</li> <li>* Réactions d'estérification</li> <li>• <b>Oxydation des alcools primaires et secondaires</b></li> </ul>	<p><b>3 H</b></p>	<p>Pour les primaires, on cite le cas de l'utilisation du chlorochromate de pyridinium (P.C.C.) ou le dichromate de pyridinium (P.D.C)</p>
<p><b>CHAPITRE 5 : Les aldéhydes et cétones</b></p> <p>- Rappel de nomenclature</p> <p><b>I - Principales méthodes de synthèse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* À partir des alcènes: Ozonolyse en milieu réducteur</li> <li>* À partir des alcynes: hydratation en présence de Hg<sup>2+</sup></li> <li>* À partir des alcools: oxydation</li> <li>* À partir des dérivés aromatiques: acylation de Friedel – Crafts</li> </ul> <p><b>II- Réactivité des aldéhydes et des cétones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Addition des ions cyanure et des acétylures</li> <li>* Addition d'un organomagnésien</li> <li>* Réduction partielle par LiAlH<sub>4</sub> ou NaBH<sub>4</sub></li> <li>* Réduction totale (Clemmensen et Wolf Kishner)</li> <li>* Oxydation des aldéhydes</li> <li>* Aldolisation / cétoalisation et crotonisation</li> <li>* Réaction de Cannizarro</li> </ul> <p><b>III- Tests caractéristiques des dérivées carbonyles</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Test des composés carbonyles à la 2,4 D.N.P.H. (réactif de Schiff)</li> <li>* Test des aldéhydes à la liqueur de Fehling</li> <li>* Test des aldéhydes au réactif de Tollens</li> <li>* Test haloforme (caractéristique des carbonyles α méthyliés)</li> </ul>	<p><b>3 H</b></p>	<p>Détailler le mécanisme pour le test haloforme</p>

<p><b>CHAPITRE 6: Les acides carboxyliques et leurs dérivés.</b></p> <p>- Rappel de nomenclature</p> <p><b>I - Réactivité des acides carboxyliques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* les organomagnésiens (test de Zerivitinov avec <math>\text{CH}_3\text{MgX}</math>)</li> <li>* le diazométhane (préparation d'esters méthyliques)</li> <li>* Préparation d'halogénures d'acyles</li> <li>* Préparation d'anhydrides (déshydratation inter et intra moléculaire (<math>\text{P}_2\text{O}_5/\Delta</math>) et avec les chlorures d'acyles )</li> <li>* Préparation des esters</li> <li>* Préparation d'amides</li> <li>* Réaction de PIRIA : action de <math>\text{Ca}(\text{OH})_2/\Delta</math> sur un diacide</li> </ul> <p><b>II- Réactivité des dérivés d'acides carboxyliques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Saponification des esters</li> <li>* Synthèse malonique</li> <li>* Réaction des halogénures d'acyles avec les alcools et les amines (obtention d'esters et d'amides)</li> </ul>	<p><b>3 H</b></p>	<p>Dégagement du gaz méthane</p>
<p><b>CHAPITRE 7: Les amines</b></p> <p>- Rappel de nomenclature</p> <p><b>I- Principales méthodes de synthèse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Réduction des nitriles (par <math>\text{LiAlH}_4</math>)</li> <li>* Réduction des imines (par <math>\text{NaBH}_3\text{CN}</math>)</li> <li>* Réduction des dérivés nitrés (par <math>\text{HCl/Zn}</math>)</li> <li>* Dégradation d'Hoffman (<math>\text{NaOH/Br}_2</math>)</li> </ul> <p><b>II- Réactivité des amines</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Perméthylation</li> <li>* Elimination d'Hoffman</li> </ul>	<p><b>1,5 H</b></p>	<p>On détaillera le mécanisme de réactions suivantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- réduction des nitriles et des imines</li> <li>- dégradation d'Hoffman</li> </ul>

**Enseignement expérimental, proposition de thèmes :**

- Réaction de Cannizzaro
- Tests caractéristiques des fonctions chimiques
- O-acétylation : Préparation et extraction de l'aspirine
- Préparation de l'oxime de la cyclohexanone
- Synthèse magnésienne : préparation du triphénylméthanol.
- Estérification : préparation d'acétate d'isoamyle

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Tous les parcours de CHMIE	<b>Semestre :</b> Sem 4
<b>Intitulé UE :</b> Chimie organique et inorganique 1	<b>Code :</b> UEF 410
<b>Intitulé ECUE :</b> Structure et propriétés des solides	<b>Code :</b> ECUEF 412

<b>Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)</b>				
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Crédits</b>	<b>Coefficient</b>
<b>21</b>	<b>21</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>1,5</b>

<b>ECUE</b>	<b>Contrôle continue</b>				<b>Examen final</b>				<b>Coef. de l'ECUE</b>
	<b>EPREUVES</b>			<b>Pondération</b>	<b>EPREUVES</b>			<b>Pondération</b>	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres		
412	X		X	30%	X			70%	1,5

### PROGRAMME

<b>Contenu des chapitres</b>	<b>Horaire approximatif</b>	<b>Observations / Recommandations</b>
<p><b>CHAPITRE 1 : L'ETAT SOLIDE -STRUCTURES DES SOLIDES CRISTALLISES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction : Les solides amorphes et les solides cristallins : les cristaux moléculaires et les cristaux macromoléculaires (cristaux métalliques, ioniques et covalents)</li> <li>- Périodicité, réseau à une dimension, réseau à deux dimensions, réseau à trois dimensions</li> <li>- Notions de cristallographie Description d'un cristal (motif, nœud, réseau, rangée réticulaire, plan réticulaire, indice de Miller,....),</li> <li>- systèmes cristallins ( les sept systèmes cristallins), mailles élémentaires, modes de réseau (les 14 réseaux de bravais) , nombre de groupements formulaires par maille Z, masse volumique...</li> <li>-Interaction matière cristalline-rayonnements x : Radiocristallographie : phénomènes de Production, absorption et diffractions de rayons x (La production la</li> </ul>		

<p>diffraction des rayons X doivent être présentées très brièvement). Loi de Bragg.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Éléments et opérations de symétrie</li> <li>- Projection stéréographique.</li> </ul>		
<p><b>CHAPITRE 2- STRUCTURES METALLIQUES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liaison métallique</li> <li>- Assemblage compact et sites interstitiels <ul style="list-style-type: none"> <li>* Structure hexagonale compacte</li> <li>* Structure compacte cubique à faces centrées</li> </ul> </li> <li>- Assemblage non compact Structure cristalline cubique centrée.</li> <li>- Sites cristallographiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>* sites tétraédriques Td et sites octaédriques Oh...</li> </ul> </li> <li>- Les solutions solides : Alliages métalliques <ul style="list-style-type: none"> <li>* Solution solide d'insertion</li> <li>* Solution solide de substitution</li> </ul> </li> </ul>		
<p><b>CHAPITRE 3 : STRUCTURES IONIQUES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conception à la structure ionique</li> <li>- Réseau ionique de composé MX <ul style="list-style-type: none"> <li>- Structure de type CsCl</li> <li>- Structure de type NaCl</li> <li>- Structure de type blende ZnS</li> <li>- Structure de type wurtzite ZnS</li> </ul> </li> <li>- Réseau ionique de composé MX<sub>2</sub> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Structure de type Fluorine CaF<sub>2</sub></li> </ul> </li> <li>- Énergie réticulaire (Calcul de l'énergie réticulaire par la méthode du cycle de BORN-HABER)</li> </ul>		
<p><b>CHAPITRE 4 : STRUCTURES DES CRISTAUX COVALENTS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction</li> <li>- Structure de carbone Diamant</li> <li>- Structure de carbone graphite</li> <li>- Le silicium et les silicates</li> <li>- Bandes d'énergie dans les solides covalents : caractère métallique, semi-conducteur et isolant.</li> </ul>		

**ENSEIGNEMENT EXPERIMENTAL, PROPOSITION DE THEMES :**

- Étude des empilements
- Cristaux ioniques : études sur les modèles et détermination expérimentale de paramètres de maille.
- Étude des cristaux covalents
- Dépouillement d'un diagramme de diffraction des rayons X.

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Chimie industrielle	<b>Semestre :</b> Sem 4
<b>Intitulé UE :</b> Méthodes de séparation /Techniques chromatographiques	<b>Code :</b> UEF420
<b>Intitulé ECUE :</b> Méthodes de séparation	<b>Code :</b> ECUEF 421

<b>Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)</b>				
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Crédits</b>	<b>Coefficient</b>
21	14	14	3	1,5

ECUE	Contrôle continue				Examen final				Coef. de l'ECUE
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres		
421	X		X	30%	X			70%	1,5

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE I : INTOROCUTION</b></p> <p><b>I-1 Présentation des méthodes de séparation :</b> Les différentes méthodes (précipitation, extraction, échange d'ions, distillation, les méthodes chromatographies, les procédés membranaires), Importance et domaines d'application.</p> <p><b>I-2 Rappel des réactions mises en jeu dans les séparations :</b> Les réactions acide-bases (contrôle du pH, solution tampons), les réactions de complexation (cas de composés métalliques).</p>		
<p><b>CHAPITRE II : SÉPARATION PAR PRÉCIPITATION SÉLECTIVE</b></p> <p><b>II-1 Solubilisation précipitation des Molécules :</b> Solubilisation par effet de complexation, Mise en œuvre des réactions acido-basiques</p> <p><b>II-2 Solubilisation-Précipitation des sels et hydroxyde métalliques :</b> Produit de solubilité conditionnel, conditions de séparation sélective.</p> <p><b>II-3 Applications à des séparations :</b> Exercices et Problèmes</p>		

### **CHAPITRE III : SÉPARATION PAR ÉCHANGE D'IONS**

**III-1 Les échangeurs d'ions :** Structure des échangeurs, Caractéristiques des échangeurs (capacité d'échange, taux de pontage, taux de gonflement).

**III-2 Les équilibres d'échange d'ions :** Coefficients de distribution (en l'absence et en présence de complexant), Coefficients de sélectivité, détermination des concentrations à l'équilibre (dans l'échangeur d'ions et dans la solution).

**III-3 Séparation par échange d'ions :** Technique du simple équilibre (conditions sur les coefficients de distribution pour réaliser une séparation sélective), colonnes chromatographiques (principe du développement par élution et par permutation).

**III-4 Applications à des séparations :** Exercices et Problèmes

### **CHAPITRE IV : SÉPARATION PAR EXTRACTION LIQUIDE-LIQUIDE**

**IV-1 Généralités :** Principe, Classifications des méthodes d'extraction.

**IV-2 Grandeurs utilisées en extraction :** Grandeurs indépendantes du volume des Phases (Coefficients de distributions, constantes d'extraction), Grandeurs faisant intervenir le volume des phases (Facteur d'extraction, rendement d'extraction)

**IV-3 Optimisation du rendement d'une extraction :** Extractions multiples

**IV-4 Extraction des chélates métalliques :** Extraction de chélates en absence de complexant, Variation du rendement d'extraction avec le pH, Prévion du rendement d'extraction en présence de complexant.

**IV-5 Applications à des séparations :** Exercices et Problèmes

### **CHAPITRE V : SÉPARATION PAR LES PROCÉDÉS MEMBRANAIRES**

**V.1. Les membranes de séparation :** Définitions, Classement, Structure des membranes, modes d'écoulement, les différents types de membranes.

**V.2. Les procédés membranaires :** Présentation des différents procédés membranaires. Principe, mode de fonctionnement et application des procédés de Microfiltration, Ultrafiltration, Nanofiltration, Osmose inverse, Dialyse et Electrodialyse.

<p><b>V.3. Les modules de séparation :</b> Caractéristiques des modules plans, tubulaires, spirales et fibres creuses</p> <p><b>V.4. Applications au dessalement des eaux par électrodialyse et par osmose inverse.</b></p>		
---	--	--

**ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL, PROPOSITION DE THÈMES :**

Manipulation N°1 : Séparation par précipitation.

Manipulation N°2 : Séparation par échange de cations.

Manipulation N°3 : Séparation Nickel et Zinn par échange d'anions.

Manipulation N°4 : Séparation par extraction des chélates.

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Chimie industrielle	<b>Semestre :</b> Sem 4
<b>Intitulé UE :</b> Procédés de séparation /Techniques chromatographiques	<b>Code :</b> UEF420
<b>Intitulé ECUE :</b> Techniques chromatographiques	<b>Code :</b> ECUEF 422

<b>Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)</b>				
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Crédits</b>	<b>Coefficient</b>
21		14	3	1,5

<b>ECUE</b>	<b>Contrôle continue</b>				<b>Examen final</b>				<b>Coef. de l'ECUE</b>
	<b>EPREUVES</b>			<b>Pondération</b>	<b>EPREUVES</b>			<b>Pondération</b>	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres		
422	X		X	30%	X			70%	1,5

### **PROGRAMME**

#### **OBJECTIFS**

Acquérir une vision globale des différentes techniques de séparation ;

- Maîtrise des principales techniques chromatographiques ;
- Assimiler les connaissances approfondies et les notions fondamentales sur les techniques d'analyse chromatographique.
- Appliquer la chromatographie à l'analyse des mélanges dans divers domaines.

<b>Contenu des chapitres</b>	<b>horaire approximatif</b>	<b>Observations / Recommandations</b>
<p><b>CHAPITRE I : LES MÉTHODES CHROMATOGRAPHIQUES</b></p> <p>1-Généralités</p> <p>2- Classification des techniques chromatographiques</p> <p>3- Grandeurs fondamentales de la chromatographie : grandeurs de rétention, notions de concentration (coefficient de distribution, facteur de capacité), sélectivité), efficacité d'une colonne, origines d'élargissement des pics, résolution, perte de charge des colonnes, indice de performance et impédance de séparation, capacité de pics.</p> <p>4- Étalonnage interne et étalonnage externe.</p>		

<p><b>CHAPITRE II: LA CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Introduction</li> <li>2- Principe de la CPG : description d'un chromatographe en phase gazeuse (injecteurs, four, colonnes, phases stationnaires, détecteurs ...)</li> <li>3- La détection (catharomètre, détecteur à ionisation de flamme, détecteur thermoionique, détecteur à capture d'électron, détecteur à photométrie de flamme)</li> <li>4- Indice de rétention et droite de Kovats</li> </ol> <p><b>CHAPITRE III: LA CHROMATOGRAPHIE EN PHASE LIQUIDE SUR COLONNE</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Introduction</li> <li>2- Appareillage (système de pompage, dispositifs de gradient d'éluant, injecteurs, détecteurs, colonnes et phases stationnaires, solvants, force éluante et polarité)</li> <li>3- Chromatographie de partage classique</li> <li>4- Chromatographie de partage à polarité de phases inversées</li> <li>5- Influence des différents facteurs sur l'analyse chromatographique</li> </ol> <p><b>CHAPITRE IV: OPTIMISATION DE L'ANALYSE CHROMATOGRAPHIQUE</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Introduction : le triangle des compromis : sensibilité, rapidité et résolution</li> <li>2- Optimisation des quantités à injecter</li> <li>3- Optimisation de la résolution (par le facteur de séparation, par le facteur de rétention, par le nombre de plateaux théorique)</li> <li>4- Optimisation par la vitesse de la phase mobile</li> <li>5- Optimisation de la durée d'analyse et de la perte de charge</li> <li>6- Optimisation multi-paramètre</li> </ol>		
---	--	--

**ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL, PROPOSITION DE THÈMES :**

Manipulation N°1 : Séparation d'un mélange de solutés.

Manipulation N°2 : Chromatographie sur couches minces.

Manipulation N°3 : Détermination de la composition d'un mélange liquide par chromatographie liquide à haute performance.

Manipulation N°4 : Détermination de la composition d'un mélange gazeux par chromatographie gaz

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Chimie industrielle	<b>Semestre :</b> Sem 4
<b>Intitulé UEF :</b> Transfert thermique / Transfert de matière	<b>Code :</b> UEF430
<b>Intitulé ECUEF :</b> Transfert thermique	<b>Code :</b> ECUEF 431

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21	14	-	2	1

ECUE	Contrôle continue				Examen final				Coef. de l'ECUE
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres		
431	X			30%	X			70%	1

### PROGRAMME

**Objectifs :** Faire apprendre aux étudiants les notions de transfert thermique ainsi que les échangeurs de chaleur

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE I : MACHINES THERMIQUES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Compressions et détente isothermes, adiabatiques, polytropiques, détente libre à travers une vanne</li> <li>- Utilisation des diagrammes, cycles, rendements</li> <li>- Compresseurs centrifuges, volumétriques, compression étagée, taux de compression, rendement volumique</li> <li>- Turbines à vapeur, à gaz</li> <li>- Circuits de froid, pompes à chaleur</li> <li>- Liquéfacteurs, utilisation et stockage des gaz liquéfiés</li> </ul>		
<p><b>CHAPITRE II : ÉCHANGES THERMIQUES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conduction: loi de Fourier, conductivité thermique des solides, liquides, gaz; résolution des problèmes de conduction en régime permanent</li> <li>- Convection: loi de Newton, convection sans changement d'état et avec changement d'état (condensation, ébullition)</li> <li>- Rayonnement: réception du rayonnement par un corps; lois du rayonnement du corps noir, émission des corps réels; échanges radiatifs entre surfaces</li> <li>- Échanges entre fluides séparés par une paroi ; isolation thermique, calorifuges</li> <li>- Échangeurs : différents types ; profils de températures et bilans ; étude des performances ; encrassement.</li> </ul>		

<b>CHAPITRE III : BILAN</b>		
-----------------------------	--	--

- |  |  |  |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Bilans en régime permanent : bilans sur un constituant ; opération de mélange ; bilans avec réaction chimique, bilans avec recyclage</li><li>- Notion sur les bilans différentiels</li></ul> |  |  |
|--|--|--|

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Chimie industrielle	<b>Semestre:</b> Sem 4
<b>Intitulé UEF :</b> Transfert thermique / Transfert de matière	<b>Code :</b> UEF430
<b>Intitulé ECUEF :</b> Transfert de matière	<b>Code :</b> ECUEF 432

<b>Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)</b>				
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Crédits</b>	<b>Coefficient</b>
21	14		2	1

ECUEF	Contrôle continue				Examen final				Coef. de l'ECUE
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres		
432	X			30%	X			70%	1

### PROGRAMME

**Objectifs :** Étudier les cycles thermodynamiques et maîtriser les principes de fonctionnement de certaines technologies énergétiques à savoir : machines thermiques, compresseurs, pompe.....

<b>Contenu des chapitres</b>	<b>horaire approximatif</b>	<b>Observations / Recommandations</b>
<p><b>CHAPITRE I : THERMODYNAMIQUE APPLIQUÉE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gaz parfaits, gaz réels</li> <li>- Notion de système, transformations</li> <li>- Premier principe, énergie interne, chaleurs massiques, enthalpie, transformations isotherme et adiabatique</li> <li>- Second principe, cycle de Carnot, rendement, entropie</li> <li>- Diagrammes de Clapeyron, entropique, de Mollier.</li> </ul>		
<p><b>CHAPITRE II : ÉCHANGES DE MATIÈRE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Étage théorique, étage réel</li> <li>- Cascade d'étages théoriques ; nombre d'étages théoriques, méthode de calcul graphique et numérique ; bilans de matière et de chaleur</li> <li>- Notion de distillation</li> <li>- Séchage et humidification</li> </ul>		
<p><b>CHAPITRE III : AGITATION MÉCANIQUE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Divers systèmes d'agitation et critères de choix</li> <li>- Puissance consommée, débits de pompage et de circulation</li> <li>- Notions de mélange, transfert de chaleur, mise en suspension d'un solide, système gaz-liquide, liquide-liquide</li> </ul>		

## Fiche descriptive de l'UE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Tous les parcours de chimie	<b>Semestre :</b> S4
<b>Intitulé UE :</b> Activités pratiques	<b>Code :</b> UEF440

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
-	28	-	4	2

UE/ECUE	Contrôle continu				Examen final			
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
<b>UEF440</b>	X	X	X	100 %	-	-	-	-

### PROGRAMME

#### **Méthodologie**

Chaque activité dure une demi-journée au minimum. L'étudiant doit comptabiliser au moins quatre activités par semestre pouvant varier selon le parcours.

Les activités suivantes sont citées à titre d'exemples :

- Invitations d'industriels ou de chefs d'entreprise peuvent être envisagées pour présenter leurs expériences et discuter avec les étudiants (Recommandé)
- Visite (s) d'entreprise (s) (Recommandé)
- Passer une journée dans un laboratoire de recherche (Recommandé)
- Passer une journée en compagnie d'un artisan utilisant une technique chimique ou physique
- Passer une journée avec les techniciens de laboratoire pour préparer une salle de TP
- Passer une journée avec le technicien responsable des commandes pour apprendre à gérer un stock de produits chimiques.

La CNS recommande des activités d'ouverture sur l'environnement, comme par exemple :

- Passer une journée dans un laboratoire académique spécialisé dans l'environnement ;
- Passer une journée dans un organisme spécialisé comme la CITET ;
- Relever les problèmes environnementaux rencontrés dans les municipalités ;
- Relever les problèmes environnementaux des entreprises de la région (enquête + avis + suggestion de solutions si possible, ...).

- Enquête à propos des déchets agroalimentaires (faire ressortir les problèmes et les emmener à suggérer des solutions) ;
- Enquête à propos des procédés de recyclage (Papier, Matières plastiques, Matériels électroniques, ...) ;
- Enquête à propos des emballages (Caractérisation des différents types d'emballage)
  - Différences entre les emballages plastiques
  - Les cartons...
  - Les packs : composition
  - L'emballage intelligent.

**Remarques générales concernant les activités pratiques :**

- La présence est obligatoire aux activités pratiques.
- Une date limite de la remise des manuscrits sera fixée pour tous les étudiants
- Un calendrier des présentations orales sera établi par les enseignants de chaque groupe
- La note finale est attribuée à la moyenne arithmétique de cinq activités ou plus réalisés dans le semestre S4 à travers une présentation.

**LICENCE DE CHIMIE - Parcours "Chimie Industrielle"**  
**Semestre S5 (L3)**

Code Unité	Unité d'enseignement	Nature de l'UE	Code ECUE	Élément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire semestriel (14 semaines)			Crédits		Coefficients		Régime d'examen	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
UEF510	Chimie organique et inorganique industrielle	Fondamentale	ECUEF511	Chimie organique industrielle	21		14	2	4	1	2		x
			ECUEF512	Chimie inorganique industrielle	21		14	2		1			x
UEF520	Mécanique des fluides / Opérations unitaires	Fondamentale	ECUEF521	Mécanique des fluides	21	21	14	3	6	1,5	3		x
			ECUEF522	Opérations unitaires	21	14	14	3		1,5			x
UEF530	Électrochimie Industrielle / Traitement et valorisation des déchets	Fondamentale	ECUEF531	Électrochimie industrielle	21		14*	3	6	1,5	3		x
			ECUEF532	Traitement et valorisation des déchets	21	14*		3		1,5			x
UEF540	Activités pratiques	Fondamentale				28			4		2	x	
UET550	Enseignements transversaux	Transversale	ECUET551	Environnement et développement durable	21			2	6	1	3	x	
			ECUET552	Développement personnel	21			2		1		x	
			ECUET553	Hygiène et sécurité en milieu industriel	21			2		1		x	
UEO560	Options	Optionnelle	ECUEO561	Option 1	21			2	4	1	2		x
			ECUEO562	Option 2	21			2		1			x
<b>TOTAL</b>					<b>231</b>	<b>77</b>	<b>70</b>	<b>30</b>		<b>15</b>			
					<b>378</b>								

\*Enseignement convertible en TP/TD

**LICENCE DE CHIMIE - Parcours "Chimie Industrielle"**  
**Semestre S6 (L3)**

Code Unité	Unité d'enseignement	Nature de l'UE	Code ECUE	Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire semestriel (14 semaines)			Crédits		Coefficients		Régime d'examen	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
UEF610	Traitement des effluents et Gestion intégrée des déchets	Fondamentale	ECUEF611	Traitement des effluents	21		14	3	6	1,5	3		x
			ECUEF612	Gestion intégrée des déchets	21		14	3		1,5			x
UEF620	Normes, contrôle de qualité et pétrochimie	Fondamentale	ECUEF621	Normes et Contrôle qualité	21			2	4	1	2		x
			ECUEF622	Pétrochimie	21			2		1			x
UEF630	Matériaux	Fondamentale	ECUEF631	Métallurgie	21	14	14	3	6	1,5	3		x
			ECUEF632	Polymères et composites	21	14	14	3		1,5			x
UEF640	Activités pratiques	Fondamentale				28			4		2	x	
UET650	Enseignements transversaux	Transversale	ECUET651	Analyse des données et rédaction de rapports	21			2	6	1	3		x
			ECUET652	Eco-labellisation	21			2		1			x
			ECUET653	Culture d'entreprise	21			2		1			x
UEO660	Options	Optionnelle	ECUEO661	Option 1	21	14*		2	4	1	2		x
			ECUEO662	Option 2	21	14*		2		1			x
<b>Total</b>					<b>231</b>	<b>84</b>	<b>56</b>	<b>30</b>		<b>15</b>			
					<b>371</b>								

\*Enseignement convertible en TP

## Fiche descriptive de l'UE/ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Chimie Industrielle	<b>Semestre:</b> Sem 5
<b>Intitulé UE :</b> Chimie organique et inorganique industrielle	<b>Code:</b> UEF 510
<b>Intitulé ECUE :</b> Chimie organique industrielle	<b>Code:</b> ECUEF 511

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21	-	14	2	1

UE/ECUEF	Contrôle continu				Examen final			
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
<b>511</b>	X		X	30%	X			70%

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE I: LES GRANDES SOURCES DE MATIÈRES PREMIÈRES</b></p> <p>Mécanismes réactionnels les substitutions nucléophiles en série aliphatique• Introduction Le mécanisme SN1 Le mécanisme SN2 les réactions d'élimination E1 et E2• Introduction Le mécanisme E1 Le mécanisme E2 Compétition : substitution - élimination• les réactions d'addition nucléophile sur le groupement carbonyle les réactions d'addition électrophile introduction exemples de réactions d'addition électrophile Addition des acides protoniques H-X sur les alcènes• Hydratation acido-catalysée des alcènes Hydroboration-oxydation des Alcènes Halogénéation des alcènes Halogénohydroxylation des alcènes : formation d'halohydrines Autres exemples de réactions d'addition sur les alcènes et les alcynes Les réactions d'addition radicalaires sur les Alcènes• Hydrogénation catalytique des Alcènes et des Alcynes Hydratation des Alcynes Oxydation des Alcènes Ozonolyse Action des peracides sur les Alcènes les</p>		

<p>substitutions électrophiles en série aromatique• Introduction Exemples de réactions de substitution électrophile Effets d'activation et d'orientation d'un substituant déjà présent sur le cycle</p>		
<p><b>CHAPITRE II – Méthodologie pour la conception de procédé</b></p> <p>1- LES GRANDES SOURCES DE MATIERES PREMIERES • Le pétrole : origine, composition, raffinage, distillation, craquage, reformage, produits pétroliers • Le gaz naturel : origine, composition, purification, usages • Les alcaloïdes : définition, origine végétale, extraction, composition chimique( ex : morphine, caféine, nicotine), propriétés physiques et chimiques • Les terpénoïdes : origine, définition, structure des terpènes, les dérivés terpéniques, les sesquiterpènes, les diterpènes, les polyterpènes. Extraction • Les stéroïdes : constitution, les stérols libres, les hétérosides stéroïdiques • Les matières grasses : composition et propriétés, extraction, analyse des matières grasses, usages • Les polymères naturels : caoutchouc, laine, coton 2- PRINCIPAUX PRODUITS DE LA PARACHIMIE • Les produits pharmaceutiques : composition d' un médicaments, propriétés, les formes médicamenteuses, matières premières naturelles et synthétiques, action des médicaments, effets secondaires • Les produits cosmétiques : classement, présentation, exemples (les pâtes, les poudres, rouges à lèvres, vernis à ongles, les shampoings), effets indésirables • Les détergents : notion de détergence, les savons, constitution d' un détergent, pouvoir d' un détergent, effets secondaires • Colorants et teinture :</p> <p>2- - notion de la couleur, constitution chimique, les colorants naturels (indigo, gaude, cochenille, pourpre), les colorants synthétiques ( les azoïques, les anthraquinones, les indigoïques ) - Teinture : étapes, types ( teinture à mordant, directe, en cuve) • Peinture : liants, pigments, solvants, additifs, peinture à solvant, peinture à eau, séchage • Les encres : classification, les encres noires, les encres colorées, les encres d' imprimerie, composition chimique • Le papier : matières premières, la pâte à bois, fabrication, les divers papiers, Les polymères</p>		

<p><b>CHAPITRE III – Procédés à structure simple</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Caractéristiques</li> <li>2. Exemples de Procédés à « structure simple »</li> <li>3. Exemples issus de la chimie minérale <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Synthèse de l'acide sulfurique <math>H_2SO_4</math></li> <li>3.2. Synthèse de l'acide nitrique <math>HNO_3</math></li> </ol> </li> </ol>		
<p><b>CHAPITRE IV- Procédés à structure plus complexe</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Caractéristiques <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Exemples de Procédés à « structure complexe »</li> </ol> </li> </ol>		

## Fiche descriptive de l'UE/ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Chimie Industrielle	<b>Semestre:</b> Sem 5
<b>Intitulé UE:</b> Chimie organique et inorganique industrielle	<b>Code:</b> UEUE 510
<b>Intitulé ECUE :</b> Chimie inorganique industrielle	<b>Code:</b> ECUEF 512

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21	-	14	2	1

UE/ECUEF	Contrôle continu				Examen final			
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
512	X		X	30%	X			70%

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE I: PRÉSENTATION DU MONDE DE LA CHIMIE INDUSTRIELLE</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grands domaines de la chimie industrielle</li> <li>2. Caractéristiques de l'industrie chimique</li> <li>3. Matières premières naturelles</li> <li>4. Sources d'énergie</li> <li>5. Voies d'accès aux principaux produits de base</li> <li>6. Principales filières de transformation</li> </ol>		
<p><b>CHAPITRE II : MÉTHODOLOGIE POUR LA CONCEPTION DE PROCÉDÉ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Questions à se poser</li> <li>2. Schéma par blocs simple</li> <li>3. Schéma par blocs plus élaboré</li> </ol>		

<p><b>CHAPITRE III : PROCÉDÉS À STRUCTURE SIMPLE</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Caractéristiques</li> <li>2. Exemples de Procédés à « structure simple »</li> <li>3. Exemples issus de la chimie minérale <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Synthèse de l'acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></li> <li>3.2. Synthèse de l'acide nitrique HNO<sub>3</sub></li> </ol> </li> </ol>		
<p><b>CHAPITRE IV : PROCÉDÉS À STRUCTURE PLUS COMPLEXE</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Caractéristiques</li> <li>2. Exemples de Procédés à « structure complexe »</li> </ol> <p>substitutions électrophiles en série aromatique•  Introduction Exemples de réactions de substitution électrophile Effets d'activation et d'orientation d'un substituant déjà présent sur le cycle</p>		

## Fiche descriptive de l'UE/ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Chimie Industrielle	<b>Semestre:</b> Sem 5
<b>Intitulé UEF :</b> Mécanique des fluides / Opérations unitaires	<b>Code :</b> UEF 520
<b>Intitulé ECUE :</b> Mécanique des fluides	<b>Code :</b> ECUEF 521

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21	21	14	3	1,5

ECUEF	Contrôle continue				Examen final			
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
521	x		x	30%	x			70%

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE I: Propriétés des fluides</b></p> <p>1.1. Définition d'un fluide</p> <p>1.2. Système d'unités</p> <p>1.3. Propriétés physiques des fluides (Compressibilité, Masse volumique, Densité, Poids volumique, Volume massique, Viscosité)</p>		
<p><b>CHAPITRE II: Statique des fluides</b></p> <p>2.1. Notions de pression et force de pression, mesure de pression</p> <p>2.2. Pression en un point d'un fluide au repos</p> <p>2.3. Principe fondamental de l'hydrostatique des fluides</p> <p>2.4 Conséquences du principe de la statique des fluides</p> <p>2.5 Mesure de la pression</p> <p>2.6 Hydrostatique d'un liquide incompressible dans le champ de pesanteur : Poussée d'Archimède</p>		

<p><b>CHAPITRE III : Dynamique des fluides parfaits incompressibles</b></p> <p>3.1 Introduction</p> <p>3.2. Théorème d'Euler</p> <p>3.3. Equation de continuité</p> <p>3.4 Détermination du débit (Débit massique, débit volumique) et de la vitesse d'écoulement, régime d'écoulement et nombre de Reynolds</p> <p>3.5. Equation de conservation d'énergie : Théorème de Bernoulli</p> <p>3.6. Applications du théorème de Bernoulli (Vidange d'un réservoir, Tube de Venturi, Diaphragme, Tube de Pitot)</p>		
<p><b>CHAPITRE IV: Dynamique des fluides réels incompressibles</b></p> <p>4.1. Pertes de charge (Pertes de charge linéaires Pertes de charge singulières)</p> <p>4.2. Théorème de Bernoulli Généralisé</p> <p>4.3. Pompes : choix d'une pompe (centrifuge et volumétrique), circuit puissance</p>		
<p><b>Travaux Dirigés</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Nomenclature et systèmes d'unités</li> <li>-Hydrostatique des fluides</li> <li>-Dynamique des fluides incompressibles parfaits</li> <li>-Dynamique des fluides incompressibles réels</li> <li>-Dynamique des fluides compressibles</li> <li>-Détermination des caractéristiques d'une pompe</li> </ul>		
<p><b>Travaux Pratiques au choix</b></p> <p>Manip 1 : Détermination de la densité et de la masse volumique</p> <p>Manip 2 : Mesure de débit (Venturi, diaphragme, rotametre)</p> <p>Manip 3 ; Détermination de la viscosité d'un fluide</p> <p>Manip 4 : Détermination de pertes de charge dans un circuit hydraulique</p> <p>Manip5 : Etude de fonctionnement d'une pompe centrifuge (détermination de la hauteur de pression (Hp), et du rendement).</p>	14 H	

## Fiche descriptive de l'UE/ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Chimie Industrielle	<b>Semestre:</b> Sem 5
<b>Intitulé UEF :</b> Mécanique des fluides / Opérations unitaires	<b>Code :</b> UEF 520
<b>Intitulé ECUE :</b> Opérations unitaires	<b>Code :</b> ECUEF 522

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21	14	14	3	1,5

ECUEF	Contrôle continue				Examen final			
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
522	x		x	30%	x			70%

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE I: Généralités sur les opérations unitaires et rappels sur les équilibres entre phase</b></p> <p>I. Introduction</p> <p>I.1.Principales opérations de séparation</p> <p>I.2. Les équilibre liquide-vapeur</p> <p>I.2.1.Equilibre et étage d'équilibre</p> <p>I.2. 2. Relations thermodynamiques</p> <p>- Coefficient de partage K</p> <p>-Volatilité relative</p> <p>I.2.3. Systèmes idéaux</p> <p>-Loi de Dalton</p> <p>-Loi de Raoult</p> <p>-Loi de Henry</p> <p>I.2.4. Systèmes non idéaux</p> <p>I.2.5.Calcul des points de bulle et de rosée</p> <p>I. 3. Diagramme d'équilibre pour mélanges binaires</p> <p>I.3.1. Diagramme binaire avec miscibilité totale à l'état liquide</p> <p>I.3.2.Lecture du diagramme binaire isobare</p>		

<p><b>CHAPITRE II: La distillation</b></p> <p>II.1.Introduction  II.2.Distillation simple  II .3.Rectification discontinue  II.4.Distillation des mélanges binaires  II.4.1.Méthode de Mac Cabe et Thiele  - La Colonne à distiller  - Bilan matière  - Bilan sur l'unité  - Bilan dans la zone de rectification  - Bilan dans la zone d'épuisement  II. 4.2.Hypothèses simplificatrices de Lewis pour la méthode de Mc Cabe et Thiele  II.4.3. Principe de la méthode de Mc Cabe et Thiele  -Nombre minimum de plateaux  -Reflux minimum  -Efficacité d'un plateau  II.5. Bilans matière et enthalpique sur une colonne , Principe de la construction de Ponchon-Savarit sur le diagramme (h-H) vs (x-y)  -Bilans sur la zone d'épuisement  -Bilans sur toute la colonne  II.6. Influence des Paramètres thermodynamiques  II.7.Dimensionnement de l'appareillage</p>		
<p><b>CHAPITRE III : Extraction liquide-liquide</b></p> <p>II.1. Définition  II.2. Principe de l'extraction liquide-liquide  II.3. Terminologie  II.4. Différents types d'extraction liquide (Extraction simple, Extraction multiple, Extraction à courant croisés, Extraction à contre-courant)  II.5. Coefficient de partage ou de distribution  II.6. Facteurs caractérisant la séparation par solvant  Sélectivité du solvant, Pouvoir solvant, Différence de masse volumique (<math>\Delta\rho</math>) entre les solutions en contact, Viscosité, Tension interfacial)  III. Données d'équilibre liquide-liquide  III.1. Règle des phases  III.2. Système ternaire (diagramme triangulaire)  III.2.1. Equilibre liquide-liquide d'un système ternaire (Représentation et lecture des diagrammes ternaires (triangulaires), Règle des mélanges: relation barycentrique, Expression des propriétés physico-chimiques)  III.2.2.Système ternaire: Autres diagrammes (Diagramme rectangulaire, Diagramme de Janecke)  III. Calcul du nombre d'étages théoriques d'une colonne d'extraction liquide-liquide</p>		

<p><b>Travaux Dirigés</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Définition des variables d'état et détermination de la composition d'une phase</li> <li>-Rectification : <ul style="list-style-type: none"> <li>-tracé d'isobare</li> <li>-Courbe d'équilibre</li> <li>-Nombre de plateaux théoriques</li> </ul> </li> <li>- Dimensionnement d'une colonne de rectification</li> <li>-Extraction liquide-liquide : <ul style="list-style-type: none"> <li>-Courbe de distribution</li> <li>-Nombre de plateaux théoriques</li> </ul> </li> </ul>		
<p><b>Travaux Pratiques</b></p> <p>Manip 1 : Distillation du binaire eau-acétone</p> <p>Manip 2 : Extraction liquide-liquide Acide benzoïque et dichlorométhane</p> <p>Manip 3 : Cristallisation industrielle</p>	14 H	

## Fiche descriptive de l'UE/ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Chimie Industrielle	<b>Semestre:</b> Sem 5
<b>Intitulé UEF :</b> Électrochimie Industrielle / Traitement et valorisation des déchets	<b>Code UEF :</b> 530
<b>Intitulé ECUEF :</b> Électrochimie industrielle	<b>Code ECUEF :</b> 531

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21		14	3	1,5

ECUE	Contrôle continue				Examen final			
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
531	70%		30%	30%	70%		30%	70%

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations/ Recommandations
<p><b>CHAPITRE I: Notions fondamentales de l'électrochimie</b></p> <p><b>I.1. Définition d'une solution électrolytique</b></p> <p>I.1.1. Classement des électrolytes d'après Arrhenius et Bjerrum</p> <p>I.1.2. Notion d'Activité ionique.</p> <p><b>I.2. Transport des espèces chargées sous l'effet d'un champ électrique</b></p> <p>I.2.1. Migration des espèces chargées</p> <p>I.2.1.1. Conductivité d'un électrolyte</p> <p>I.2.1.2. Conductivité molaire et conductivité ionique</p> <p>I.2.1.3. Nombre de transport d'un ion</p> <p><b>I.3. Réaction à l'électrode</b></p> <p>I.3.1. Vitesse de réaction électrochimique et courant</p> <p>I.3.1.1. Lien entre vitesse et courant</p> <p>I.3.1.2. loi de vitesse</p> <p>I.3.2. Mécanismes des réactions électrochimiques</p> <p>I.3.2.1. Etapes déterminantes</p>	4H	<p>Rappel des conventions</p> <p>Anode-courant anodique positif</p> <p>Cathode-courant cathodique négatif</p>

<p>I.3.2.1.1. Transport des espèces en solution</p> <p>I.3.2.1.1.1. Phénomène de diffusion des espèces électroactives</p> <p>I.3.2.1.1.2. Phénomène de convection en solution</p> <p>I.3.2.1.1.3. Phénomène de migration et effet de l'ajout d'un électrolyte support à la solution</p> <p>I.3.2.1.2. Transfert d'électrons à l'interface électrode-solution</p> <p>I.3.2.1.3. Cas d'un transfert d'électron rapide (Système rapide)</p> <p>I.3.2.1.4. Cas d'un transfert d'électron lent (Système lent)</p>		<p>Le régime le plus lent impose sa vitesse</p>
<p><b>CHAPITRE II : Caractérisation des réactions électrochimiques au moyen des courbes intensité-potentiel (<math>i=f(E)</math>)</b></p> <p><b>II.1. Réactions électrochimiques</b></p> <p>II.1.1. Oxydation électrochimique</p> <p>II.1.2. Réduction électrochimique</p> <p>II.1.3. Diffusion des espèces électroactives</p> <p><b>II.2. Prédiction des réactions électrochimiques</b></p> <p>II.2.1. Surtension anodique</p> <p>II.2.2. Surtension cathodique</p> <p>II.2.3. Vitesse de réaction électrochimique</p> <p>II.2.4. Facteurs cinétiques</p> <p><b>II.3. Courbes intensité-potentiel</b></p> <p>II.3.1. Réducteur seul</p> <p>II.3.2. Oxydant seul</p> <p>II.3.3. Réducteur et oxydant d'un même couple redox</p> <p>II.3.3.1. Système électrochimique rapide (SR)</p> <p>II.3.3.2. Système électrochimique lent (SL)</p> <p><b>II.4. Courant d'électrolyse</b></p> <p>II.4.1. Couche de diffusion de Nernst</p> <p>II.4.2. Expression du courant d'électrolyse</p> <p>II.4.3. Courant limite de diffusion</p> <p><b>II.5. Equations des courbes <math>i=f(E)</math></b></p> <p>II.5.1. Système électrochimique rapide</p> <p>II.5.2. Système électrochimique lent</p>	<p>4H30</p>	<p>Relation vitesse-courant</p> <p>Courants d'échange</p> <p>(SR)</p> <p>(SL)</p>
<p><b>CHAPITRE III. Electrometallurgie</b></p> <p><b>III.1. Types des dépôts Métalliques</b></p> <p>III.1.1. Métaux normaux</p> <p>III.1.2. Métaux Nobles</p> <p>III.1.3. Métaux Intermédiaires</p> <p><b>III.2. Raffinage électrolytique</b></p> <p>III.2.1. Raffinage du Cu et choix des électrodes</p> <p>III.2.2. Raffinage de l'Ag</p> <p>III.2.3. Raffinage de l'Or</p> <p><b>III.3. Polissage électrolytique</b></p> <p>III.3.1. Traitement des surfaces</p>	<p>7H</p>	<p>Pb, Tl, Cd</p> <p>Groupe du Platine</p> <p>Zn, Ag, Cu</p>

<p>III.3.2. Corrosion des métaux</p> <p>III.3.2.1. Diagrammes E-pH des éléments métalliques</p> <p>III.3.2.2. Domaines de corrosion et de passivité</p> <p>III.3.2.3. Passivité et méthodes de protection.</p>		
<p><b>CHAPITRE IV : Procédés électrolytiques</b></p> <p><b>IV.1. Différents types de Cellules</b></p> <p>IV.1.1. Cellules à Diaphragme</p> <p>IV.1.2. Cellules à cathode demercure</p> <p><b>IV.2. Procédés d'électrolyse</b></p> <p>IV.2.1. Oxydation anodique</p> <p>IV.2.2. Réduction cathodique</p> <p>IV.2.3. Diffusion des espèces électroactives</p> <p><b>IV.3. Applications</b></p> <p>IV.3.1. Electrolyses et production</p> <p>IV.3.1.1. Production de la Soude</p> <p>IV.3.1.2. Production du Chlore</p> <p>IV.3.1.3. Production des hypochlorites et des chlorates</p> <p>IV.3.1.4. Electrolyse de l'eau et production de H<sub>2</sub> et de O<sub>2</sub></p> <p>IV.3.1.5. Electrolyse de HCl</p> <p><b>IV.4. Electrodialyse et membranes hémiperméables.</b></p>	<p>5H</p>	<p>Perchlorate, permanganate, persulfates</p>
<p><b>CHAPITRE V : Générateurs électrochimiques</b></p> <p><b>V.1. Historique</b></p> <p><b>V.2. Catégories de générateurs électrochimiques</b></p> <p>V.2.1. Piles</p> <p>V.2.1.1. Généralités</p> <p>V.2.1.2. Descriptions des principales Piles</p> <p>V.2.1.2.1. La Pile Leclanché</p> <p>V.2.1.2.2. Autres types de piles alcalines</p> <p>V.2.2. Accumulateurs</p> <p>V.2.2.1. Généralités</p> <p>V.2.2.2. Descriptions des principaux accumulateurs</p> <p>V.2.2.2.1. L'accumulateur au Plomb</p> <p>V.2.2.2.2. Les accumulateurs alcalins</p> <p><b>V.3. Rendement des Générateurs électrochimiques</b></p> <p>V.3.1. Cas des piles</p> <p>V.3.1.1. Production de l'énergie</p> <p>V.3.1.2. Bilan des puissances</p> <p>V.3.1.3. Caractéristique intensité-tension</p> <p>V.3.1.4. Modélisation</p> <p>V.3.1.5. Rendement</p> <p>V.3.2. Cas des accumulateurs</p> <p>V.3.2.1. Production de l'énergie</p> <p>V.3.2.2. Bilan des puissances</p> <p>V.3.2.3. Caractéristique intensité-tension</p> <p>V.3.2.4. Modélisation</p>	<p>5H</p>	<p>Saline, alcaline</p> <p>Piles à oxyde de mercure, Argent zinc, air zinc et la pile à combustible</p> <p>Oxyde de Nickel cadmium, Oxyde de Nickel Fer, Oxyde de Nickel Argent, Oxyde de Nickel Zinc</p> <p>Energie chimique ---- &gt; en énergie électrique (énergie utile) et en énergie thermique</p> <p>Puissance chimique, Puissance de charge et puissance thermique</p>

### TRAVAUX PRATIQUES

- Influence du pH sur le potentiel d'électrode, diagramme E-pH du Fer (couple Fe(III) / Fe(II) ou des systèmes redox de l'eau ou du système Quinone/Hydroquinone.
- Vérification de la loi de Nernst (couples FeIII/FeII et AgI/Ag).
- Détermination du coefficient d'activité de HCl par voie électrochimique.
- Mesure de la conductivité d'un électrolyte fort et faible.
- Détermination de la stichométrie de l'iodure de plomb, par dosage conductimétrique des ions PbII par les ions iodures.
- Titration des ions chlorure dans le sérum physiologique par potentiométrie à courant nul.
- Polarographie : transfert lent et transfert rapide (a) Mélange équimolaire de ferricyanure de potassium ( $C = 2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ ) et de ferrocyanure de potassium ( $C = 2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ ) dans une solution aqueuse de chlorure de potassium 2M. (b) Mélange équimolaire de sulfate ferrique ( $C = 2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ ) et de sulfate ferreux ( $C = 2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ ) dans une solution aqueuse d'acide sulfurique 0,5M.
- Accumulateur au plomb- Pile Daniell.
- Electrolyse d'un sel pur (exemple  $\text{AgNO}_3$  pur).

## Fiche descriptive de l'UE/ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Chimie Industrielle	<b>Semestre:</b> Sem 5
<b>Intitulé UEF :</b> Électrochimie Industrielle / Traitement et valorisation des déchets	<b>Code :</b> UEF 530
<b>Intitulé ECUE :</b> Traitement et valorisation des déchets	<b>Code :</b> ECUEF 532

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21	14		3	1,5

ECUEF	Contrôle continue				Examen final			
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
532	x		x	30%	x			70%

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>I-Définition des déchets</b></p> <p><b>II-Les Caractéristiques des déchets</b>            La densité            Le degré d'humidité.            Le pouvoir calorifique            Le rapport des teneurs en carbone et azote</p> <p><b>III-Classification des déchets</b>            Caractère dangereux ou non            Caractères physiques, chimiques et biologiques            Secteur producteur (industrie, collectivités, particuliers)            Composition, usage (emballage, électroménager, véhicule)            Les déchets ménagers et assimilés (DMA)            Les déchets industriels            Les déchets hospitaliers (DH),            Les déchets inertes (DI)            Les déchets fermentescibles            Déchets ultimes            Les déchets radioactifs            Les boues</p>		

<p><b>IV-Production des déchets</b></p> <p><b>V-Les risques liés aux déchets</b></p> <p><b>VI-Traitement et valorisation des déchets</b>  Définition du traitement des déchets  Définition de la valorisation des déchets</p> <p>Traitement pour l'élimination  La mise en décharge  L'incinération  La réduction à la source</p> <p>Traitement pour la valorisation  La valorisation matérielle  Recyclage du papier-carton  Recyclage du verre  Recyclage d'aluminium  Recyclage des métaux  Recyclage du plastique  Recyclage des pneus</p> <p>Le traitement biologique.  La méthanisation  Le compostage.</p> <p><b>VII-Normes de qualité, les réglementations/législations</b></p>		
---	--	--

## Fiche descriptive de l'UE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Tous les parcours de chimie	<b>Semestre :</b> S5
<b>Intitulé UE :</b> Activités pratiques	<b>Code :</b> UEF540

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
-	28	-	4	2

UE/ECUE	Contrôle continu				Examen final			
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
<b>UEF540</b>	X	X	X	100 %	-	-	-	-

### PROGRAMME

**Un stage de 30 jours au moins dans une entreprise au cours de l'été entre les semestres 4 et 5 doit être effectué par tous les étudiants qui ont réussi le passage de la deuxième à la troisième année. Il s'agit d'un stage d'été de découverte, d'initiation à la vie professionnelle et d'immersion dans la vie active et non d'un stage spécialisé. Il est préférable que le stage en question s'effectue dans une entreprise qui exerce dans un domaine proche de formation de la licence.**

**L'activité pratique du semestre S5 porte sur le déroulement du stage réalisé par l'étudiant durant l'été entre L2 et L3 ainsi que la rédaction du rapport de stage et la préparation d'une présentation orale.**

Lors des deux premières séances l'enseignant est appelé à :

- Discuter avec les étudiants, les déroulements et les lieux des stages effectués pendant l'été ainsi que les domaines d'activités des sociétés.
- Expliquer aux étudiants comment préparer leurs rapports de stage en les aidant à faire des plans des présentations (présentation de la société, domaine des activités, les différents départements, intervention de l'étudiant à régler quelques problèmes s'il y a lieu, ...)
- Désigner, pour chaque étudiant, la date d'une présentation orale pendant laquelle il expose les principaux requis de son stage.

Il est recommandé que chaque étudiant présente d'une manière individuelle son activité pratique. La note attribuée par l'enseignant doit tenir compte principalement du rapport de stage, de la présentation orale et de la discussion durant les séances des activités pratiques.

**Les étudiants n'ayant pas pu effectuer un stage d'été** peuvent contacter des entreprises au début du semestre S5, pour programmer des visites de courtes durées (quelques heures par semaine). Ces visites viseront les services d'approvisionnement, de production, de facturation, de comptabilité, ... Au bout de quelques semaines, ils auront suffisamment de connaissances pour conduire à terme leurs activités pratiques, et pour préparer un rapport écrit et une présentation orale. Toutes ces actions sont à superviser par le même enseignant.

**À défaut**, l'activité pratique prend la forme d'un travail personnel encadré que l'étudiant réalise au cours du semestre S5. Cette activité peut être une étude de marché, une enquête, un diagnostic, etc.

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Chimie Industrielle	<b>Semestre :</b> Sem 5
<b>Intitulé UET :</b> Enseignement transversaux	<b>Code :</b> UET 550
<b>Intitulé ECUET :</b> Environnement et développement durable	<b>Code :</b> ECUET 551

<b>Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)</b>				
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Crédits</b>	<b>Coefficient</b>
21			2	1

<b>ECUE</b>	<b>Contrôle continue</b>				<b>Examen final</b>			
	<b>EPREUVES</b>			<b>Pondération</b>	<b>EPREUVES</b>			<b>Pondération</b>
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
551	X		X	100%	-	-	-	-

### PROGRAMME

<b>Contenu des chapitres</b>	<b>horaire approximatif</b>	<b>Observations / Recommandations</b>
<p><b>1. Introduction à la notion d'environnement.</b></p> <p>1.1 Définition de l'environnement</p> <p>1.1.1 Définition générale</p> <p>1.1.2 Définition juridique</p> <p>1.2 Bref historique</p> <p>1.3 L'homme et l'environnement</p> <p>1.3.1 Effets néfastes de l'homme sur l'environnement</p> <p>1.3.2 Effets positifs de l'homme sur l'environnement</p> <p><b>2. Notion de développement durable</b></p> <p>2.1 Définition du développement durable</p> <p>2.2 Bref historique</p> <p>2.3 Principes fondamentaux du développement durable</p> <p>2.3.1 Principe de prévention</p> <p>2.3.2 Principe de précaution</p> <p>2.3.3 Principe de participation et d'engagement</p> <p>2.3.4 Principe de protection de l'environnement</p> <p>2.3.5 Principe de solidarité</p>		

- 2.3.6 Principe de responsabilité
- 2.3.7 Principe d'éthique
- 2.4 Objectifs du développement durable
- 2.5 Enjeux environnementaux du développement durable
- 2.6 Législation sur le développement durable en Tunisie

### **3. Environnement et ressources naturelles**

- 3.1 Introduction
- 3.2 Ressources naturelles
  - 3.2.1 Eau
  - 3.2.2 Air
  - 3.2.3 Sol
  - 3.2.4 Minerais
    - 3.2.4.1 Minerais destinés à produire des matériaux de construction
    - 3.2.4.2 Minerais industriels
    - 3.2.4.3 Minerais utilisés pour l'agriculture
    - 3.2.4.4 Métaux
    - 3.2.4.5 Métaux rares
- 3.3 Sources d'énergie
  - 3.3.1 Energies fossiles
    - 3.3.1.1 Charbon
    - 3.3.1.2 Pétrole
    - 3.3.1.3 Gaz naturel
    - 3.3.1.4 Energie nucléaire
  - 3.3.2 Energies renouvelables
    - 3.3.2.1 Energie solaire
    - 3.3.2.2 Energie éolienne
    - 3.3.2.3 Energie hydraulique
    - 3.3.2.4 Energie géothermique
    - 3.3.2.5 Biomasse
- 3.4 Cogénération

### **4. Substances polluantes**

- 4.1 Introduction
- 4.2 Effets globaux de la pollution
- 4.3 Polluants atmosphériques
  - 4.3.1 Composés carbonés
  - 4.3.2 Composés azotés
  - 4.3.3 Composés soufrés
  - 4.3.4 Composés organiques
  - 4.3.5 Métaux lourds
  - 4.3.6 Particules
  - 4.3.7 Chlorofluorocarbones (CFC)
  - 4.3.8 Dioxines et furannes
  - 4.3.9 Unités de mesure des polluants atmosphériques
- 4.4 Polluants de l'eau
- 4.5 Ozone
  - 4.5.1 Ozone stratosphérique
  - 4.5.2 Ozone troposphérique
- 4.6 Impacts de la pollution
  - 4.6.1 Effet de serre et réchauffement climatique
  - 4.6.2 Pluies acides
  - 4.6.3 Smog
  - 4.6.4 Eutrophisation

<p><b>5. Préservation de l'environnement</b></p> <p>5.1 Introduction</p> <p>5.2 Techniques de réduction de la pollution dans les procédés industriels</p> <p>5.2.1 Incinération thermique</p> <p>5.2.2 Incinération catalytique</p> <p>5.2.3 Utilisation des torches</p> <p>5.2.4 Adsorption</p> <p>5.2.5 Absorption</p> <p>5.2.6 Filtres</p> <p>5.2.7 Réduction des NOx</p> <p>5.2.8 Réduction des oxydes de soufre</p> <p>5.2.9 Condensation</p> <p>5.3 Recyclage</p> <p>5.3.1 Classification des déchets</p> <p>5.3.2 Méthodes de valorisation par le recyclage</p> <p>5.4 Mécanismes économiques de la préservation de l'environnement</p> <p>5.4.1 Ecotaxe et principe du pollueur-payeur</p> <p>5.4.2 Evaluation du coût-bénéfice</p> <p>5.4.3 Financement des projets écologiques</p> <p>5.4.4 Permis d'émissions négociable</p> <p>5.5 Mécanismes juridiques et réglementaires de la préservation de l'environnement</p> <p>5.6 Acteurs de la préservation de l'environnement</p> <p>5.6.1 Organismes internationaux</p> <p>5.6.2 Gouvernements et pouvoirs publics</p> <p>5.6.3 Collectivités locales</p> <p>5.6.4 Entreprises</p> <p>5.6.5 Citoyens</p> <p>5.7 Législation Tunisienne en matière d'environnement</p>		
--	--	--

## Fiche descriptive de l'UE/ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Chimie Industrielle	<b>Semestre:</b> Sem 5
<b>Intitulé UE:</b> Enseignement transversaux	<b>Code:</b> UET 550
<b>Intitulé ECUET :</b> Développement personnel	<b>Code:</b> ECUET 552

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21	-	-	2	1

UE/ECUEF	Contrôle continu				Examen final			
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
552	X		X	100%	-	-	-	-

### PROGRAMME

#### Objectif :

Ce cours a pour objectif d'améliorer la communication des étudiants en se basant sur les techniques et les processus de coaching. Outre, l'étudiant va être capable de générer des idées par l'animation des séances de créativité

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
1- Cadre Général 2- L'art de se présenter efficacement (en anglais + Edraw Max) 3- Comment rédiger un rapport 4- Comment présenter un projet 5- Les principes de la création d'une firme entrepreneuriale (Négocier / convaincre les parties prenantes). 6- Comment présenter un projet de création d'entreprises (Pitch : modèle de VANNE ou modèle de KAWASAKI).		Chaque thème sera traité lors d'une séance

<p>7-Animer une séance de créativité (activité par groupe)</p> <p>Les chefs projets (animateurs) vont présenter les membres du groupe, le sujet de la séance et la technique de créativité sélectionnée.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Carnet de la route</li> <li>- Team</li> </ul> <p>8- Présentation et discussion des fiches des idées (argumentation du choix des idées).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fiche de vote</li> </ul> <p>9- Présentation et évaluation des séances de créativité. (Chaque groupe entre 20 /25 minutes) Barain storming.</p> <p>10- Présentation</p> <p>11- Les leçons de créativité Vidéo TEDx</p> <p>12- Animation et coaching d'une équipe dans une firme innovante</p>		
---	--	--

## Fiche descriptive de l'UE/ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Chimie Industrielle	<b>Semestre:</b> Sem 5
<b>Intitulé UET550 :</b> Enseignements transversaux	<b>Code:</b> UET 550
<b>Intitulé ECUET :</b> Hygiène et sécurité en milieu industriel	<b>Code:</b> ECUET 553

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21	-	-	2	1

UE/ECUEF	Contrôle continu				Examen final			
	ÉPREUVES			Pondération	ÉPREUVES			Pondération
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
553	X			100%	-	-	-	-

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>INTRODUCTION ET GÉNÉRALITÉS</b> Rappels généraux sur les formes courantes de la matière : solides, liquides, gaz, importance du changement de volume ou de pression lors de la formation de vapeurs ou de gaz...</p> <p><b>DÉFINITIONS ET CONCEPTS RELATIFS AUX ASPECTE SANTÉ, SÉCURITÉ ET TRAVAIL</b> Hygiène Sécurité Les bases de la sécurité des procédés Réglementation relative à l'hygiène et la sécurité</p>		
<p><b>HYGIÈNE INDUSTRIELLE ET CATÉGORIES D'AGRESSEURS</b> Agresseurs chimiques Agresseurs physiques Agresseurs biologiques Agresseurs mécaniques</p>		

<p><b>GESTION DU RISQUE</b></p> <p>Gestion de la santé au travail et de la sécurité des personnes  Communication et Documentation  Formation et Qualification  Gestion des Accidents et Incidents  Gestion des Urgences et des Crises  Différent types de risques</p>		
<p><b>ACCIDENTS DE TRAVAIL</b></p> <p>Introduction  Définitions  Danger  Risque  Evaluation du risque  Echelle de Gravité  Analyse et enquête des accidents  Actions à prendre en cas d'accident  Registre des accidents, premiers soins et premiers secours  Analyse des accidents par la méthode de l'arbre des causes  Le diagramme d'Ishikawa  Théorie des 5M  Circulation de l'information  Suivi des recommandations  Responsabilité de l'employeur  Elaboration des recommandations</p>		
<p><b>PHÉNOMÈNES D'INCENDIE ET D'EXPLOSION</b></p> <p>Introduction  Phénomènes de Combustion  Mécanisme de la combustion  Triangle de feux  Les comburants  Oxygène de l'air  Autres comburants  Les combustibles  Explosion due à une réaction chimique  Explosion due à une cause physique  Explosion nucléaire  Conditions d'une explosion  Présence d'oxygène  Poussières combustibles  Mise en suspension  Domaine d'explosivité - Concentration de poussière  Exemple de limites d'explosivités  Source d'inflammation  Incendie  Les classes de feux  Les procédés d'extinction  Type d'extincteur</p>		

<p><b>GESTION DES RISQUES CHIMIQUES</b></p> <p>Introduction</p> <p>Classification des risques chimiques</p> <p>Principaux paramètres agissant sur les risques chimiques</p> <p>Gestion des produits</p> <p>La gestion des risques chimiques</p> <p>Principes généraux de prévention des risques</p>		
---	--	--

## Fiche descriptive de l'UE/ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Chimie Industrielle	<b>Semestre:</b> Sem 6
<b>Intitulé UE :</b> Traitement des effluents et Gestion intégrée des déchets	<b>Code:</b> UE 610
<b>Intitulé ECUE :</b> Traitement des effluents industriels	<b>Code:</b> ECUEF 611

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21	-	14	3	1,5

UE/ECUEF	Contrôle continu				Examen final			
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
611	X		X	30%	X			70%

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>I- CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE DES EFFLUENTS INDUSTRIELS</b></p> <p><b>II- DANGERS ET TOXICITÉS</b></p> <p><b>III- NATURES ET ORIGINES DES EFFLUENTS INDUSTRIELS</b>                      Effluents de fabrication                      Effluents particuliers                      Effluents des utilités                      Rejets occasionnels</p> <p>Les effluents colorés                      L'industrie laitière                      L'<i>industrie phosphatière</i>                      L'<i>industrie oléicole</i>                      ...</p> <p><b>IV- CARACTÉRISATION DES EFFLUENTS</b>                      Matières solides                      Demande biochimique en oxygène, DBO-DBO5                      Carbone organique total</p>		L'enseignant peut compléter avec d'autres exemples de nature d'effluents

<p>Azote total  Indicateur bactériologique  Phosphore total  Chlorures  Alcalinités /CaCO<sub>3</sub>  Graisse  Métaux lourds  Polluants inorganiques  Polluants organiques émergents et persistants  ...  <b>V- TRAITEMENTS DES EFFLUENTS</b>  Traitements primaires  Traitements secondaires  Traitements tertiaires  Traitements spéciaux  Traitement des boues  ...</p>		<p>- L'enseignant peut compléter avec d'autres exemples de caractérisation d'effluents</p> <p>- L'enseignant peut compléter avec d'autres exemples de type de traitements d'effluents</p>
---	--	---

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Chimie industrielle	<b>Semestre :</b> Sem 6
<b>Intitulé UE :</b> Traitement des effluents et Gestion intégrée des déchets	<b>Code :</b> UEF 610
<b>Intitulé ECUE :</b> Gestion intégrée des déchets	<b>Code :</b> ECUEF 612

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21		14	3	1,5

ECUE	Contrôle continue				Examen final			
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
612	X			30%	X			70%

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>I. Généralités et définitions</b>  Déchets  Gestions des déchets  Gestions intégrés des déchets</p> <p><b>II. Les principales problématiques de la gestion des déchets</b></p> <p><b>1- Communication, sensibilisation et juridique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manque de concertation et de communication entre les acteurs</li> <li>• Manque de capitalisation des expériences (réussites/échecs)</li> <li>• Manque d'information</li> <li>• Manque de capacité humaine</li> <li>• Dysfonctionnement institutionnel</li> <li>• Manque de participation des ONG</li> <li>• Manque de sensibilisation</li> <li>• Cadre juridique lacunaire</li> <li>• Manque de recherche, enseignement et développement en matière de déchets</li> </ul> <p><b>2- Quantité et moyens</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Croissance de la quantité des déchets</li> </ul>		

- Manque d'approche préventive
- Manque de moyens matériels pour les collectivités locales
- Absence d'un système de suivi et d'évaluation
- Ressources financières communales insuffisantes
- Manque d'éducation environnementale
- Mise en place lente des filières
- Faible participation du secteur privé
- Faible recouvrement des coûts
- Manque de traitement des déchets

### **III. Objectifs globaux de la gestion intégrée des déchets**

Réduction des quantités de déchets  
 Promotion du traitement des déchets  
 Protection de l'environnement  
 Amélioration de la qualité de vie du citoyen.  
 Développement d'une économie circulaire

### **IV. Stratégies, champs d'action et indicateurs**

#### **IV.1. Stratégie**

Réduction à la source  
 Tri, collecte, transport et traitement  
 Valorisation/recyclage  
 Développement durable et économie circulaire

#### **IV.2. Champs d'action et indicateurs**

**Axe 1** : Système d'Information, Concertation, Communication, Sensibilisation et Education sur la GD  
**Axe 2** Cadre Institutionnel et Juridique  
**Axe 3** Renforcement des Capacités Humaines et Matérielles  
**Axe 4** Financement et recouvrement des coûts de la gestion des déchets  
**Axe 5** Aspects Techniques et Organisationnels

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Chimie Industrielle	<b>Semestre :</b> Sem 6
<b>Intitulé UE :</b> Normes et contrôle qualité / pétrochimie	<b>Code :</b> UEF620
<b>Intitulé ECUE :</b> Normes et contrôle qualité	<b>Code :</b> ECUEF 621

<b>Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)</b>				
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Crédits</b>	<b>Coefficient</b>
21			2	1

<b>ECUE</b>	<b>Contrôle continue</b>				<b>Examen final</b>			
	<b>EPREUVES</b>			<b>Pondération</b>	<b>EPREUVES</b>			<b>Pondération</b>
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
621	X			30%	X			70%

### PROGRAMME

<b>Contenu des chapitres</b>	<b>horaire approximatif</b>	<b>Observations / Recommandations</b>
<p><b>Chapitre 1: Le produit</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Généralités</li> <li>2. Communication du produit</li> <li>3. Autres composantes du produit</li> <li>4. Politique de produit</li> <li>5. Fiche technique d'un produit</li> </ol> <p><b>Chapitre 2 : Cahier des charges et Spécification</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Définition</li> <li>2. Préparation du cahier des charges</li> <li>3. Certification du Cahier des charges</li> <li>4. Rédaction d'un cahier des charges (cdc)</li> <li>5. Structure du cahier des charges</li> <li>6. Cahier des charges fonctionnel (CDCF)</li> </ol>		

<p><b>Chapitre 3 : Cahier des charges et Spécification</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Généralités</li><li>2. Analyse Fonctionnelle du Besoin</li><li>3. Outils d'analyse fonctionnelle</li></ol> <p><b>Chapitre 4: normes de qualité</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. La qualité</li><li>2. Principes d'une démarche qualité</li><li>3. Les référentiels ou les normes qualités<ol style="list-style-type: none"><li>3.1 La norme ISO 17025</li><li>3.2 Les normes ISO 9000</li></ol></li><li>4. La certification</li></ol> <p><b>Chapitre 5 : Validation d'une méthode d'analyse</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Introduction</li><li>2. Validation des méthodes d'essais</li><li>3. Critères de validation</li><li>4. Caractérisation des méthodes</li></ol> <p><b>Chapitre 6 : Recherche et développement</b></p>		
---	--	--

## Fiche descriptive de l'UE/ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Chimie Industrielle	<b>Semestre:</b> Sem 6
<b>Intitulé UEF :</b> Normes et contrôle qualité / pétrochimie	<b>Code :</b> UEF 620
<b>Intitulé ECUE :</b> Pétrochimie	<b>Code :</b> ECUEF 622

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21			2	1

ECUEF	Contrôle continue				Examen final			
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
<b>622</b>	x		x	30%	x			70%

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>Chapitre 1 :Le pétrole ; origine, prospection et production</b></p> <p>I.1. Origine et formation            I.2. Composition            I.3. Exploitation et prospection de nouveaux gisements de pétrole            I.4. Le forage des puits pétroliers            I.5. Récupération du pétrole            I.6. Transport            I.7. Propriétés physicochimiques du pétrole brut            I.8. Classification des pétroles bruts (P.O.N.A)            I.9. Température et échelles de température (rappel )</p> <p style="margin-left: 20px;">1.9.1. Echelle Centigrade (Celsius)            1.9.2. Echelle Absolue (Kelvin)            1.9.3. Echelle Fahrenheit            1.9.4. Echelle Rankine</p> <p><b>Chapitre. II Analyse des pétroles et des fractions pétrolières</b></p> <p>II.1. La distillation (T.B.P)            II.2. La distillation (A.S.T.M)            II.3. Le pouvoir calorifique</p>		

<p>II.3.1. Le pouvoir calorifique supérieur (P.C.S)  II.3.2. Le pouvoir calorifique inférieur (P.C.I)  II.4. La tension de vapeur Reid (T.V.R)  II.5. Le point d'éclair  II.6. Le point d'écoulement (point de congélation)  II.7. La masse moléculaire  II.8. La densité du brut  II.9. Le facteur de caractérisation (KU.O.P)</p> <p><b>Chapitre. III Dérivées liquides et solides du pétrole brut</b></p> <p>III.1. Produits issus directement de la distillation du pétrole  1/Le gaz du pétrole liquéfié (G.P.L)  2/ Les essences  3/ Le pétrole lampant  4/ Le carburéacteur  5/ Les gasoils  6/ Les huiles lubrifiantes  7/ Les bitumes (goudrons)</p> <p>III.2. Produits issus indirectement de la distillation du pétrole  III.3. Spécification des produits  III.3.1. L'essence  III.3.2. Le gasoil  1/L'indice de Cétane (NC)  2/ Point d'aniline  3/ Index diesel  III.3.3. Les huiles lubrifiantes  III.3.4. Le brut stabilisé</p>		
---	--	--

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Chimie Industrielle	<b>Semestre :</b> Sem 6
<b>Intitulé UE :</b> Matériaux	<b>Code :</b> UEF 630
<b>Intitulé ECUE :</b> Métallurgie	<b>Code :</b> ECUEF 631

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21	14	14	3	1,5

ECUEF	Contrôle continue				Examen final			
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
<b>631</b>	X		X	30%	X			70%

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE I - Notion de Minerai</b></p> <p>I.1. Introduction            I.2. Classification des minéraux et systèmes cristallins            I.3. Types de minerais (métalliques et non métalliques)            I.4. Méthode d'étude du minerai            I.5. Exemples d'étude de minerai              I.5.1. Minerai de fer              I.5.2. Minerai d'Aluminium              I.5.3. Minerai de Nickel                a- Procédé pyro-électrométallurgique                b- Procédé hydrométallurgique</p>		

<p><b>CHAPITRE II - Procédés de traitements physiques du minerais</b></p> <p>II.1. Introduction  II.2. Traitement préliminaire  II.3. Traitement physique du minerais    II.3.1. Traitement par flottation    II.3.2. Procédé minéralurgique    II.3.3. Classement densimétrique    II.3.4. Classement magnétique</p>		
<p><b>CHAPITRE III - Procédés de traitements chimiques du minerais</b></p> <p>III.1. Traitement chimique des oxydes    III.1.1. Attaque alcaline    III.1.2. Attaque acide    III.1.3. Attaque par la chaux  III.2. Traitement des sulfures    III.2.1. Généralités    III.2.2. Grillage des minerais sulfurés  III.3. Traitement des carbonates et des sulfates</p>		
<p><b>CHAPITRE IV - Élaboration physico-chimique du métal - Métallurgie</b></p> <p>IV.1. Introduction  IV.2. Notion de métallurgie thermique    IV.2.1. Rappels des données thermodynamiques    IV.2.2. Principes de la thermodynamique    IV.2.3. La réaction de réduction du métal  IV.3. La réaction de réduction des oxydes libres    IV.3.1. Généralités    IV.3.2. Diagramme d'Ellingham    IV.3.3. Étude d'une réaction de réduction    IV.3.4. choix du réducteur    IV.3.5. Réduction par le carbone et l'oxyde de carbone    IV.3.6. Réduction par L'hydrogène    IV.3. 7. Métallothermie  IV.4. La réaction des Halogénures    IV.4.1. Réduction des fluorures    IV.4.2. Réduction des chlorures  IV.5. Exemples de métallurgie thermique    IV.5.1. Réduction par l'oxyde de carbone ou le carbone      a- Métallurgie du fer      b- Métallurgie du zinc      c- Métallurgie du cuivre    IV.5.2. Réduction par l'hydrogène H<sub>2</sub>      a- Réduction du molybdène      b- Réduction du Tungstène    IV.5.3. Métallothermie      a. Préparation du chrome par aluminothermie</p>		

<p>b. Elaboration du magnésium : Procédé «Magnétherm »</p> <p>IV.5.4. Métallurgie électrochimique (électrométallurgie)</p> <p>a- Généralités</p> <p>b- La cellule d'électrolyse</p> <p>c- Electrolyse en solution aqueuse</p> <p>d- Electrolyse en sels fondus (Électrolyse ignée)</p>		
<p><b>CHAPITRE V - Affinage, raffinage, superaffinage, métaux de haute pureté</b></p> <p>V.1. Méthodes de purification</p> <p>V.2. Affinage par liquation</p> <p>V.3. Affinage par oxydation</p> <p>V.4. Procédés thermiques</p> <p>V.5. Procédés chimiques</p>		
<p><b>CHAPITRE VI - Mise en forme des métaux et alliages</b></p> <p>VI.1. Forgeage</p> <p>VI.2. Laminage</p> <p>VI.3. Filage (Extrusion)</p> <p>VI.4. Emboutissage</p> <p>VI.5. Soudage</p> <p>VI.6. Le frittage des matériaux métalliques</p> <p>VI.6.1. Théorie simplifiée du frittage</p> <p>VI.6.2. Frittage en phase solide et liquide</p> <p>VI.6.3. Méthodes d'étude du frittage</p>		

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Chimie Industrielle	<b>Semestre :</b> Sem 6
<b>Intitulé UE :</b> Matériaux	<b>Code :</b> UEF 630
<b>Intitulé ECUE :</b> Polymères et composites	<b>Code :</b> ECUEF 632

<b>Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)</b>				
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Crédits</b>	<b>Coefficient</b>
21	14	14	3	1,5

<b>ECUEF</b>	<b>Contrôle continue</b>				<b>Examen final</b>			
	<b>EPREUVES</b>			<b>Pondération</b>	<b>EPREUVES</b>			<b>Pondération</b>
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
<b>632</b>	X		X	30%	X			70%

### PROGRAMME

<b>Contenu des chapitres</b>	<b>horaire approximatif</b>	<b>Observations / Recommandations</b>
<p><b>Chapitre 1 : Généralité sur les matériaux</b></p> <p>I. Introduction</p> <p>II. Familles des matériaux composites</p> <p style="padding-left: 20px;">a) Les grandes diffusions</p> <p style="padding-left: 20px;">b) Les hautes performances</p> <p>III. Constituants des matériaux composites</p> <p style="padding-left: 20px;">1) Le renfort</p> <p style="padding-left: 40px;">- Différents types de renforts</p> <p style="padding-left: 40px;">- Différents natures de renforts</p> <p style="padding-left: 40px;">- Principales caractéristiques mécaniques des fibres de base</p> <p style="padding-left: 20px;">2) La matrice</p> <p style="padding-left: 40px;">- Différentes natures de matrices</p> <p style="padding-left: 40px;">- Principales caractéristiques mécaniques des résines</p> <p style="padding-left: 20px;">3) Les charges</p> <p style="padding-left: 20px;">4) Les additifs</p> <p style="padding-left: 20px;">5) L'interface</p> <p>IV. Les matériaux composites structuraux</p> <p style="padding-left: 20px;">1) Les Monocouches</p> <p style="padding-left: 20px;">2) Les stratifiés</p> <p style="padding-left: 20px;">3) Les sandwichs</p>		

**Chapitre 2 : Calcul et homogénéisation des matériaux composites**

- I. Introduction
- II. Homogénéisation pour le calcul des modules
- III. Différents type de modèles
  - 1) Modèle à Bornes
  - 2) Model Reuss & Voigt
  - 3) HASHIN et SHTRIKMAN (1963)
  - 4) Les approches phénoménologiques :
- IV. Homogénéisation simplifiée : Les modèles à Bornes
  - 1) Modules longitudinale et transverse d'un UD par la loi des mélanges
  - 2) Module de cisaillement et coefficient de Poisson d'un UD par la loi des mélanges

**Chapitre 3 : Mise en œuvre des matériaux composites**

- I. Procédé de fabrication par Moulage
- II. Pultrusion thermoplastique
- III. Injection des thermoplastiques renforcés
- IV. Enroulement
  - Enroulement filamentaire
  - Enroulement filamentaire thermoplastique
- V. Centrifugation
- VI. Moulage des TRE
- VII. Le Marché des composites

## Fiche descriptive de l'UE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Tous les parcours de chimie sauf parcours « Recherche »	<b>Semestre :</b> S6
<b>Intitulé UE :</b> Activités pratiques	<b>Code :</b> UEF640

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
-	28	-	4	2

UE/ECUE	Contrôle continu				Examen final			
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
<b>UEF640</b>	X	X	X	100 %	-	-	-	-

### PROGRAMME

L'activité pratique du semestre S6 est réservée à l'insertion professionnelle. Elle est orientée vers l'esprit de création de l'avenir professionnel de l'étudiant en l'initiant soit à préparer sa candidature à intégrer une entreprise soit à la création de son propre projet d'avenir.

L'enseignant aide les étudiants, durant ce semestre, à acquérir les outils nécessaires à l'intégration dans la vie professionnelle (présentation d'un CV, préparation d'un entretien, le montage administratif d'une PME, les possibilités de financement, les possibilités offertes par les organismes spécialisés comme la BTS, visite de l'UTICA, ...).

L'étudiant doit s'initier à la préparation et à la consultation des étapes de préparation d'un projet professionnel (visite des pépinières des sociétés, visite des banques pour s'informer des étapes de préparation des dossiers bancaires, ...).

***Il est recommandé que chaque étudiant présente d'une manière individuelle son activité pratique. La note attribuée par l'enseignant doit tenir compte du rapport, de la présentation orale et de la discussion durant les séances des activités pratiques, ...).***

## Fiche descriptive de l'UE/ ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Chimie Industrielle	<b>Semestre:</b> Sem 6
<b>Intitulé UE :</b> Enseignement transversaux	<b>Code:</b> UET 650
<b>Intitulé ECUE :</b> Analyse des données et rédaction de rapports	<b>Code:</b> ECUET 651

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21			2	1

UE/ECUE	Contrôle continu				Examen final			
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
<b>651</b>	X			100%	-			-

### OBJECTIF

Améliorer par l'emploi des méthodes statistiques, multivariées d'analyse de données, des méthodes de mesures, de traitement du signal, des plans d'expériences, d'optimisation ...le contrôle et l'optimisation des procédés. Ce cours inclue aussi la manière avec laquelle un rapport scientifique doit être rédigé.

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations/ Recommandations
<b>PARTIE 1 : ANALYSES DES DONNÉES</b>		
<p><b>Chapitre I. Définitions et généralités</b></p> <p><b>I.1. Définitions</b></p> <p><b>I.2. Bonnes pratiques d'expérimentation</b></p> <p><b>I.3 Méthodologie des plans d'expérience</b></p> <p><b>I.4 Mise en œuvre d'un plan d'expérience</b></p> <p><b>I.5 Notion de modélisation mathématique</b></p>		

<p><b>Chapitre II. Démarche expérimentale</b></p> <p><b>II.1. Acquisition des données</b></p> <p><b>II.2. Choix du plan d'expérience</b></p> <p><b>II.3 Variables d'entrées, variable de sortie</b></p> <p><b>II.3. Expérimentations</b></p> <p>    II.3.1. Traitement des données expérimentales</p> <p>    II.3.2. Analyse des données</p> <p><b>II.6. Logiciels de plans d'expériences</b></p>		
<p><b>Chapitre III. Plans d'expérience</b></p> <p><b>III.1. Introduction</b></p> <p><b>III.2. Principaux types de plans en fonction des caractéristiques techniques</b></p> <p><b>III.3. Plans de criblage</b></p> <p>    III.3.1 Matrice du Plan d'expérience</p> <p>    III.3.2. Étude d'interaction des différentes variables d'entrées</p> <p>    III.3.3 Analyse Statistique des données</p> <p>        III.3.3.1 Méthode des moindres carrées</p> <p>        III.3.3.2 Méthode de Fischer</p> <p><b>III.4. Plans d'optimisation</b></p> <p>    III.4.1. Matrice du Plan d'expérience</p> <p>    III.4.2. Les courbes isoréponses</p> <p>    III.4.3 Analyse Statistique des données</p>		
<p><b>Chapitre IV. Qualités métrologiques des instruments</b></p> <p><b>IV.1. Détection et analyse des données aberrantes</b></p> <p><b>IV.2. Spécificité</b></p> <p><b>IV.3. Justesse</b></p> <p><b>IV.4. Fidélité</b></p> <p>    IV.4.1 Fidélité intra-évaluateurs</p> <p>    IV.4.2. Fidélité inter-évaluateurs</p> <p><b>V.5. Exactitude</b></p>		
<p><b>Chapitre V. Les erreurs de mesures et la propagation des incertitudes</b></p> <p><b>V.1. Méthodologie générale pour le calcul des incertitudes de mesure</b></p> <p><b>V.2. Notion de mesurande</b></p> <p><b>V.3. Notion d'écart type composé</b></p> <p><b>V.4. Incertitude élargie.</b></p>		

## PARTIE 2 : RÉDACTION DES RAPPORTS

### Structure du rapport

- 1) **Page de présentation**
- 2) **Introduction ou But** (approche du problème)
- 3) **Montage** (s'il y a lieu), outils utilisés...
- 4) **Démarche expérimentale, Méthodes**
- 5) **Analyse des données**
  - a) Présentation des données recueillies
  - b) Techniques utilisées pour analyser les données.
  - c) Relation de proportionnalité et/ou relation physique à découvrir
  - d) Évaluation de la constante de proportionnalité à partir de la courbe de tendance
- 6) **Résultat final**
- 7) **Interprétation des résultats**
- 8) **Conclusions**

## Fiche descriptive de l'UE/ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Chimie Industrielle	<b>Semestre :</b> Sem 6
<b>Intitulé UE :</b> Enseignements transversaux	<b>Code :</b> UET 650
<b>Intitulé ECUE :</b> Ecolabellisation	<b>Code :</b> ECUET 652

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21			2	1

ECUE	Contrôle continu				Examen final			
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
653	X		X	100 %				

## PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>I. LE PRINCIPE DE L'ÉCOLABELLISATION ET SON IMPACT SUR L'IMAGE DE MARQUE DE L'ENTREPRISE ET SUR L'ENVIRONNEMENT</b></p> <p>1- Principe et définition d'une consommation durable et d'un Eco-label            2- les différents types d'Eco-label            3- impact sur l'environnement</p>		
<p><b>II. LES ÉCOLABELS DANS LE MONDE ET EN EUROPE</b></p> <p>1- Les avantages de l'adoption des labels écologiques            2- Inconvénients des labels écologiques pour l'entreprise                2-1 sur le plan national                2-2 sur le plan international</p>		

<p><b>III. L'ÉCOLABEL TUNISIEN ET LES PROCÉDURES TECHNIQUES ET ADMINISTRATIVES DE SA MISE EN PLACE DANS LES DIFFÉRENTS DOMAINES D'APPLICATION ARRÊTÉS PAR LA RÉGLEMENTATION</b></p> <p>1-Ecolabel Tunisien : projet et définition  2-Démarche de préparation et de validation des critères de l'Ecolabel  3-Procédure d' octroi de l'Ecolabel et du contrôle de son utilisation; crédibilité et indépendance  4-Projet pilote et réalisations</p>		
---	--	--

## Fiche descriptive de l'UE/ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Chimie Industrielle	<b>Semestre :</b> Sem 6
<b>Intitulé UE :</b> Enseignements transversaux	<b>Code :</b> UET 650
<b>Intitulé ECUE :</b> Culture d'entreprise et management de projets	<b>Code :</b> ECUET 653

<b>Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)</b>				
<b>Cours</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>Crédits</b>	<b>Coefficient</b>
21			2	1

<b>ECUE</b>	<b>Contrôle continu</b>				<b>Examen final</b>			
	<b>EPREUVES</b>			<b>Pondération</b>	<b>EPREUVES</b>			<b>Pondération</b>
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
653	X		X	100 %				

### **Objectif**

Le cours « Culture Entrepreneuriale » vise à *sensibiliser* l'apprenant aux principaux concepts à la base des comportements, des motivations, et des actions des entrepreneurs. Il vise également la *compréhension* des notions d'entrepreneuriat, d'esprit d'entreprise et de culture entrepreneuriale ainsi que leurs implications dans la société.

Il s'agit de *pousser* chacun à puiser en lui-même des atouts, des forces et des compétences, à arrimer avec l'être et le devenir d'un entrepreneur. Bref, *d'éveiller* et *développer* le potentiel entrepreneurial de chacun.

La diffusion de la culture entrepreneuriale à travers ce module permettra de «déplacer» les jeunes diplômés de la logique de demandeurs d'emploi à celle de pourvoyeurs d'emploi.

*Donner* aux jeunes générations l'envie de prendre leur avenir en main constitue le principal objectif de ce module.

## PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE I : QU'EST CE QUE L'ENTREPRISE ?</b></p> <p><b>I :</b> Les entreprise autour de vous  <b>II :</b> Signification et portée de l'esprit de l'entreprise  <b>III :</b> Savoir s'organiser  <b>VI :</b> Les compétences en matière de prise de décision</p>		
<p><b>CHAPITRE II : A QUOI SERT L'ESPRIT D'ENTREPRISE ?</b></p> <p><b>I :</b> définition de l'esprit d'entreprise  <b>II :</b> En quoi « l'esprit d'entreprise » s'applique – t- il aux entreprises  <b>III :</b> la motivation d'un entrepreneur  <b>VI :</b> fixer les objectifs de l'entreprise  <b>V :</b> la prise de risque</p>		
<p><b>CHAPITRE III : QUEL EST LE PROFIL D'UN ENTREPRENEUR ?</b></p> <p><b>I :</b> Evaluation du potentiel d'entrepreneur  <b>II :</b> Identification du profil d'entrepreneur  <b>III :</b> L'entrepreneur en tant que leader  <b>VI :</b> les principes de la négociation  <b>V :</b> compétences d'écoute</p>		
<p><b>CHAPITRE IV : COMMENT DEVIENT-ON ENTREPRENEUR ?</b></p> <p><b>I :</b> importance de l'entrepreneuriat dans la société  <b>II :</b> Être son propre employeur : l'auto-emploi  <b>III :</b> les petites entreprises  <b>VI :</b> principaux facteurs de réussite lors de la création de la petite entreprise  <b>V :</b> la décision de devenir entrepreneur</p>		
<p><b>CHAPITRE V : COMMENT TROUVER UNE IDEE D'AFFAIRE ?</b></p> <p><b>I :</b> créativité et innovation  <b>II :</b> trouver des idées  <b>III :</b> reconnaître et évaluer des opportunités d'affaires</p>		
<p><b>CHAPITRE VI : COMMENT MONTER UNE ENTREPRISE</b></p> <p><b>I :</b> choisir un marché approprié  <b>II :</b> choisir un lieu d'implantation</p>		

<p><b>III</b> : formes juridiques d'une entreprise  <b>IV</b> : capital de départ d'une entreprise  <b>V</b> : recherche de financement pour démarrer une entreprise  <b>VI</b> : Manières d'entrer dans les affaires</p>		
<p><b>CHAPITRE VII : COMMENT FAIRE  FONCTIONNER UNE ENTREPRISE ?</b></p> <p><b>I</b> : recruter et gérer le personnel  <b>II</b> : gérer le temps  <b>III</b> : gérer les ventes  <b>IV</b> : sélectionner les fournisseurs  <b>V</b> : utiliser la technologie dans la petite entreprise  <b>VI</b> : connaître les coûts d'une entreprise  <b>VII</b> : gérer l'argent  <b>VIII</b> : utiliser les documents comptables</p>		
<p><b>CHAPITRE VIII : QUELLES SONT LES ETAPES  SUIVANTES POUR DEVENIR ENTREPRENEUR ?</b></p> <p><b>I</b> : préparation d'un plan d'affaires  <b>II</b> : comment interpréter les résultats d'un plan d'affaires  <b>III</b> : Evaluation des facteurs pour démarrer une entreprise  <b>IV</b> : Sources d'information et d'assistance  <b>V</b> : Garder une vision entrepreneuriale</p>		
<p><b>CHAPITRE IX : COMMENT ELABORER SON  PROPRE PLAN D'AFFAIRES</b></p> <p><b>I</b> : comment élaborer un plan d'affaires  <b>II</b> : Jeu d'entreprise</p>		