



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 " Recyclage et  
valorisation des déchets "**

**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

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

<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		
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

<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	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 :</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> Langues et informatique	<b>Code :</b> UET 160
<b>Intitulé ECUE :</b> Culture et Compétences Numériques - 2CN	<b>Code :</b> ECUET 163

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> Stocker 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

<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	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

<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		
221	x		x	30%	x			70%	1

### PROGRAMME

<b>Contenu des chapitres</b>	<b>horaire approximatif</b>	<b>Observations / Recommandations</b>
<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
<b>CHAPITRE 1 - Rappels</b> - Dérivations / intégrations, - Changements de variables, - Intégrations par parties - Surfaces	6H	
<b>CHAPITRE 2 - Équations différentielles</b> - Équations différentielles du premier ordre à coefficients variables, - Équations différentielles du deuxième ordre à coefficients constants	9H	
<b>CHAPITRE 3 - Applications pharmacocinétique, modèle proie-prédateur</b>	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 : Sciences et Technologie</b>	<b>Mention : Chimie</b>
<b>Parcours : Tous les parcours de chimie (Tronc commun)</b>	<b>Semestre : Sem 2</b>
<b>Intitulé UE : Langues et informatique</b>	<b>Code : UET 260</b>
<b>Intitulé ECUE : Culture et Compétences Numériques - 2CN</b>	<b>Code : ECUET 263</b>

<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>ECUET</b>	<b>Contrôle continue</b>				<b>Examen final</b>				<b>Coef. de l'UE</b>
	<b>EPREUVES</b>			<b>Pondération</b>	<b>EPREUVES</b>			<b>Pondération</b>	
	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 "Recyclage et Valorisation des Déchets"**  
**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	Caractérisations physico-chimiques des déchets solides et Microbiologie de l'environnement	Fondamentale	ECUEF321	Caractérisations physico-chimiques des déchets solides	21		14	3	6	1,5	3		X
			ECUEF322	Microbiologie de l'environnement	21		14	3		1,5			
UEF330	Impact Environnemental des déchets solides	Fondamentale	ECUEF331	Déchets et Environnement	21			2	6	1	3		X
			ECUEF332	Étude d'impact sur l'environnement	21	14		4		2			X
UEF340	Activités pratiques	Obligatoire				28			4		2	X	
UET350	Enseignements transversaux	Transversale	ECUET351	Anglais		21		2	4	1	2	X	
			ECUET352	Informatique			21	2		1		X	
UEO360	Options	Option	ECUEO361	Option 1	21	-	14*	2	4	1	2		X
			ECUEO362	Option 2	21	-	14*	2		1			X
<b>Total</b>					<b>168</b>	<b>105</b>	<b>105</b>	<b>30</b>		<b>15</b>			
					<b>378</b>								

\* Enseignement convertible en TD

**LICENCE DE CHIMIE – Parcours "Recyclage et Valorisation des Déchets"**  
**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	7	1,5	3,5		X
			ECUEF412	Structure et propriétés des solides	21	21	14	4		2		X	
UEF420	Procédés de traitement des déchets	Fondamentale	ECUEF421	Procédés physico-chimiques	21		14	4	7	2	3,5		X
			ECUEF422	Procédés mécaniques	21		14	3		1,5			
UEF430	Techniques de Tri des déchets solides	Fondamentale	-	-	21		14*		4		2		X
													X
UEF440	Activités pratiques	Obligatoire				28		-	4	-	2	X	
UET450	Enseignements transversaux	Transversale	ECUET451	Anglais		21	-	2	4	1	2	X	
			ECUET452	Informatique			21	2		1		X	
UEO460	Options	Option	ECUEO461	Option 1	21		14*	2	4	1	2		X
			ECUEO462	Option 2	21		14*	2		1		X	
Total :					147	91	119	30		15			
					357								

\*\*Enseignement convertible en TD

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Recyclage et valorisation des déchets	<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.</li> <li>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 : <ul style="list-style-type: none"> <li>1- La relation de stéréoisomérisation (différence entre conformation et configuration)</li> <li>2 - La stéréoisomérisation de conformation : <ul style="list-style-type: none"> <li>*Conformations des molécules acycliques : les rotamères.</li> <li>*Conformations des cycles</li> </ul> </li> <li>3- La stéréoisomérisation de configuration : <ul style="list-style-type: none"> <li>* Stéréoisomérisation Z - E autour d'une double liaison et cis - trans cyclanique.</li> <li>* Stéréoisomérisation optique : notion de chiralité et relation d'énantiomérisation.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>- Molécules à un seul centre asymétrique : pouvoir rotatoire et configuration absolue R-S.</li> <li>- Molécules à 2 centres asymétriques : la relation de diastéréoisomérisation.</li> <li>- Introduire la nomenclature D/L pour les sucres</li> </ul>	<p><b>7,5 H</b></p> <p>1,5 H</p> <p>1,5 H</p> <p>1,5 H</p> <p>1,5 H</p> <p>1,5H</p>	<p>On présentera les différents modes de présentation des molécules dans l'espace (Cram, Newman, Perspective et Fisher)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cas de l'éthane et du butane</li> <li>- Cas de l'éthane-1,2-diol (stabilité due à la liaison hydrogène)</li> <li>- cas du cyclohexane ainsi que le cyclohexane mono et disubstitué</li> <li>- Règles de Cahn, Ingold et Prelog</li> <li>- Introduire aussi la nomenclature thréo/érythro</li> </ul>
<p><b>CHAPITRE 3: Les effets électroniques.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liaison covalente polarisée : effet inductif.</li> <li>- L'effet mésomère : formules mésomères et hybride de résonance. Systèmes conjugués et énergie de résonance.</li> <li>- Notion d'acidité et de basicité des composés organiques.</li> </ul>	<p><b>6H</b></p>	
<p><b>CHAPITRE 4: Les Intermédiaires réactionnels</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les carbocations.</li> <li>- Les carbanions.</li> <li>- Les radicaux libres.</li> </ul> <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> Recyclage et valorisation des déchets	<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> </ul>		

<ul style="list-style-type: none"> <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></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Allure générale : Établissement des équations des courbes de vaporisation, de sublimation en justifiant le signe de la pente de fusion.</li> <li>-Tracé et interprétation du diagramme, indexation, identification des points particuliers</li> <li>-Notion de la pression saturante (<math>p^*</math>)</li> <li>- Approche expérimentale</li> <li>-Construction expérimentale des digrammes de phases des corps purs</li> </ul> <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></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Composition d'un mélange : Composition en masse, Molarité, Molalité, Fraction molaire, Fraction massique, Pression partielle</li> </ul> <p><b>II. Équilibres de phases liquide-vapeur de systèmes binaires</b></p> <p>1. Miscibilité totale à l'état liquide :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*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).</li> <li>- Composition d'un système liquide-vapeur en équilibre, règle des moments.</li> <li>*. Mélange liquide réelle : Définition, allure des diagrammes isotherme et isobare, cas des solutions diluées : loi de Henry, azéotropie.</li> </ul> <p>2. Interférence L-L, L-V.</p> <p>3. Miscibilité nulle à l'état liquide :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Diagramme Isobare</li> <li>-Courbes de vapeurs saturantes, exemple de diagramme.</li> </ul>		

<p>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>		
<p style="text-align: center;"><b>CHAPITRE IV : DIAGRAMMES DE PHASES LIQUIDE-SOLIDE ISOBARESET SOLIDE - SOLIDE DE SYSTEMES BINAIRES</b></p> <p><b>I. Diagrammes liquide – solide</b></p> <p>1. Miscibilité totale à l'état solide : Les solutions solides, exemples de diagrammes, utilisation de la règle des moments, courbes d'analyse thermique.</p> <p>2. Miscibilité partielle et nulle à l'état solide : Démixtion à l'état solide, Eutexie, Peritexie.</p> <p>Exemple de diagramme, courbes d'analyse thermique, tracé expérimental du diagramme.</p> <p>-Diagrammes de Tammann</p> <p>3. Diagramme avec composé(s) intermédiaire(s) défini(s)et avec composé(s) intermédiaire(s) non-défini(s)</p> <p>4. Utilisation des diagrammes liquide-solide: cristallisation fractionnée.</p> <p><b>II. Diagrammes solide – solide</b></p> <p>1. Cas où un solide A pur ou B pur présente des formes cristallines différentes (Interférence S – S et L – S)</p> <p>2. Cas d'une lacune de miscibilité (Interférence L – L et L – S)</p>		

### **ENSEIGNEMENT EXPERIMENTAL, PROPOSITION DE THEMES :**

**Manipulation 1** : Etablissement d'un ou d'une partie d'un digramme 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'ECUEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Recyclage et valorisation des déchets	<b>Semestre :</b> Sem 3
<b>Intitulé UEF :</b> Caractérisations physico-chimiques des déchets solides et Microbiologie de l'environnement	<b>Code :</b> UEF 320
<b>Intitulé ECUEF :</b> Caractérisation physico-chimique des déchets solides	<b>Code :</b> ECUEF 321

<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>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		
321	X		X	30%	X			70%	1.5

### **Objectifs**

- Caractériser les déchets solides

### **Prérequis :**

Analyses chimiques classiques

## PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b><u>Chapitre I : Classification des déchets solides</u></b></p> <p>Introduction            Section I : Classification en fonction de l'origine des déchets            (déchets ménagers et assimilés, déchets industriels banals et spéciaux, déchets agricoles, déchets de la construction, déchets automobiles, déchets des équipements électriques et électroniques)            Section II : Classification en fonction de la nature du danger            (déchets inertes, déchets dangereux, déchets radioactifs, déchets ultimes)</p>	6H	
<p><b><u>Chapitre II : Caractérisation physique de déchets</u></b></p> <p>Introduction            Section I : La granulométrie            Section II : La masse volumique            Section III : La mesure de la surface spécifique</p>	4.5H	
<p><b><u>Chapitre III : Caractérisation chimique des déchets</u></b></p> <p>Introduction            Section I : Composition chimique élémentaire            Section II : Taux d'humidité ou teneur en eau            Section III : Teneur en matière organique            Section IV : Pouvoir calorifique inférieur (PCI)            Section V : Rapport carbone/azote (C/N)            Section VI : Teneur en volatils et en cendres            Section VII : Teneur en métaux lourds            Section VIII : Perte au feu (PF) par calcination à 1000°C            Section IX : Diffraction de rayons X.</p>	10.5 H	

### **ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL:**

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

### **PROPOSITION DE THÈMES**

- 1- Classement granulométrique d'un déchet solide.
- 2-Détermination d'un pouvoir calorifique.
- 3-Taux d'humidité, teneurs en volatils et cendres.
- 4-Détermination de la teneur en métaux lourds.

## Fiche descriptive de l'ECUEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Recyclage et valorisation des déchets	<b>Semestre :</b> Sem 3
<b>Intitulé UEF :</b> Caractérisations physico-chimiques des déchets solides et Microbiologie de l'environnement	<b>Code :</b> UEF 320
<b>Intitulé ECUEF :</b> Microbiologie de l'Environnement	<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	3	1.5

<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		
311	X		X	30%	X			70%	1.5

### **Objectifs**

L'unité d'enseignement en Microbiologie de l'Environnement répond au besoin de fournir aux étudiants une base pour mieux d'appréhender :

- les problèmes écologiques liés à la sauvegarde des écosystèmes, à l'écotoxicologie des sols, des sédiments et des eaux d'un point de vue microbiologique,
- à la mise en évidence des microorganismes représentant un risque pour l'environnement ou la santé publique, ou, à l'inverse, favorisant la bio-réhabilitation des sites affectés par la pollution anthropique (industrielle et agricole).

### **Prérequis :**

- Chimie organique ; chimie générale ; sciences naturelles de base.

## PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>Chapitre I : Les microorganismes de l'environnement</b>            Introduction            Section I : Principes d'écologie microbienne            Section II : Classification et diversité des microorganismes</p>	3H	
<p><b>Chapitre II : Microbiologie aquatique et qualité des eaux</b>            Introduction : Caractéristiques de l'environnement aquatique            Section II : Les microorganismes aquatiques            Section II : Phénomène d'adhésion microbienne            Section III : Production de l'eau potable            Section IV : Analyse qualitative de l'eau            Section V : Cycle d'usage de l'eau</p>	4.5H	
<p><b>Chapitre III : L'assainissement des eaux usées</b>             Section I : Rôles des microorganismes dans l'autoépuration naturelle de l'eau            Section II : Caractéristiques microbiologiques des eaux usées            Section III : Traitement biologique de l'eau</p>	4.5H	
<p><b>Chapitre IV : Les lixiviats de décharges d'ordures ménagères            Genèse, composition et traitements.</b>            Section I : Introduction            Section II : Propriétés physico-chimiques            Section III : Propriétés microbiologiques            Section IV : Risques sanitaires            Section V : Traitements</p>	4.5H	
<p><b>Chapitre V : Les déchets urbains solides</b>            Introduction            Section I : Caractérisation Physique, Chimique et microbiologique des déchets ménagers            Section II : Dégradation bactériologique des déchets organiques.</p>	4.5H	

### **ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL:**

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

## **PROPOSITION DE THÈMES**

**TP1** : Détection et comparaison de la présence de micro-organismes dans l'eau de mer en fonction des degrés de pollution (sites témoin/sites pollués par les eaux usées)

**TP 2** : Détection et comparaison de la présence de micro-organismes dans les sols en fonction des degrés de pollution (sites témoin/sites irrigués par les eaux usées).

**TP3** : Evolution microbiologique d'un compost.

## Fiche descriptive de l'ECUEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Recyclage et valorisation des déchets	<b>Semestre :</b> Sem 3
<b>Intitulé UEF :</b> Impact environnemental des déchets solides	<b>Code :</b> UEF 330
<b>Intitulé ECUEF :</b> Déchets et Environnement	<b>Code :</b> ECUEF 331

<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>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		
331	X		X	30%	X			70%	1

### **Objectifs**

- Faire connaître aux étudiants l'impact des déchets solides sur l'environnement ; Conséquences de l'accumulation et de la dispersion des déchets sur l'environnement, Impacts de la pollution par les métaux toxiques...
- La sensibilisation aux impacts de la pollution par les déchets sur l'environnement ;

### **Prérequis :**

Chimie générale  
Chimie des solutions  
Chimie analytique

## PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observat ions / Recomm ndations
<p><b><u>Chapitre I : Présentation des déchets solides,</u></b></p> <p>1- Définition des déchets solides            2- Diversité des déchets solides            3- Durée de vie des déchets dans l'environnement,            4- Nomenclature internationale</p>	4.5H	
<p><b><u>Chapitre II Conséquences de l'accumulation et de la dispersion des déchets sur l'environnement</u></b></p> <p>1- Les effets sur la santé            2- La détérioration du paysage            3- La détérioration de la faune et de la flore            4- Les pertes économiques</p>	4.5H	
<p><b><u>Chapitre III Impacts de la pollution par les métaux toxiques,</u></b></p> <p>1- Pollution par l'arsenic            2- Pollution par le cadmium            3- Pollution par le mercure            4- Pollution par le plomb</p>	4.5H	
<p><b><u>Chapitre IV Impacts de la pollution par les sels minéraux nutritifs</u></b></p> <p>1- Pollution par les nitrates            2- Pollution par les phosphates</p>	3H	
<p><b><u>Chapitre V Impacts de la pollution nucléaire</u></b></p> <p>1- Définition            2- La pollution radioactive            3- Origine de la pollution radioactive            4- La nature des rayonnements nucléaires            5- La pollution radioactive et la santé            6- La toxicologie</p>	4.5H	

## Fiche descriptive de l'ECUEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Recyclage et valorisation des déchets	<b>Semestre :</b> Sem 3
<b>Intitulé UEF :</b> Impact environnemental des déchets solides	<b>Code :</b> UEF 330
<b>Intitulé ECUEF :</b> Etude d'impact sur l'environnement	<b>Code :</b> ECUEF 332

<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		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		
332	X			30%	X			70%	2

### **Objectifs :**

- Apprendre à établir une étude complète d'impact sur l'environnement pour une activité précise.
- Maîtriser les moyes et les techniques d'élaboration des études d'impact sur l'environnement
- Maîtriser les normes de classification des projets soumis à la procédure d'EIE.
- Former des compétences en matière de réalisation d'études d'impact sur l'environnement nécessaires pour toute start-up.

### **Prérequis :**

Chimie générale  
Chimie des solutions  
Chimie analytique

## PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b><u>Chapitre I Cadre réglementaire de l'étude d'impact sur l'environnement</u></b></p> <p>Introduction :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Section I : Définitions</li> <li>- Section II : veille réglementaire</li> <li>- Section III : présentation des lois les décrets</li> </ul>	4.5H	
<p><b><u>Chapitre II Normes de classifications des projets soumis à l'EIE</u></b></p> <p>Introduction :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Section I : Vue d'ensemble d'EIE</li> <li>- Section II : Objectif d'EIE</li> <li>- Section III : Analyse des procédés de production</li> <li>- Section IV : Termes de références d'EIE et cahier de charges des projets d'aménagement élaborés par l'ANPE étude de cas TDR EIE</li> </ul>	7.5H	
<p><b><u>Chapitre III Méthodologie et guide d'application :</u></b></p> <p>Introduction :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Section I : Planification et formation de l'équipe d'EIE</li> <li>- Section II : Analyse préliminaire des opérations de l'entreprise</li> <li>- Section III : Identification des aspects et impacts environnementaux (plan du site /plans des ateliers, cartographie des processus</li> <li>- Section IV : Identification des exigences légales environnementales</li> <li>- Section V : Evaluation préliminaire</li> </ul>	9H	
<p><b><u>Chapitre IV: Etude de cas</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etude d'impact sur l'environnement d'une unité de teinture textile</li> <li>- Etude d'impact sur l'environnement d'une usine de conserve de tomates.</li> <li>- Etude d'impact sur l'environnement d'une carrière de sable ;</li> <li>- Etude d'impact sur l'environnement d'un abattoir.</li> </ul>	14H	

## 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

UE/ECUE	Contrôle continu				Examen final			
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération
	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 dérivés 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> Recyclage et Valorisation des Déchets	<b>Semestre :</b> S3
<b>Intitulé UE :</b> Chimie organique et inorganique 1	<b>Code :</b> 410
<b>Intitulé ECUE :</b> Structure et propriétés des solides	<b>Code :</b> 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>4</b>	<b>2</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%	2

### 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'ECUEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Recyclage et valorisation des déchets	<b>Semestre :</b> Sem 4
<b>Intitulé UEF :</b> Procédés de traitement des déchets	<b>Code :</b> UEF420
<b>Intitulé ECUEF :</b> Procédés physico-chimiques	<b>Code :</b> EUEF421

<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>14</b>	<b>4</b>	<b>2</b>

<b>ECUEF</b>	<b>Contrôle continu</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		
421	x		x	30%	x			70%	2

### **1- Objectifs de l'UE (Savoirs, aptitudes et compétences)**

Les traitements physico-chimiques concernent différentes catégories de déchets, essentiellement minéraux solides ou liquides aqueux. Ils font appel à des procédés très divers. L'objectif de ces filières est la mise aux normes des déchets aqueux par destruction de la fraction organique du déchet et par extraction de la pollution minérale. Les filières qui font l'objet de cours concernent la mise aux normes des déchets solides avant leur enfouissement dans un centre d'enfouissement.

### **2- Pré-requis (définir les UE et les compétences indispensables pour suivre l'UE concernée)**

- Chimie générale ; Combustion ; Thermodynamique
- Microstructure et propriétés mécanique des matériaux solides

## Programme

Contenu des chapitres	horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b><u>Chapitre I : Caractérisation des déchets industriels</u></b></p> <p><u>1- Introduction</u> : La caractérisation des déchets est un préalable indispensable à son élimination ou à sa valorisation. La bonne connaissance des caractéristiques du déchet permet de déterminer la filière de traitement la mieux appropriée</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Définitions du concept déchet</li> <li>3. Cycle de vie d'un déchet</li> <li>4. Classification des déchets solides</li> <li>5. Composition, Caractérisation physico-chimique</li> </ol>	4.5H	
<p><b><u>Chapitre II : Traitement par fixation</u></b></p> <p><u>Introduction</u> : Concernent la rétention sur du sable, couche céramique, charbon actif, gel de silice, lit de résine. Cette technologie fait intervenir des boudins et tambours.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Adsorption par coalescence</li> <li>2- Adsorption simple</li> <li>3- Echange d'ions</li> <li>4- Solidification</li> </ol>	6H	
<p><b><u>Chapitre III : Réaction chimique</u></b></p> <p><u>Introduction</u> : Réactions d'oxydation, de réduction de précipitation et de neutralisation</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Déchromation</li> <li>2- Décyanurisation</li> <li>3- Neutralisation des solutions acides et alcalines</li> <li>4- précipitation métallique</li> <li>5- Cémentation</li> </ol>	6H	
<p><b><u>Chapitre IV : Séparation</u></b></p> <p><u>Introduction</u> : Séparation du Lixiviat de la phase solide</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Electrodialyse</li> <li>2- Electrolyse à membrane</li> <li>3- Electrolyse</li> <li>4- Extraction</li> <li>5- Précipitation</li> </ol>	4.5H	

## Fiche descriptive de l'ECUEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Recyclage et valorization des déchets	<b>Semestre :</b> Sem 4
<b>Intitulé UEF :</b> Procédés de traitement des déchets	<b>Code :</b> UEF420
<b>Intitulé ECUEF :</b> Procédés mécaniques	<b>Code :</b> EUEF422

Eléments constitutifs	Volume des heures de formation présentielle (14 semaines)				Crédits
	Cours	TD	TP	Autres	
Procédés mécaniques	21		14		3

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

### **1- Objectifs de l'UE (Savoirs, aptitudes et compétences)**

L'objectif de ce cours est de donner aux étudiants quelques notions sur les procédés de fragmentation et séparation utilisé dans les procédés de traitement des déchets et le recyclage

## Programme

Contenu des chapitres	horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b><u>Chapitre 1 : Généralités</u></b></p> <p>1. Classification des procédés</p> <p>1.1. Procédés de fragmentation</p> <p>1.2. Procédés de séparation</p> <p>1.3. Procédés auxiliaires</p> <p>2. Terminologie générale et indices de la séparation</p> <p>3. Equation de bilan de matière dans les procédés de séparation et broyage</p>	6H	
<p><b><u>Chapitre 2 : Criblage.</u></b></p> <p>1. Généralités</p> <p>2. Surfaces tamisantes</p> <p>3. Appareils de criblage</p> <p>4. Théorie du criblage</p> <p>5. Influence de l'humidité de matériau à cribler</p> <p>6. Calcul de la capacité des cribles vibrants</p>	4.5H	
<p><b><u>Chapitre 3 Concassage et broyage.</u></b></p> <p>1. Généralités</p> <p>2. Théories de la destruction des matériaux</p> <p>3. Concassage</p> <p>3.1. Classification des concasseurs industriels</p> <p>3.2. Concasseurs à mâchoires</p> <p>3.3. Concasseurs giratoires</p> <p>3.4. Concasseurs à cylindres</p> <p>3.5. Concasseurs à marteaux</p> <p>3.6. Concasseurs à rotor</p>	4.5H	
<p><b><u>4. Broyage</u></b></p> <p>4.1. Classification des broyeurs</p> <p>4.2. Principe de fonctionnement et régime mécanique des broyeurs à tambour</p> <p>4.3. Construction des broyeurs</p> <p>4.4. Circuits fermés de broyage</p> <p>4.5. Calcul de la capacité des broyeurs à tambour</p>	6H	

## Fiche descriptive de l'ECUEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Recyclage et valorisation des déchets	<b>Semestre :</b> Sem 4
<b>Intitulé UEF :</b> Techniques de tri des déchets	<b>Code :</b> UEF430

Eléments constitutifs	Volume des heures de formation présentielle (14 semaines)				Crédits
	Cours	TD	TP	Autres	
Techniques de tri des déchets	21		14		4

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

### 1- Objectifs de l'UE (Savoirs, aptitudes et compétences)

L'objet de cette unité d'enseignement est d'apprendre aux étudiants de les techniques de tri des déchets ; à savoir le tri mécanique, aéroulique, hydraulique ; par séparation balistique ainsi que des techniques modernes utilisées particulièrement pour les déchets du secteur de l'industrie électronique et électrique soit le tri optique ; magnétique et électrostatique

### 2- Pré-requis

Les connaissances acquises en chimie au cours de la deuxième année ; à savoir la caractérisation physico-chimique des déchets solides

## 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 "Recyclage et Valorisation des Déchets"**  
**Semestre S5 (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
UEF510	Techniques d'analyse	Fondamentale	ECUEF511	Méthodes de séparation et techniques chromatographiques	21	21	14	3	6	1,5	3		X
			ECUEF512	Techniques spectroscopiques	21	21	14	3		1,5			X
UEF520	Déchets ménagers et Bioénergie	Fondamentale	ECUEF521	Traitement des déchets ménagers	21			3	6	1,5	3		X
			ECUEF522	Bioénergie	21		14	3		1,5			X
UEF530	Boues et déchets dangereux	Fondamentale	ECUEF531	Traitement et valorisation des boues	21		14	3	6	1.5	3		X
			ECUEF532	Traitement et valorisation des déchets dangereux	21		14	3		1.5			X
UEF540	Activités pratiques	Obligatoire				28		-	4	-	2	X	
UET550	Enseignements transversaux	Transversale	ECUET551	Analyse des données et rédaction de rapports	21			2	4	1	2	X	
			ECUET552	Hygiène et sécurité	21			2		1		X	
UEO560	Options	Option	ECUEO561	Option 1	21		14*	2	4	1	2		X
			ECUEO562	Option 2	21		14*	2		1			X
<b>Total :</b>					<b>210</b>	<b>70</b>	<b>98</b>	<b>30</b>		<b>15</b>			
					<b>378</b>								

\*Enseignement convertible en TD

**LICENCE DE CHIMIE – Parcours "Recyclage et Valorisation des Déchets"**  
**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	Procédés de transformation	Fondamentale	ECUEF611	La chimie verte et ses applications	21	-	14*	2	4	1	2		X
			ECUEF 612	Génie des procédés et techniques vertes de fabrication	21		14	2		1			
UEF620	Instrumentation et échantillonnage	Fondamentale	ECUEF621	Instrumentation et régulation	21	-	14	3	6	1,5	3		X
			ECUEF622	Échantillonnage	21	14		3		1,5			
UEF630	Recyclage des déchets industriels banals	Fondamentale	ECUEF631	Plastiques et caoutchoucs	21		14	3	6	1,5	3		X
			ECUEF632	Métaux, verres et papiers	21		14	3		1,5			
UEF640	Activités pratiques	obligatoire				28		4	4	2	2	X	
UET650	Enseignements transversaux	Transversale	ECUET651	Culture d'entreprise et management de projets		21		2	6	1	3	X	
			ECUET652	Eco-labellisation		21		2		1			
			ECUET 653	Environnement et Développement durable		21		2		1			
UEO660	Options	Option	ECUEO661	Option 1	21		14*	2	4	1	2		X
			ECUEO662	Option 2	21		14*	2		1			
Total :					168	105	98	30		15			
					371								

\*\*Enseignement convertible en TD

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Recyclage et Valorisation des Déchets	<b>Semestre :</b> Sem 5
<b>Intitulé UE :</b> Techniques d'Analyse	<b>Code :</b> UEF510
<b>Intitulé ECUE :</b> Méthodes de séparation et Techniques chromatographiques	<b>Code :</b> ECUEF 511

<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	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		
432	X		X	30%	X			70%	1,5

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire	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>		

### **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).

### **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 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.

### **CHAPITRE V : LES MÉTHODES CHROMATOGRAPHIQUES**

**V-1** Classification des techniques chromatographiques

**V-2** 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.

**V-3** Étalonnage interne et étalonnage externe.

### **CHAPITRES VI : LA CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE**

**VI-1** Principe de la CPG : description d'un chromatographe en phase gazeuse (injecteurs, four, colonnes, phases stationnaires, détecteurs ...).

**VI-2** La détection (catharomètre, détecteur à ionisation de flamme, détecteur thermoionique, détecteur à capture d'électron, détecteur à photométrie de flamme).

**VI-3** Indice de rétention et droite de Kovats.

<p><b>CHAPITRE VII : LA CHROMATOGRAPHIE EN PHASE LIQUIDE SUR COLONNE</b></p> <p><b>VII-1</b> Appareillage (système de pompage, dispositifs de gradient d'éluion, injecteurs, détecteurs, colonnes et phases stationnaires, solvants, force éluante et polarité.</p> <p><b>VII-2</b> Chromatographie de partage classique.</p> <p><b>VII-3</b> Chromatographie de partage à polarité de phases inversées.</p> <p><b>VII-4</b> Influence des différents facteurs sur l'analyse chromatographique.</p>		
---	--	--

**ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL, PROPOSITION DE THÈMES :**

Manipulation N°1 : Séparation par précipitation.

Manipulation N°2 : Séparation par échange de cations.

Manipulation N°3 : Séparation par extraction des chélates

Manipulation N°4 : Séparation d'un mélange de solutés.

Manipulation N°5 : Chromatographie sur couches minces.

Manipulation N°6 : Détermination de la composition d'un mélange liquide par chromatographie liquide à haute performance.

Manipulation N°7 : 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> Recyclage et valorisation des déchets	<b>Semestre :</b> Sem 3
<b>Intitulé UE :</b> Techniques d'analyse	<b>Code :</b> UEF510
<b>Intitulé ECUE :</b> Techniques Spectroscopiques	<b>Code :</b> ECUEF 512

<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	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>	
	<b>Écrit</b>	<b>Oral</b>	<b>TP et autres</b>		<b>Écrit</b>	<b>Oral</b>	<b>TP et autres</b>		
512	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 Résonnance 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>1.8</b> Appareillage</p> <p><b>CHAPITRE II : SPECTROMETRIE DU MOYEN INFRAROUGE</b></p> <p><b>II.1</b> Introduction</p> <p><b>II.2</b> Origine de l'absorption dans l'IR</p> <p><b>II.3</b> Spectre d'absorption dans l'IR</p> <p><b>II.4</b> Modes de vibration</p> <p><b>II.5</b> Application de l'IR à la détermination des diverses fonctions d'un composé organique</p> <p><b>II.6</b> Appareillage</p> <p><b>II.7</b> Exemples de spectres IR de composés organiques</p> <p><b>CHAPITRE III : SPECTROSCOPIE DE RESONANCE MAGNETIQUE NUCLEAIRE (RMN)</b></p> <p><b>III.1</b> Introduction</p> <p><b>III.2</b> Principe</p> <p><b>III.3</b> Noyaux actifs en RMN</p> <p><b>III.4</b> Transitions entre ces niveaux d'énergie</p> <p><b>III.5</b> Appareillage</p> <p><b>III.6</b> Echantillons et solvants</p> <p><b>III.7</b> Déplacement chimique</p> <p><b>III.8</b> Protons équivalents</p> <p><b>III.9</b> Blindage et déblindage des noyaux</p> <p><b>III.10</b> Intégration des signaux</p> <p><b>III.11</b> Facteurs affectant les déplacements chimiques</p> <p><b>III.12</b> Couplage spin-spin</p> <p><b>III.13</b> Méthodes de simplification des spectres</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Irradiation</li> <li>- Echange H-D</li> </ul> <p><b>III.14</b> Exemple de spectres</p> <p><b>III.15</b> RMN du carbone <sup>13</sup>C</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1-Théorie</li> <li>2-Interprétation d'un spectre <sup>13</sup>C simple</li> </ul>		
---	--	--

## Fiche descriptive de l'ECUEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Recyclage et Valorisation des Déchets	<b>Semestre :</b> Sem 5
<b>Intitulé UEF :</b> Déchets ménagers et Bioénergie	<b>Code :</b> UEF 520
<b>Intitulé ECUEF :</b> Traitement des déchets ménagers	<b>Code :</b> ECUEF 521

<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	-	-	3	1,5

<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		
521	x		x	30%	X			70%	1,5

### **Objectifs**

Maîtriser la notion de gestion des déchets ménagers en donnant à l'étudiant les outils nécessaires pour faire la distinction entre les différentes classes des déchets ainsi que les différentes techniques de traitement particulièrement l'enfouissement des déchets ménagers .

### **Pré-requis**

Tous les modules de chimie sont utiles pour assimiler cette option qui intervient en S4 , notamment la chimie organique , la chimie expérimentale et la microbiologie environnementale .

### **Compétences attendues**

Centre d'Enfouissement Technique : Règlementation, caractéristiques des déchets et filières de gestion des déchets ; Organisation de la collecte, du transport et du stockage des déchets ; Centre d'enfouissement technique CET et fonctionnement.

## PROGRAMME

Contenu des chapitres	horaire approximatif	Observations / Recommandati ons
<p><b><u>Chapitre I</u></b>            Introduction : Règlements, caractéristiques des déchets et filières de gestion des déchets            Section I : Règlements de la gestion des déchets            Section II : Typologies des déchets            Section III : Caractéristiques des déchets ménagers en Tunisie            Section IV : Introduction aux principales techniques de traitement des déchets</p>	6H	
<p><b><u>Chapitre II</u></b>            Introduction : Organisation de la collecte, du transport et du stockage des déchets            Section I : Tri des déchets            Section II : Techniques de collecte et de transport            Section III : Stockage des déchets</p>	4.5H	
<p><b><u>Chapitre III</u></b>            Introduction : Centre d'enfouissement technique CET            Section I : Critères de choix du site et conception d'un CET            Section II : Biodégradation de la matière organique            Section III : Impact environnemental d'un CET</p>	4.5H	
<p><b><u>Chapitre IV</u></b>            Introduction : Exploitation d'un CET            Section I : Enfouissement des déchets            Section II : Gestion des lixiviats et des gaz            Section III : Surveillance environnementale</p>	3H	
<p><b><u>Chapitre V</u></b>            Introduction : La valorisation matière des déchets            Section I : Compostage            Section II : Combustible solide de récupération CSR</p>	3H	

## Fiche descriptive de l'ECUEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Recyclage et Valorisation des Déchets	<b>Semestre :</b> Sem 5
<b>Intitulé UEF :</b> Déchets ménagers et Bioénergie	<b>Code :</b> UEF 520
<b>Intitulé ECUEF :</b> Bioénergie	<b>Code :</b> ECUEF 522

<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>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		
522	x		x	30%	x			70%	1,5

### **Objectifs**

- Acquérir les connaissances nécessaires à la valorisation des déchets verts en bioénergie
- Connaître les différentes biomasses productrices de biocarburants et biogaz.
- Maîtriser les techniques de méthanisation, saccharification et fermentation.

### **Pré-requis**

Tous les modules de chimie sont utiles pour assimiler cette option qui intervient en S4, notamment la chimie organique, la chimie expérimentale et la microbiologie environnementale.

### **Compétences attendues**

Définition d'une biomasse, différents types de biocarburants, description de la synthèse des biocarburants et biogaz ; caractérisation chimique et thermochimiques des biocarburants.

## PROGRAMME

Contenu des chapitres	horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b><u>Chapitre I : Déchets verts et Biomasse</u></b>            Introduction : Contexte énergétique tunisien, énergies fossiles et renouvelables            Section I : Définition ; différentes sources de la biomasse.            Section II : Cellulose ; Lignine ; Hémicellulose ; pectine ; structure chimique et cristalline ; configuration.            Section III : Principales biomasses tunisiennes valorisables ; plantes énergétiques.</p>	6 h	
<p><b><u>Chapitre II Biocarburants</u></b>            Introduction : Historique            Section I : Définition, Biocarburants de première seconde et troisième génération            Section II : Méthodes de synthèse du Bioéthanol et du Biodiesel            Section III : Pouvoir calorifique et température de flamme</p>	4.5H	
<p><b><u>Chapitre III Biogaz</u></b>            Introduction : Définition Biogaz et Bio méthane.            Section I : Principe et technique de la méthanisation.            Section II : Potentiel de méthanisation de différentes biomasses.            Section III : Valorisation du biogaz et du digestat.</p>	6H	
<p><b><u>Chapitre IV : Autres Valorisations énergétiques</u></b>            Introduction : Généralités            Section I : Combustion et pyrolyse            Section II : Gazéification</p>	4.5H	

### 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** : Analyse chimique et biochimique d'une biomasse

**Manipulation 2** : Réaction de Transestérification

**Manipulation 3** : Pouvoir calorifique d'une biomasse

**Manipulation 4** : Caractérisation du bioéthanol et biodiesel

**Manipulation 5** : Pyrolyse d'une biomasse.

## Fiche descriptive de l'ECUEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Recyclage et Valorisation des Déchets	<b>Semestre :</b> Sem 5
<b>Intitulé UEF :</b> Boues et déchets dangereux	<b>Code :</b> UEF 530
<b>Intitulé ECUEF :</b> Traitement et Valorisation des boues	<b>Code :</b> ECUEF 531

<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>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		
531	x		x	30%	x			70%	1,5

### **Objectifs**

- Caractériser les boues résiduaire.
- Comprendre les différentes filières de traitement et de la valorisation de boue.

### **Pré-requis**

Chimie organique et inorganique, traitement et valorisation des déchets ménagers ; notions de génie des procédés.

### **Compétences attendues**

- Savoir caractériser les boues afin de déterminer leurs destinations finales
- Maîtriser les principaux procédés de traitement et de valorisation des boues.

## PROGRAMME

Contenu des chapitres	horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>Chapitre 1. Caractérisation des boues résiduaires</b>            Section I. Origine, nature et composition            Section II. Caractérisation physique et chimique générale            Section III. Principales caractéristiques de l'état physique            Section IV. Caractérisation structurelle. Classification générale</p>	3 H	
<p><b>Chapitre 2. Aperçu des filières. Traitement et destinations finales</b>            Section I. Méthode d'approche d'un problème            Section II. Objectifs du traitement</p>	3H	
<p><b>Chapitre 3. Traitements de stabilisation</b>            Section I. Stabilisation chimique            Section II. Stabilisation ou digestion aérobie            Section III. Digestion anaérobie</p>	3 H	
<p><b>Chapitre 4. Traitements d'épaississement et de concentration</b>            Section I. Épaississement gravitaire            Section II. Épaississement dynamique</p>	3 H	
<p><b>Chapitre 5. Conditionnement et déshydratation</b>            Section I. Différentes techniques de déshydratation. Objectifs visés            Section II. Procédés de conditionnement            Section III. Déshydratation mécanique par filtration            Section IV. Déshydratation mécanique par centrifugation</p>	3H	
<p><b>Chapitre 6. Séchage</b>            Section I. Lit de séchage            Section II. Séchage thermique</p>	3 H	
<p><b>Chapitre 7. Valorisation et Elimination</b>            Section I. Considérations générales. État de la réglementation            Section II. Principales filières            II.1. Valorisation agricole et recyclage            II.2. Valorisation énergétique            II.2. Mise en décharge            Section III. Solutions alternatives            III.1. L'oxydation par voie humide (OVH)            III.2. La co-combustion en cimenterie            III.3. La pyrolyse ou thermolyse            III.4. La technique mycélienne            III.5. La gazéification</p>	3 H	

### **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** : Caractérisation des boues résiduaire (Analyse immédiate et composition)

**Manipulation 2** : Elaboration du charbon à partir des boues

**Manipulation 3** : Analyse des émissions gazeuses lors de la combustion des boues

## Fiche descriptive de l'ECUEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Recyclage et Valorisation des Déchets	<b>Semestre :</b> Sem 5
<b>Intitulé UEF :</b> Boues et déchets dangereux	<b>Code :</b> UEF 530
<b>Intitulé ECUEF :</b> Traitement des déchets dangereux	<b>Code :</b> ECUEF 532

<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>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		
532	x		x	30%	x			70%	1,5

### **Objectifs**

- Maîtriser la réglementation applicable aux déchets dangereux
- Prévenir les risques liés aux déchets dangereux et assurer une gestion écologiquement acceptable
- Comprendre le schéma de prise en charge et de traitement des déchets dangereux
- Identifier le cadre légal de la manipulation des déchets dangereux
- Appréhender les différentes catégories de déchets et savoir les identifier
- Maîtriser les risques liés à la manipulation, à la collecte et au stockage des déchets dangereux
- Maîtriser les règles de sécurité et d'hygiène dans le cadre du traitement des déchets dangereux
- Connaître les modes de traitement des principaux déchets toxiques

### **Pré-requis**

Chimie organique et inorganique, traitement et valorisation des déchets ménagers ; notions de génie des procédés.

### **Compétences attendues**

Présentation des déchets dangereux ; Manipulation et stockage des produits dangereux ; Modes de conditionnement et de transport ; Exemples de traitement de produits dangereux

## PROGRAMME

Contenu des chapitres	horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b><u>Chapitre I : Présentation des déchets dangereux</u></b>            Introduction : Définition des produits dangereux ;            identification et risque :</p> <p>1- Identification des différents types de déchets (origine, dangerosité, classification, nomenclature            2- Les principaux risques liés à la manipulation des déchets : dangers physiques, dangers pour la santé, dangers pour l'environnement)            3- Risques spécifiques en fonction des catégories de déchets</p> <p>a. Principaux dangers liés au risque chimique            b. Risques spécifiques (amiantes, gaz toxiques, acides, etc.)            c. Déchets d'équipements électriques et électroniques            d. Huiles usagées            e. Produits toxiques (Solvants)</p>	6 H	
<p><b><u>Chapitre II : Manipulation et stockage des produits dangereux</u></b>            Introduction : Savoir identifier et prendre en charge des produits dangereux</p> <p>1-La lecture des étiquettes et les pictogrammes de danger            2-Le principe de manipulation, de tri et de stockage            3-Schéma de prise en charge, schéma de manipulation.            4-Le principe de stockage et d'isolation des risques            5-Présentation des risques liés aux mélanges</p>	4.5H	
<p><b><u>Chapitre III : Modes de conditionnement et de transport</u></b>            Introduction : Apprendre à conditionner et transporter des produits dangereux</p> <p>1-Le conditionnement des déchets            2-La réglementation ADR et les règles de circulation              2 Les différents formulaires réglementaires.              3</p>	4.5H	
<p><b><u>Chapitre IV : Exemples de traitement de produits dangereux</u></b>            Introduction : Exemples de filières de traitement.</p> <p>1- Traitement et recyclage des huiles usagées moteur.            2- Traitement et recyclage des piles accumulateurs.            3- Traitement et recyclage des solvants.</p>	6H	

### 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** : Récupération des solvants usagés par distillation

**Manipulation 2** : Régénération des huiles usagées (procédé SOTULUB)

**Manipulation 3** : Recyclage du plomb des batteries

## 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'UE/ ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Recyclage et valorisation des déchets	<b>Semestre:</b> Sem 5
<b>Intitulé UE :</b> Enseignement transversaux	<b>Code:</b> UET 550
<b>Intitulé ECUE :</b> Analyse des données et rédaction de rapports	<b>Code:</b> ECUET 551

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	
551	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'ECUET

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Recyclage et valorisation des déchets	<b>Semestre:</b> Sem 5
<b>Intitulé UET :</b> Enseignements Transversaux	<b>Code :</b> UET 550
<b>Intitulé ECUE :</b> Hygiène et Sécurité	<b>Code :</b> ECUET 552

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

ECUET	Contrôle continue				Examen final				Coef. de l'ECUET
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération	
	Écrit	Oral	TP		Écrit	Oral	TP		
552	X							1	

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations/ Recommandations
<p><b>Chapitre I. Hygiène, sécurité et environnement au travail</b></p> <p><b>I.1. Introduction</b></p> <p><b>I.2. Définitions et concepts</b></p> <p>I.2.1. Hygiène</p> <p>I.2.2. Sécurité</p> <p>I.2.3. Environnement</p> <p><b>I.3. Structure HSE</b></p> <p>I.3.1. Démarche de développement durable- approche HSE</p> <p>I.3.2. Fonctions habituelles d'une structure HSE</p> <p>I.3.2.1. Rôle de la structure HSE</p> <p>I.3.2.2. Objectifs du service HSE</p> <p>I.3.2.3. Missions</p> <p>I.3.2.4. Exemple d'actions d'un service HSE</p> <p>I.3.3. Rôle de l'ingénieur prévention SHE</p> <p>I.3.4. Éléments d'un système de gestion HSE</p>		<p>Hygiène (H), Sécurité (S) Environnement (E)</p> <p>Préventives/curatives</p>

<p>I.3.5. Processus d'amélioration du système HSE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I.3.5.1. Engagement et Responsabilité</li> <li>I.3.5.2. Gestion du risque</li> <li>I.3.5.3. Gestion de la santé au travail et de la sécurité des personnes</li> <li>I.3.5.4. Gestion de l'Environnement</li> <li>I.3.5.5. Gestion des contractants</li> <li>I.3.5.6. Communication et Documentation</li> <li>I.3.5.7. Formation et Qualification</li> <li>I.3.5.8. Gestion des Accidents et Incidents</li> <li>I.3.5.9. Gestion des Urgences et des Crises</li> <li>I.3.5.10. Audit et Revue</li> </ul> <p><b>I.4. Réglementation relative à l'hygiène et la sécurité</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I.4.1. Santé</li> <li>I.4.2. Environnement</li> </ul>		<p>Direction/Organisation/ Opérations</p> <p>Partenariat/Fournisseurs/ Sous-traitants</p>
<p><b>Chapitre II. Accidents de travail</b></p> <p><b>II.1. introduction</b></p> <p><b>II.2. Définitions</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>II.2.1. Danger</li> <li>II.2.2. Risque <ul style="list-style-type: none"> <li>II.2.2.1. Évaluation du risque <ul style="list-style-type: none"> <li>II.2.2.1.1. Notion d'exposition</li> <li>II.2.2.1.2. La prise du risque</li> <li>II.2.2.1.3. Approche par le risque</li> <li>II.2.2.1.4. Matrice d'évaluation des risques</li> </ul> </li> <li>II.2.2.2. Différent types de risques <ul style="list-style-type: none"> <li>II.2.2.2.1. Les risques industriels</li> <li>II.2.2.2.2. Les risques professionnels</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>II.2.3. Dommage ou conséquences</li> </ul> <p><b>II.3. Accidents de travail et Incidents</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>II.3.1. Echelle de Gravité</li> <li>II.3.2 Analyse et enquête des accidents <ul style="list-style-type: none"> <li>II.3.3.1. Obligations</li> <li>II.3.3.2. Actions à prendre en cas d'accident</li> <li>II.3.3.3. Registre des accidents, premiers soins et premiers secours</li> <li>II.3.3.4. Enquête d'accident <ul style="list-style-type: none"> <li>II.3.3.4.1. Analyse des accidents par la méthode de l'arbre des causes <ul style="list-style-type: none"> <li>II.3.3.4.1.1. Les règles de base</li> <li>II.3.3.4.1.2. Réalisation et analyse d'un arbre des causes</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>		<p>Gravité d'occurrence</p> <p>Principes clés/</p>



## **Chapitre IV. Gestion des risques chimiques**

### **IV.1. Introduction**

### **IV.2. Classification des risques chimiques**

#### IV.2.1. Risque d'intoxication

##### IV.2.1.1. Processus d'intoxication

##### IV.2.1.2. La voie digestive

#### IV.2.2. Risque d'incendie –explosion

#### IV.2.3. Risques dus aux réactions chimiques dangereuses

### **IV.3. Principaux paramètres agissant sur les risques chimiques**

#### IV.3.1. Nature chimique des produits mis en cause

#### IV.3.2. Etat physique

#### IV.3.3. Quantités absorbées

#### IV.3.4. Température

### **IV.4. Gestion des produits : Signalisation des risques : étiquetage et fiche de sécurité**

#### IV.4.1. Connaissances des produits chimiques

#### IV.4.2. Fiche de sécurité FDS

#### IV.4.3. Etiquetage des emballages et récipients

##### IV.4.3.1. Etiquetage des substances dangereuses

##### IV.4.3.2. Étiquetage particulier

##### IV.4.3.3. Règles générales d'étiquetage

### **IV.5. Ségrégation des déchets et lutte contre la pollution**

#### IV.5.1. Les solides

##### IV.5.1.1. Déchets banals

##### IV.5.1.2. Déchets spéciaux

#### IV.5.2. Les liquides

##### IV.5.2.1. L'eau

##### IV.5.2.2. Les liquides dangereux

#### IV.5.3. Les gaz

#### IV.5.4. Les réactifs

### **IV.6. La gestion des risques chimiques**

### **IV.7. Principes généraux de prévention des risques**

## Fiche descriptive de l' ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Recyclage et Valorisation des Déchets	<b>Semestre :</b> Sem 6
<b>Intitulé UEF :</b> Procédés de transformation	<b>Code :</b> UEF 610
<b>ECUE :</b> La chimie verte et ses applications	<b>Code :</b> ECUE 611

<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

<b>ECUE</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		
611	X		X	30%	X			70%	1

# PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>Chapitre I : Introduction générale (2H)</b></p> <p>1. Rappel historique sur les épisodes tragiques dans l'histoire de la chimie (talidomide, AZF, Tchernobyl etc..)</p> <p>2. Définition de la chimie verte et exemples de nouvelles fenêtres possibles vers une chimie durable.</p> <p>3. Énoncé des 12 principes de la chimie verte sans entrer dans les détails.</p> <p><b>Chapitre II : les douze principes de la chimie verte (P.T. Anastas et J. C. Warner 1998)(2H)</b></p> <p>1. Présentation des 12 principes</p> <p>2. illustration de chacun par quelques exemples concrets.</p> <p><b>Chapitre III : Les paramètres de la chimie verte .(5H)</b></p> <p>1. une nouvelle vision de l'efficacité des réactions en chimie</p> <p>2. Développement des paramètres formules + applications à partir de réactions chimiques.</p> <p>Paramètres</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Économie de carbones</li> <li>• Économie d'atomes</li> <li>• Rendement</li> <li>• Économie de matière</li> <li>• Facteur d'impact environnemental</li> <li>• Efficacité massique de réaction</li> <li>• Paramètre de récupération de matière</li> </ul> <p>3. Étude de cas de synthèses classiques à l'échelle du laboratoire (synthèse d'aspirine, d'acétanilide etc...) et calcul des paramètres et évaluation de l'adéquation ou non avec la chimie verte.</p> <p>4. Étude d'exemples de synthèses industrielles : Ibuprofène, sildénafil etc : l'importance de la recherche de méthodes de synthèses industrielles alternatives plus économes et plus propres.</p> <p><b>Chapitre III : Les Solvants verts(3H)</b></p> <p>1. Les solvants en chimie : revue des solvants et leur utilisation massique en synthèse chimique.</p> <p>2. Liste des solvants usuels avec présentation de leurs dangers potentiels.</p> <p>3. Les voies alternatives : Les solvants verts</p>		

<p>4. Les solvants issus de la biomasse (cellulose), le CO<sub>2</sub> supercritique, les liquides ioniques.</p> <p>5. Evaluation de l'efficacité des solvants verts par rapport aux réactions courantes de la chimie.</p> <p><b>Chapitre III : Applications générales : (9H)</b></p> <p>Etude détaillée d'une série d'exemples développés en profondeur autour de tous les aspects de la chimie verte regroupant et résumant la totalité du cours.</p> <p><b>Travaux pratiques : (14H)</b></p> <p><b>TP 1 :</b> Les bonnes pratiques de laboratoire en adéquation avec la chimie verte. Conduire le chimiste à adopter un comportement « vert ». Règles de sécurité dans un laboratoire de chimie organique, Stockage des produits et solvants, protection, stockage et recyclage des solvants usés, gestion des énergies, bonne gestion du temps, etc ....</p> <p><b>TP2 :</b> Synthèse du paracétamol comme exemple concret pour chiffrer les paramètres de la synthèse et évaluer son adéquation avec la chimie verte.</p> <p><b>TP3 :</b> Valorisation de la biomasse: Extraction d'une molécule naturelle : l'acide salicylique et hémisynthèse en Aspirine.</p> <p><b>TP4 :</b> Synthèse verte d'une molécule bioactive coumarinique : la 4-méthylumbelliférone, comparaison avec la méthode classique.</p>		
--	--	--

## Fiche descriptive de l' ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Recyclage et Valorisation des Déchets	<b>Semestre :</b> Sem 6
<b>Intitulé UEF :</b> Procédés de transformation	<b>Code :</b> UEF 610
<b>ECUE :</b> Génie des procédés et techniques vertes de fabrication	<b>Code :</b> ECUE 612

<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

<b>ECUE</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		
612	X		X	30%	X			70%	1

## **PROGRAMME**

<b>Contenu des chapitres</b>	<b>Horaire approximatif</b>	<b>Observations / Recommandations</b>
<p><b><u>Chapitre I : Génie des procédés et techniques vertes de fabrication</u></b></p> <p>1-Introduction : Le génie des procédés moderne "vert" concerne l'ensemble des sciences et technologies qui permettent les transformations physico-(bio)chimiques optimales des matières premières et des énergies en produits utiles aux consommateurs</p> <p>2-Réacteurs et Bioréacteurs</p> <p>3- Techniques vertes d'extraction et de séparation industrielles</p> <p>4- Modélisation optimisation</p> <p><b><u>Chapitre II : Bio-Industrie et Biotechnologie Transformation et Valorisation des Ressources Végétale</u></b></p> <p>1-Introduction</p> <p>2- Génie fermentaire pour la transformation des matières premières végétales</p> <p>3-Génie génétique associé à la production de synthons</p>		

4- Biocatalyse et Bioconversion

**Chapitre III : Exemples de Procédés industriels de synthèse de Bioproduits**

1-Biosolvants

2- Bioplastiques

3- Biocarburants et Biogaz

## 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 6
<b>Intitulé UEF :</b> Instrumentation et Echantillonnage	<b>Code :</b> UEF 620
<b>Intitulé ECUEF :</b> Instrumentation et régulation	<b>Code :</b> ECUE 621

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

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

### Objectifs

- Maîtriser l'instrumentation dans le domaine de l'industrie (Application aux industries des de recyclage des déchets)

- Connaître les outils d'instrumentation numérique dans une chaîne de mesure
- Connaître le principe de base d'une régulation numérique d'un procédé ou système
- Expliquer les spécificités d'un système de régulation numérique
- Spécifier les éléments nécessaires à la réalisation d'un système de régulation numérique
- Formuler le cahier de charges d'un système de régulation numérique

### Prérequis

Physique fondamentale ; Electricité ; lois physiques, chimiques et mécaniques fondamentales.



<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Systèmes numériques asservis</li> <li>✓ Stabilité</li> <li>✓ Critères de performance</li> <li>✓ Classification des systèmes</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>CHAPITRE III : Régulation numérique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Introduction</li> </ul> <p><b>Section I : Notion de régulation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Différents éléments d'une chaîne de régulation</li> <li>✓ Caractéristiques et critères de performances</li> <li>✓ Analyse des propriétés d'un système discret</li> <li>✓ Spécificités d'un système de régulation numérique</li> </ul> <p><b>Section II : Exemple de système de régulation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Etude d'un système de régulation de la température</li> <li>✓ Etude d'un système de régulation de la salinité</li> <li>✓ Etude d'un système de régulation du Ph</li> </ul> <p><b>Section III : Régulation industrielle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Notion de régulateur industriel PID</li> <li>✓ Chaîne de régulation industrielle avec un automate programmable</li> <li>✓ Les éléments nécessaires à la réalisation d'un système de régulation numérique dans l'industrie chimique</li> <li>✓ Formulation du cahier de charges d'un système de régulation numérique</li> </ul>	7.5H	
--	------	--

**ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL:**

TP1 : Principe de fonctionnement des capteurs utilisés dans le domaine chimique

TP2 : la notion de base d'instrumentation dans le domaine chimique ainsi que d'une chaîne d'acquisition et de régulation numérique

## 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 6
<b>Intitulé UEF :</b> Instrumentation et Echantillonnage	<b>Code :</b> UEF 620
<b>Intitulé ECUEF :</b> Echantillonnage	<b>Code :</b> ECUE 622

<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>UEF</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		
620	X	X	X	30%	X			70%	1,5

### **Objectifs**

Comprendre les règles d'échantillonnage et connaître les normes s'y rapportant, en tirer parti pour organiser des contrôles au moindre coût et fiables ; choisir les modes de prélèvements d'échantillons. Apprendre à établir un plan d'échantillonnage et déterminer un niveau de qualité acceptable. Maîtriser les principales techniques d'échantillonnage et les normes utilisées.

### **Prérequis**

Formation de base en mathématiques Analyse et Algèbre.

## PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE I : Généralités et définitions</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Définition et terminologie</li> <li>✓ Objectifs du contrôle par échantillonnage, échantillonnage probabiliste et non probabilistes</li> <li>✓ Prélèvements exhaustifs / non exhaustifs</li> <li>✓ Caractère quantitatif/qualitatif</li> <li>✓ Individu et lot, distinction non-conformité/défaut</li> </ul>	6H	
<p><b>CHAPITRE II : But et conditions du contrôle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Conditions d'application</li> <li>✓ Échantillonnage au hasard</li> <li>✓ Plans, programmes et systèmes d'échantillonnage</li> <li>✓ Notions sur les cartes de contrôle</li> </ul>	4.5H	
<p><b>CHAPITRE III : Contrôle par attributs – généralités</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ But du contrôle par attributs, distinction avec contrôle par mesures</li> <li>✓ Plan d'échantillonnage (application aux analyses de déchets)</li> <li>✓ Échantillonnage simple, double, multiple</li> <li>✓ Courbe d'efficacité et risque fournisseur / client, rapport de discrimination</li> <li>✓ Etablissement d'un NQA (niveau de qualité acceptable)</li> <li>✓ Qualité moyenne d'un processus</li> <li>✓ Traitements particuliers, résultats aberrants</li> <li>✓ Individu : unité de produit</li> <li>✓ Non-conformité et individu non conforme</li> <li>✓ Classement des non-conformités</li> </ul>	6H	
<p><b>CHAPITRE IV : Contrôle par attributs et normes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Normes tunisiennes d'échantillonnage</li> <li>✓ Spécifications et recommandations des NQA.</li> <li>✓ Présentation du produit pour échantillonnage</li> <li>✓ Constitution et présentation des lots</li> <li>✓ Acceptation et rejet, acceptabilité des lots, enlèvement des lots non acceptables, classes de non-conformité ou d'individus non conformes</li> <li>✓ Classes critiques, lots soumis à nouveau contrôle</li> <li>✓ Prélèvement des échantillons</li> <li>✓ Niveau de contrôle</li> <li>✓ Procédure de contrôle et détermination de l'acceptabilité</li> </ul>	4.5H	

## Fiche descriptive de l' ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Recyclage et valorisation des déchets	<b>Semestre :</b> Sem 6
<b>Intitulé UEF :</b> Recyclage des déchets industriels banals	<b>Code :</b> UEF 630
<b>Intitulé l'ECUEF :</b> Plastiques et Caoutchouc	<b>Code :</b> UEF 631

<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>UEF</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		
631	X		X	30%	X			70%	1,5

### **Objectifs**

- Connaître et maîtriser les filières de recyclages et valorisation des déchets plastiques, caoutchoucs et pneus

### **Prérequis**

Les cours précédents relatifs aux procédés mécaniques, physico-chimiques et de séparation seront très utiles pour suivre ce cours.

- Chimie générale, Chimie des solutions ; chimie organiques ; caractérisation des solides polymères

## PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE I : Généralités sur la mise en forme des matériaux plastiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Structure moléculaires des polymères.</li> <li>✓ Propriétés générales des matériaux plastiques.</li> <li>✓ Formulation de la matière plastique.</li> <li>✓ Principales techniques de mise en forme des plastiques.</li> </ul>	3H	
<p><b>CHAPITRE II : Principaux polymères industriels et leurs applications</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Les thermoplastiques : polyéthylène (PE) , polypropylène (PP), polychlorure de vinyle (PVC), polystyrène (PS), PMMA, PET, polycarbonates, polyuréthanes,...</li> <li>✓ Resines thermodurcissables : phénoplastes, aminoplastes, résines alkydes, Résines polyesters insaturées (UPR), résines époxydes,...</li> <li>✓ Les polymères hautes performances : silicones, résines polyacétals, polymères fluorés, polymères thermostables, aramides,...</li> <li>✓ Caoutchoucs et élastomères : Structure d'un élastomère, caoutchoucs normaux, caoutchoucs spéciaux</li> </ul>	4.5H	
<p><b>CHAPITRE III : Recyclage des thermoplastiques,</b></p> <p>1. Contexte et situation générale :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Principaux gisements des déchets, origines et caractéristiques.</li> <li>✓ Dispositifs de collecte.</li> </ul> <p>2. Méthodes de recyclage :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Présentation des diverses stratégies envisagées</li> <li>✓ Filières de recyclage des thermoplastiques</li> </ul> <p>3. Recyclage monomatière</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Méthodes de tri et de purification des gisements</li> <li>✓ Méthodes de régénération</li> <li>✓ Méthodes de mise en œuvre sur machine de transformation</li> <li>✓ Principales applications</li> </ul>	4.5H	
<p><b>Chapitre IV : Recyclage des mélanges de matières plastiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Problématique des mélanges de matières plastiques</li> <li>✓ Préparation des lots de matières avant mise en œuvre</li> <li>✓ Méthodes de mise en œuvre des matières</li> <li>✓ Agents comptabilisant</li> <li>✓ Principales applications</li> </ul>	4.5H	
<p><b>Chapitre V : Valorisation des caoutchoucs</b></p> <p>1. Gisements de produits à recycler</p>		

<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Pneus en fin de vie</li> <li>✓ Caoutchouc industriel en fin de vie</li> <li>✓ Déchets de fabrication</li> <li>2. Valorisation énergétique</li> <li>3. Valorisation matière des pneus</li> <li>✓ Pneus entiers et broyats</li> <li>✓ Granulats et poudrettes</li> <li>4. Caoutchouc régénéré</li> <li>✓ Régénération chimique</li> <li>✓ Régénération mécano-chimique</li> <li>✓ Régénération thermomécanique</li> <li>✓ Applications</li> </ul>	6H	
--	----	--

**ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL:**

- TP1 : Test d'identification des matières plastiques
- TP2 : Valorisation des pneus en élaboration des composites
- TP3 : Régénération et purification des thermoplastiques

## Fiche descriptive de l' ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Recyclage et valorisation des déchets	<b>Semestre :</b> Sem 6
<b>Intitulé UEF :</b> Recyclage des déchets industriels banals	<b>Code :</b> UEF 630
<b>Intitulé l'ECUEF :</b> Métaux, verres et papiers.	<b>Code :</b> UEF 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	3	1,5

<b>UEF</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		
632	X		X	30%	X			70%	1,5

### **Objectifs**

- Connaître et maîtriser les filières de recyclages et valorisation recyclage des métaux ferreux et non ferreux du verre et du papier et cartons

### **Prérequis**

Les cours précédents relatifs aux procédés mécaniques, physico-chimiques et de séparation seront très utiles pour suivre ce cours.

- Chimie générale, Chimie des solutions ; chimie organiques.

## **PROGRAMME**

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>1- Introduction :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ opportunité et défis du recyclage</li> <li>✓ contexte tunisien</li> <li>✓ Schéma général du Recyclage des déchets solides</li> <li>✓ Cycle de vie d'un produit industriel</li> </ul>	3H	
<p><b>Chapitre II Recyclage et valorisation des métaux</b></p> <p>1. - Recyclage et valorisation des métaux ferreux</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Procédé de fabrication des aciers et fontes</li> <li>✓ Aciers et ferrailles</li> <li>✓ Sources des déchets métaux ferreux</li> <li>✓ Procédé de recyclage des ferrailles d'aciers et fontes</li> <li>✓ Avantages et inconvénients</li> </ul> <p>2. Recyclage de l'Aluminium</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Procédé de fabrication de l'Aluminium</li> <li>✓ Sources des déchets de l'aluminium</li> <li>✓ procédés de recyclage</li> <li>✓ Avantages et inconvénients</li> </ul> <p>3. Recyclage du plomb</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Procédé de fabrication du plomb</li> <li>✓ Sources de déchets du plomb</li> <li>✓ Recyclage et oxydation contrôlée pour la réduction de l'antimoine</li> </ul>	9H	
<p><b>Chapitre III Recyclage du verre</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Définition du verre ; constitution</li> <li>✓ Fabrication du verre</li> <li>✓ Les raisons du recyclage du verre</li> <li>✓ Procédé de recyclage du verre</li> <li>✓ Aspect économique et environnement</li> <li>✓</li> </ul>	4.5H	
<p><b>Chapitre IV Recyclage du papier et cartons</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Introduction</li> <li>✓ Les Papiers et les cartons recyclables et non recyclables</li> <li>✓ Aspect économique du recyclage du papier et cartons</li> <li>✓ Procédé de fabrication du papier et cartons</li> <li>✓ Avantages et inconvénients du recyclage du papier et cartons</li> </ul>	4.5H	

**ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL:**

TP1 : Recyclage du plomb de batterie

TP2 : Récupération du cuivre par électrolyse

TP3 : Récupération de l'argent par électrolyse

## 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> Recyclage et valorisation des déchets	<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 651

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
	21		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		
651	X		X	100 %				1	

### 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>		

## Fiche descriptive de l'UE/ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Recyclage et valorisation des déchets	<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				Coef. de l'ECUE
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération	
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres		
653	X		X	100 %				1	

## 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' ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Recyclage et Valorisation des Déchets	<b>Semestre :</b> Sem 6
<b>Intitulé UET :</b> Enseignements transversaux	<b>Code :</b> UET 650
<b>Intitulé l'ECUET :</b> Environnement et Développement durable	<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>UEF</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		
653	X		X	30%	X			70%	1

## **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>	1.5H	

<ul style="list-style-type: none"> <li>2.3.1 Principe de prévention</li> <li>2.3.2 Principe de précaution</li> <li>2.3.3 Principe de participation et d'engagement</li> <li>2.3.4 Principe de protection de l'environnement</li> <li>2.3.5 Principe de solidarité</li> <li>2.3.6 Principe de responsabilité</li> <li>2.3.7 Principe d'éthique</li> <li>2.4 Objectifs du développement durable</li> <li>2.5 Enjeux environnementaux du développement durable</li> <li>2.6 Législation sur le développement durable en Tunisie</li> </ul>	4.5H	
<p><b>3. Environnement et ressources naturelles</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Introduction</li> <li>3.2 Ressources naturelles <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.1 Eau</li> <li>3.2.2 Air</li> <li>3.2.3 Sol</li> <li>3.2.4 Minerais <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.4.1 Minerais destinés à produire des matériaux de construction</li> <li>3.2.4.2 Minerais industriels</li> <li>3.2.4.3 Minerais utilisés pour l'agriculture</li> <li>3.2.4.4 Métaux</li> <li>3.2.4.5 Métaux rares</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>3.3 Sources d'énergie <ul style="list-style-type: none"> <li>3.3.1 Energies fossiles <ul style="list-style-type: none"> <li>3.3.1.1 Charbon</li> <li>3.3.1.2 Pétrole</li> <li>3.3.1.3 Gaz naturel</li> <li>3.3.1.4 Energie nucléaire</li> </ul> </li> <li>3.3.2 Energies renouvelables <ul style="list-style-type: none"> <li>3.3.2.1 Energie solaire</li> <li>3.3.2.2 Energie éolienne</li> <li>3.3.2.3 Energie hydraulique</li> <li>3.3.2.4 Energie géothermique</li> <li>3.3.2.5 Biomasse</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>3.4 Cogénération</li> </ul>	4.5H	
<p><b>4. Substances polluantes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Introduction</li> <li>4.2 Effets globaux de la pollution</li> <li>4.3 Polluants atmosphériques <ul style="list-style-type: none"> <li>4.3.1 Composés carbonés</li> <li>4.3.2 Composés azotés</li> <li>4.3.3 Composés soufrés</li> <li>4.3.4 Composés organiques</li> <li>4.3.5 Métaux lourds</li> <li>4.3.6 Particules</li> <li>4.3.7 Chlorofluorocarbones (CFC)</li> <li>4.3.8 Dioxines et furannes</li> <li>4.3.9 Unités de mesure des polluants atmosphériques</li> </ul> </li> <li>4.4 Polluants de l'eau</li> <li>4.5 Ozone <ul style="list-style-type: none"> <li>4.5.1 Ozone stratosphérique</li> <li>4.5.2 Ozone troposphérique</li> </ul> </li> <li>4.6 Impacts de la pollution <ul style="list-style-type: none"> <li>4.6.1 Effet de serre et réchauffement climatique</li> <li>4.6.2 Pluies acides</li> </ul> </li> </ul>	4.5H	

<p>4.6.3 Smog 4.6.4 Eutrophisation</p> <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 règlementaires 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>	<p>6H</p>	
---	-----------	--