



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 " Pétrochimie "**

**Juillet 2021**

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

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

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

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

## Fiche descriptive de l'ECUEF

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

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

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

### **Objectifs**

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

### **Prérequis**

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

# PROGRAMME

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

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

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

## CHAPITRE V : ÉQUILIBRES CHIMIQUES

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

### Constante d'équilibre

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

### Application à la réaction chimique:

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

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

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

## ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL:

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

## PROPOSITION DE THÈMES

A choisir parmi la liste ci-dessous

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

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

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

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

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

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

## Fiche descriptive de l'ECUEF

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

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

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

### Objectifs

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

### Pré-requis

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

### Compétences attendues

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



<p>II.1.4. Réaction du premier ordre par rapport à l'un des réactifs (A)</p> <p>II.1.5. Réaction du deuxième ordre par rapport l'un des réactifs (A)</p> <p>II.1.6. Réaction du premier ordre par rapport aux réactifs A et B</p> <p>II.2. Comparaison des caractéristiques des réactions d'ordre 0, 1 et 2</p>		
<p><b>CHAPITRE III : ETUDE EXPERIMENTALE DE LA CINÉTIQUE D'UNE RÉACTION</b></p>		
<p>III.1. Etude de l'évolution d'une réaction</p> <p>III.1.1. Méthodes chimiques</p> <p>III.1.2. Méthodes physiques</p> <p>III.2. Détermination des ordres globale et partiels</p> <p>III.2.1. Application de la méthode des temps de demi-réaction</p> <p>III.2.2. Détermination de l'ordre global par la méthode des mélanges stœchiométriques</p> <p>III.2.3. Détermination de l'ordre de réaction par la méthode de dégénérescence (méthode d'Ostwald)</p> <p>III.2.4. Méthode différentielle</p> <p>III.2.5. Méthode intégrale</p> <p>III.2.6. Méthode des vitesses initiales</p>	<p>6 h</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>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 peroxydisulfates

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

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

## Fiche descriptive de l'UEF

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

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

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

### PROGRAMME

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

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

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

**ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL:**

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

**PROPOSITION DE THÈMES**

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

**Manipulation 2**. Périodicité des produits chimiques

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

## Fiche descriptive de l'UE

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

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

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

### PROGRAMME

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

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

## Fiche descriptive de l'UE

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

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		
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>	<p><b><u>APTITUDES</u></b></p> <p>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).</p>
	<p><b><u>THÉMATIQUES ASSOCIÉES</u></b></p> <p>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.</p>
<b>Gérer des données</b>	<p><b><u>APTITUDES</u></b></p> <p>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.).</p>
	<p><b><u>THÉMATIQUES ASSOCIÉES</u></b></p> <p>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.</p>
<b>Traiter des données</b>	<p><b><u>APTITUDES</u></b></p> <p>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.).</p>
	<p><b><u>THÉMATIQUES ASSOCIÉES</u></b></p> <p>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</p>

## 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

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

### PROGRAMME

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

## Fiche descriptive de l'UE

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

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

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

### PROGRAMME

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

## Partie 2 : Électrocinétique

### Chapitre 1 : Grandeurs électriques

- Courant électrique
- Dipôle électrocinétiques
- Associations des dipôles

### Chapitre 2 : Réseaux électriques

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

### Chapitre 3 : Régime transitoire

- Circuit RC
- Circuit RLC en série

### Chapitre 4 : Régime sinusoïdal forcé

- Régime forcé
- Circuit RLC en série-résonnance

## Fiche descriptive de l'ECUE

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

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

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

### OBJECTIF GÉNÉRAL

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

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

Ces domaines sont définis comme suit :

**Domaine 1 : Informations et données**

**Domaine 2 : Communication et collaboration**

**Domaine 3 : Création de contenu**

**Domaine 4 : Protection et sécurité**

**Domaine 5 : Environnement numérique**

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

**PRÉ REQUIS :** Aucun

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

# LICENCE DE CHIMIE - Parcours "Petrochimie"

## Semestre S3 (L2) - 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
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	Electrochimie / Corrosion	Fondamentale	ECUEF 321	Electrochimie	21	14	14	3	6	1,5	3		x
			ECUEF 322	Corrosion	14	14	14	3		1,5			x
UEF330	Introduction à la pétrochimie	Fondamentale			21	14	14		4		2		x
UEF340	Activités pratiques	Fondamentale				28			4		2	x	
UET350	Enseignements transversaux	Transversale	ECUET351	Anglais/ Allemand		21		2	6	1	3	x	
			ECUET352	Informatique appliquée (CAO, DAO)			21	2		1		x	
			ECUET353	Systèmes Logistique de production et de transport	21			2		1		x	
UEO360	Enseignements optionnels	Optionnelle	ECUEO361	Option 1	21			2	4	1	2		x
			ECUEO362	Option 2	21			2		1			x
<b>Total :</b>					<b>161</b>	<b>133</b>	<b>91</b>	<b>30</b>		<b>15</b>			
					<b>385</b>								

## LICENCE DE CHIMIE - Parcours "Petrochimie"

### Semestre S4 (L2) - Tronc commun

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
UEF410	Chimie organique et inorganique 2	Fondamentale	ECUEF411	Mécanismes réactionnels	21	21	14	3	6	1,5	3		x
			ECUEF412	Structure et propriétés des solides	21	21	14	3		1,5			x
UEF420	Technologie de transfert	Fondamentale	ECUEF421	Transport des fluides et transfert thermique	21	7	14	3	6	1,5	3		x
			ECUEF422	Transfert de la matière : Opérations Unitaires	21	7	14	3		1,5			
UEF430	Raffinage du pétrole	Fondamentale			21	14	7		4		2		x
UEF440	Activités pratiques	Fondamentale				28			4		2	x	
UET450	Enseignements transversaux	Transversale	ECUET451	Anglais/ Allemand		21		2	6	1	3	x	
			ECUET452	Culture de l'entreprise	21			2		1		x	
			ECUET453	Compétences digitales			21	2		1		x	
UEO460	Enseignements Optionnels	Optionnelle	ECUEO461	Option 1	21		7	2	4	1	2		x
			ECUEO462	Option 2	21		7	2		1			x
<b>Total :</b>					<b>168</b>	<b>119</b>	<b>98</b>						
					<b>385</b>			30		15			

## Fiche descriptive de l'ECUE

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

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

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

## PROGRAMME

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

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

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

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

## Fiche descriptive de l'ECUE

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

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

<b>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 et autres		
312	x		x		x				1,5

### PROGRAMME

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

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

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

**I. Diagrammes liquide – solide**

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

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

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

-Diagrammes de Tammann

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

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

**II. Diagrammes solide – solide**

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

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

**ENSEIGNEMENT EXPERIMENTAL, PROPOSITION DE THEMES :**

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

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

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

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

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Pétrochimie	<b>Semestre :</b> Sem3
<b>Intitulé UE :</b> Electrochimie / Corrosion	<b>Code :</b> UE 320
<b>Intitulé ECUE :</b> Electrochimie	<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	14	3	1,5

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

### PROGRAMME

#### OBJECTIFS

L'enseignement de cette UE, permet de fournir aux étudiants des notions de base pour

- L'exploitation des diagrammes E-pH
- La compréhension des caractéristiques, des facteurs de production et d'influence des réactions électrochimiques
- L'établissement des équations et des courbes intensité-potentiel de divers systèmes électrochimiques rapides.
- L'applications des courbes  $i=f(E)$  dans la compréhension de la corrosion et la protection de certains métaux.
- La compréhension de la conductibilité des électrolytes

<b>Contenu des chapitres</b>	<b>Horaire approximatif</b>	<b>Observations/Recommandations</b>
<p><b>CHAPITRE I. DIAGRAMME POTENTIEL-PH ET APPLICATIONS</b></p> <p><b>I.1. Expression du potentiel d'électrode à l'équilibre électrochimique</b></p> <p>I.1.1. Loi de Nernst dans le cas d'un transfert électronique élémentaire</p> <p>I.1.2. Effet du pH</p> <p style="padding-left: 20px;">I.1.2.1. Transfert électronique et équilibres acido-basiques</p> <p style="padding-left: 20px;">I.1.2. 2. Potentiel normal apparent d'un couple rédox</p> <p><b>I.2. Réactions de dismutation d'un ampholyte rédox</b></p> <p>I.2.1. Ampholyte rédox</p> <p>I.2.2. Dismutation</p>		<p>Définir un système Electrochimique, une électrode réversible</p> <p>Loi de Faraday</p> <p>Rappeler la loi de Nernst - potentiel en fonction des activités</p> <p>Cas des solutions diluées</p>

<p><b>I.3. Établissement et exploitation du diagramme potentiel-pH d'un élément chimique en solution aqueuse</b></p> <p>I.3.1. Conventions de tracé du diagramme potentiel-pH  I.3.2. Domaines de prédominance des formes oxydée et réduites  I.3.3. Diagramme préliminaire  I.3.4. Cas particulier du diagramme potentiel-pH simplifié du fer  I.3.5. Couples rédoxe H<sub>2</sub>O et son diagramme potentiel-pH  I.3.6. Superposition des diagrammes du fer et de H<sub>2</sub>O et prévision de la stabilité des espèces du fer en solution aqueuse</p> <p><b>I.4. Application à la corrosion uniforme</b></p>	6H	<p>Espèces de l'élément Fer  (Fe/FeII/FeIII/  Fe(OH)<sub>2</sub>/Fe(OH)<sub>3</sub>)</p> <p>Domaines d'immunité, de corrosion et de passivité</p>
<p><b>CHAPITRE II. LES SOLUTIONS ELECTROLYTIQUES</b></p> <p><b>II.1. Formation d'une solution électrolytique par ionisation et dissociation des électrolytes</b></p> <p><b>II.2. Mobilité des ions en solution</b></p> <p>II.2.1. Définition  II.2.2. Nombre de transport  II.2.3. Mesure par la méthode de HITTORF</p> <p><b>II.3. Conductance G et conductivité <math>\mathcal{K}</math> d'une solution</b></p> <p>II.3.1. Mesure de la conductance à l'aide d'un conductimètre et d'une cellule conductimétrique  II.3.2. Détermination de la conductivité <math>\mathcal{K}</math>  II.3.3. Définitions des grandeurs mises en jeu dans la conductivité <math>\mathcal{K}</math></p> <p>II.3.3.1. Conductivité molaire ionique <math>\lambda_i</math> et conductivité molaire ionique limite <math>\lambda_i^\circ</math>  II.3.3.2. Conductivité molaire <math>\Lambda_m</math> d'un électrolyte seul en solution  II.3.3.3. Conductivité équivalente <math>\Lambda</math> d'un électrolyte</p> <p><b>II.4. Electrolytes forts et électrolytes faibles</b></p> <p>II.4.1. Courbes expérimentales <math>\Lambda_m = f(\sqrt{C})</math>  II.4.2. Détermination de la conductivité molaire ionique limite <math>\lambda_i^\circ</math> par extrapolation à dilution infinie de la courbe <math>\Lambda_m = f(\sqrt{C})</math>  II.4.3. Loi d'additivité de KOHLRAUCH et détermination de la conductivité d'un électrolyte faible</p> <p><b>II.5. Dosages conductimétriques</b></p> <p><b>II.6. Notion d'électrolyte support et d'espèce électroactive</b></p> <p>II.5.1. Définition  II.5.2. Effet de l'ajout d'un électrolyte support sur le nombre de transport d'une espèce électroactive</p>	4H30	<p>Effet d'un champ électrique sur les ions</p> <p>Loi d'Ohm</p> $\kappa = \frac{\Lambda_m C}{1000}$
<p><b>CHAPITRE III. CARACTERISATION DES REACTIONS ELECTROCHIMIQUES AU MOYEN DES COURBES INTENSITE-POTENTIEL (<math>i=f(E)</math>)</b></p> <p><b>III.1. Réactions électrochimiques</b></p> <p>III.1.1. Oxydation électrochimique  III.1.2. Réduction électrochimique  III.1.3. Diffusion des espèces électroactives</p> <p><b>III.2. Prévision des réactions électrochimiques</b></p> <p>III.2.1. Surtension anodique  III.2.2. Surtension cathodique  III.2.3. Vitesse de réaction électrochimique  III.2.4. Facteurs cinétiques</p> <p><b>III.3. Courbes intensité-potentiel</b></p> <p>III.3.1. Réducteur seul  III.3.2. Oxydant seul  III.3.3. Réducteur et oxydant d'un même couple redox</p> <p>III.3.3.1. Système électrochimique rapide (SR)  III.3.3.2. Système électrochimique lent (SL)</p>	4H30	<p>Rappel des conventions  Anode-courant anodique  Cathode-courant cathodique</p> <p>Relation vitesse-courant  Courants d'échange</p>

<p><b>III.4. Expression du courant d'électrolyse</b>          III.4.1. Couche de diffusion de Nernst          III.4.2. Expression du courant d'électrolyse          III.4.3. Courant limite de diffusion</p> <p><b>III.5. Equations des courbes <math>i=f(E)</math></b>          III.5.1. Système électrochimique rapide (SR)          III.5.2. Système électrochimique lent (SL)</p>		
<p><b>CHAPITRE IV. EQUATIONS ET COURBES INTENSITE-POTENTIEL DE DIVERS SYSTEMES ELECTROCHIMIQUES RAPIDES</b></p> <p><b>IV.1. Equations et courbes intensité-potentiel du système <math>M^{n+}/M(s)</math></b>          IV.1.1. A une électrode solide inattaquable          IV.1.2. A une électrode solide attaquable</p> <p><b>IV.2. Equation et courbe intensité-potentiel du Système <math>M^{n+}/M(Hg)</math></b>          IV.2.1. Electrode de HEROVSKY          IV.2.2. Equations et courbe <math>i=f(E)</math>          IV.2.3. Polarographie et applications</p> <p><b>IV.3. Effet des réactions chimiques sur les courbes <math>i=f(E)</math></b>          IV.3.1. Réaction de complexation              IV.3.1.1. Système <math>[MY_p]^{n-pq}/M(s)</math>              IV.3.1.2. Système <math>[MY_p]^{n-pq}/M(Hg)</math>          IV.3.2. Réaction de précipitation-Système <math>MX(s)/M(s)</math></p>	6H	<p>Système <math>Ag^+/Ag</math></p> <p>Electrode à goutte de mercure tombante</p> <p>AgCl/Ag</p>
<p><b>CHAPITRE V. EXPLOITATION PRATIQUE DES REACTIONS ELECTROCHIMIQUES ET DE LEURS COURBES INTENSITE-POTENTIEL</b></p> <p><b>V.1. Suivi de titrages</b>          V.1. 1. Potentiométrie à intensité nulle          V.1. 2. Potentiométrie à deux électrodes et à intensité imposée faible          V.1. 1. Ampérométrie à potentiel constant          V.1. 2. Ampérométrie à deux électrodes et à différence de potentiel imposée</p> <p><b>V.2. Electrolyses préparative et séparative</b>          V.1. 1. Colométrie à potentiel constant          V.1. 2. Colométrie à intensité constante          V. 1.3. Electrodeposition du fer ou zinc de haute pureté          V.1.4. Production du chlore          V.1.5. Raffinage électrolytique des métaux</p> <p><b>V.3. Attaque chimique des métaux</b></p> <p><b>V.4. Corrosion des métaux</b>          V.4.1. Phénomène de passivité          V.4.2. Méthodes de protection          V.4.2. traitement de surface          V.4.2. Revêtement</p> <p><b>V.5. Principe de constitution et de fonctionnement des générateurs électrochimiques</b></p>		<p>Différentes courbes de dosage</p> <p>Comparer les deux méthodes colométriques</p> <p>Pile et Accumulateur</p>

**Enseignement expérimental, proposition de thèmes selon les moyens des établissements:**

- Influence du pH sur le potentiel d'électrode, diagramme E-pH du Fer (couple Fe(III) / Fe(II) ou des systèmes redox de l'eau ou du système Quinone/Hydroquinone.
- Vérification de la loi de Nernst (couples FeIII/FeII et AgI/Ag).
- Détermination du coefficient d'activité de HCl par voie électrochimique.
- Mesure de la conductivité d'un électrolyte fort et faible.
- Détermination de la stichométrie de l'iodure de plomb, par dosage conductimétrique des ions PbII par les ions iodures.

- Titration des ions chlorure dans le sérum physiologique par potentiométrie à courant nul.
- Polarographie : transfert lent et transfert rapide (a) Mélange équimolaire de ferricyanure de potassium ( $C = 2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ ) et de ferrocyanure de potassium ( $C = 2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ ) dans une solution aqueuse de chlorure de potassium 2M. (b) Mélange équimolaire de sulfate ferrique ( $C = 2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ ) et de sulfate ferreux ( $C = 2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ ) dans une solution aqueuse d'acide sulfurique 0,5M.
- Accumulateur au plomb- Pile Daniell.
- Electrolyse d'un sel pur (exemple  $\text{AgNO}_3$  pur).

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Pétrochimie	<b>Semestre:</b> Sem 3
<b>Intitulé UE :</b> Électrochimie / Corrosion	<b>Code :</b> UEF 320
<b>Intitulé ECUE :</b> Corrosion	<b>Code :</b> ECUEF 322

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

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

### PROGRAMME

#### Objectifs :

Étude des différents types de corrosion : thermodynamique et cinétique ainsi que les différentes méthodes de traitement et de protection.

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE I - Introduction générale</b>            I.1. Définition            I.2. Différents types de corrosion</p> <p><b>CHAPITRE II - Principes thermodynamiques appliqués à la corrosion</b>            II.1. Processus intervenant dans la corrosion électrochimique            II.2. Moteur de la corrosion            II.3. Utilisation des diagrammes E-pH pour l'étude de la corrosion</p> <p><b>Chapitre III : Cinétique des processus de corrosion</b>            III.1. Processus cathodique            III.2. Réduction H<sup>+</sup>            III.3. Réduction O<sub>2</sub></p>		

<p><b>Chapitre IV : Corrosion idiomorphe</b>  IV.1. Association des processus anodique et cathodique  IV.2. Tension mixte, courant de corrosion</p> <p><b>Chapitre V : Corrosion exomorphe (Système à multi électrodes)</b></p> <p><b>Chapitre VI : Protection cathodique contre la corrosion</b>  VI.1. Principe  VI.2. Protection par courant imposé  VI.3. Protection par anode sacrificielle  VI.4. Conclusion sur la protection et critères de choix</p> <p><b>Chapitre VII : Traitement de surface anticorrosion (Revêtement métallique et non métallique)</b></p> <p><b>Chapitre VIII : Modification du milieu de corrosion, utilisation des inhibiteurs</b></p> <p><b>Chapitre IX : Passivation</b>  IX.1. Théorie de la passivation  IX.2. Caractéristiques de la courbe de passivation  IX.3. Destruction du film</p> <p><b>Chapitre X : Méthodes de détermination de la vitesse de corrosion</b>  X.1. Diagramme d'Evans  X.2. Méthode de Stern et Geary (Résistance de polarisation)  X.3. Méthode Coulométrique( Loi de Faraday)</p> <p><b>Chapitre XI : Corrosion sèche (étude et applications)</b></p>		
---	--	--

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Pétrochimie	<b>Semestre:</b> Sem 3
<b>Intitulé UE :</b> Introduction à la pétrochimie	<b>Code :</b> UEF 330

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21	14	14	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		
320	X		X	30%	X			70%	2

### PROGRAMME

#### Objectifs :

Savoir la composition du pétrole et des fractions pétrolières et la détermination de leurs propriétés

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE 1: Formation du Pétrole et Gaz naturel</b></p> <p>I. Définition            II. origine du pétrole,            III. Formation des gisements du pétrole            IV. Classification du pétrole</p> <p><b>CHAPITRE 2 : Gisements et exploitation des pétroles</b></p> <p>I. Recherche des gisements            II. Les caractéristiques des gisements            III. La prospection du pétrole IV. Méthodes de prospection            a) Prospection géologique            b) Prospection géophysique.</p> <p><b>CHAPITRE 3 : Le FORAGE</b></p> <p>I. Définition            II. Les méthodes de forage terrestre            III. Mise en production d'un puits de pétrole</p>		

## Fiche descriptive de l'UE

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

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

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

### PROGRAMME

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

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

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

#### **Méthodologie**

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

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

### Exemples d'activités Pratiques

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

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

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

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

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Pétrochimie	<b>Semestre :</b> Sem 4
<b>Intitulé UE :</b> Chimie organique et inorganique 2	<b>Code :</b> UEF 410
<b>Intitulé ECUE :</b> Mécanismes réactionnels	<b>Code :</b> ECUEF 411

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21	14	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		
411	X		X	30%	X			70%	1,5

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE 1 : Les substitutions nucléophiles en série aliphatique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction</li> <li>- Le mécanisme <math>S_N1</math></li> <li>- Le mécanisme <math>S_N2</math></li> </ul>	3H	Exemples de substitution avec des dérivés halogénés, alcools protonés... - Cinétique, stéréochimie - effet de solvants - aptitude nucléofuge - transpositions dans le cas de $S_N1$
<p><b>CHAPITRE 2: Les réactions d'élimination</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction</li> <li>- Le mécanisme <math>E_1</math></li> <li>- Le mécanisme <math>E_2</math></li> </ul>	4,5H	Exemples d'éliminations avec des dérivés halogénés, alcools protonés... - Cinétique, stéréochimie - effet de solvants On traitera aussi les compétitions SN/E

<p><b>CHAPITRE 3: Les substitutions électrophiles en série aromatique</b></p> <p>- Introduction : Définition aromaticité (règles de Hukel)</p> <p>-Exemples de réactions de substitution électrophile du benzène</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nitration</li> <li>• Sulfonation (réaction équilibrée)</li> <li>• Halogénéation</li> <li>• Alkylation</li> <li>• Acylation</li> </ul> <p>- Exemples de réactions de substitution électrophile du benzène substitué (effets d'activation et d'orientation d'un substituant déjà présent sur le cycle - Les règles de Hollemann )</p> <p>- Réactivité de la chaîne latérale: Halogénéation</p>	4,5H	<p>En plus des 5 réactions de substitution électrophile sur le benzène, on abordera (comme observations en cours ou à l'aide d'exercices en TD) les cas suivants:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Préparation de l'acide benzoïque par oxydation du toluène</li> <li>- Préparation de l'aniline par réduction du nitrobenzène</li> <li>- Préparation du phénol par fusion alcaline de l'acide benzène sulofonique</li> <li>- Préparation du benzaldéhyde par SE du benzène avec CO (gaz)/HCl, AlCl<sub>3</sub> (Guattermann et Koch)</li> </ul> <p>Ex: Chloration du toluène</p>
<p><b>CHAPITRE 4: Les réactions d'addition</b></p> <p>- Introduction</p> <p>- Exemples de réactions d'addition électrophile</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Addition des acides protoniques H-X sur les alcènes (<i>milieu ionique</i>)</li> <li>▪ Hydratation acido-catalysée des alcènes</li> <li>▪ Halogénéation des alcènes (X<sub>2</sub>)</li> <li>▪ Halogénohydroxylation des alcènes : formation d'halohydrines</li> </ul> <p>- Autres exemples de réactions d'addition sur les alcènes et les alcynes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hydroboration suivie de l'oxydation</li> <li>▪ Addition des acides protoniques H-X sur les alcènes (<i>en présence de peroxydes</i>)</li> <li>▪ Hydrogénation catalytique sur les alcènes et les alcynes</li> <li>▪ Hydratation des alcynes</li> <li>▪ Oxydation ménagée des alcènes par le KMnO<sub>4</sub> (<i>traiter également l'oxydation forte</i>)</li> <li>▪ Action d'un peracide sur les alcènes (<i>traiter l'ouverture des époxydes en milieux basique et acide</i>)</li> <li>▪ Ozonolyse (<i>milieux réducteur ou oxydant – mécanisme hors programme</i>)</li> </ul>	6 H	<p>On adoptera le mécanisme par le passage par un Carbocation</p>
<p><b>CHAPITRE 5: Les réactions d'addition nucléophile sur le groupement carbonyle</b></p> <p>- Préparation des organomagnésiens mixtes, conditions expérimentales</p> <p>- leurs actions sur les composés carbonylés : méthanal, aldéhydes en général, les cétones, les dérivés d'acides carboxyliques (esters et chlorures d'acides)</p>	3H	<p>La réduction par les hydrures y est également abordée.</p>

**Enseignement expérimental, proposition de thèmes selon les moyens des établissements:**

- \* Substitution nucléophile : Synthèse du chlorure de tertio-butyle à partir du tertio-butanol.
- \* Élimination : Déshydratation d'un alcool (cyclohexanol par exemple).
- \* Addition nucléophile : Condensation aldolique (chalcone ou autre).

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Tous les parcours de CHMIE	<b>Semestre :</b> Sem 4
<b>Intitulé UE :</b> Chimie organique et inorganique 1	<b>Code:</b> UEF410
<b>Intitulé ECUE :</b> Structure et propriétés des solides	<b>Code:</b> ECUEF 412

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

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

### PROGRAMME

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

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

**ENSEIGNEMENT EXPERIMENTAL, PROPOSITION DE THEMES :**

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

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Pétrochimie	<b>Semestre:</b> Sem 4
<b>Intitulé UE :</b> Technologie de transfert	<b>Code :</b> UEF 420
<b>Intitulé ECUE :</b> Transport des fluides et transferts thermiques	<b>Code :</b> ECUEF 421

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21	7	14	3	1,5

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

### PROGRAMME

#### Objectifs :

Appliquer les connaissances sur les mécanismes de base du transfert thermique (conduction, convection) au calcul d'appareils industriels d'échange de chaleur.

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE I: ECOULEMENT DES FLUIDES</b></p> <p>I-1- Caractéristiques du mouvement du liquide            I-2- Viscosité Vitesse et débit du liquide            I-3- Rayon hydraulique et diamètre équivalent            I-4- Écoulements laminaires, turbulents et répartition des vitesses            I-5- Résistance hydrodynamique et pertes de charge dans les conduites            I-6- Équation de Bernoulli dans le cas d'un fluide parfait et d'un fluide réel</p> <p><b>CHAPITRE II: LES POMPES</b></p> <p>I- Introduction            II- Les pompes centrifuges            III- Les pompes volumétriques                III-1- Pompes à piston                III-2- Pompes à membrane</p>		

<p>III-3- Pompes à engrenage</p> <p>IV- Écoulement d'un liquide avec l'apport d'énergie (pompage)</p> <p>IV- 1- Paramètres principales des pompes</p> <p>IV-2-Courbes caractéristiques des pompes centrifuges</p> <p>IV-3- Calcul de la puissance nécessaire au fonctionnement d'une pompe volumétrique</p> <p><b>CHAPITRE III - LES COMPRESSEURS</b></p> <p>I - Introduction</p> <p>II- Caractéristiques des compresseurs</p> <p>II- 1- Rendement et taux de compression</p> <p>II-2- Travail adiabatique et calcul de la puissance d'un compresseur</p> <p>III- Type et principe de fonctionnement</p> <p>III-1- Les compresseurs</p> <p>III-2-Les ventilateurs</p> <p><b>CHAPITRE IV - LES AGITATEURS</b></p> <p>I- Introduction</p> <p>II- Modes d'agitation</p> <p>II-1- Agitation mécanique</p> <p>II-2- Types des agitateurs rotatifs</p> <p>II-3- Domaines de viscosité correspondant à l'utilisation possible de divers types de mobiles d'agitation.</p> <p>III-Calcul de la puissance dissipée par un agitateur</p> <p><b>CHAPITRE V - LES ECHANGEURS DE CHALEUR</b></p> <p>I- Introduction</p> <p>I-1- Échange de chaleur par conduction</p> <p>I-2- Échange de chaleur par convection</p> <p>I-3- Échange de chaleur par rayonnement</p> <p>II- Types des échangeurs de chaleur</p> <p>II-1- Échangeurs de chaleur à surface</p> <p>II-1-1- Échangeur de chaleur à chemise</p> <p>II-1-2- Échangeur de chaleur à serpentin intérieur</p> <p>II- 1- 3- Échangeurs tubulaires</p> <p>II-1- 4- Échangeur à double tube</p> <p>II-1-5-Echangeur spiral</p> <p>II-2- Échangeurs de chaleur à mélange</p> <p>II-2-1-Tour de refroidissement</p> <p>II-2-2-Condensateur barométrique</p> <p>III- Bilans thermique des échangeurs de chaleur</p> <p>IV- Échange de chaleur complexe</p> <p>IV- 1- Transfert de la chaleur à travers une paroi plane</p> <p>IV-2- Transfert de chaleur à travers une paroi cylindrique</p> <p>V- Calcul des échangeurs de chaleur</p>		
---	--	--

<p>V-1- Principe du calcul des échangeurs de chaleur  V-2- Détermination de l'écart moyen de la température (<math>t_m</math>)</p> <p><b>CHAPITRE VI : LES EVAPORATEURS</b></p> <p>I- Introduction  II- Types des évaporateurs      II-1- Évaporateurs à circulation libres          II-1-1- Évaporateur à tube centrale          II-1-2- Évaporateur à chambre chauffante séparée      II-2- Évaporateurs à circulation forcée      II-3- Évaporateur à film montant  III- Évaporateurs à multiple effet  IV- Bilan matière et bilan thermique des évaporateurs</p> <p><b>CHAPITRE VII : LES REACTEURS IDEAUX</b></p> <p>I- Bilan matière  II- Réacteur discontinu, Réacteur continu et Réacteur à écoulement piston  III- Mise en œuvre des réacteurs : Réacteurs parallèles, réacteurs en série  IV- Bilan d'énergie d'un réacteur  V- Choix et optimisation d'un réacteur isotherme</p>		
---	--	--

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Pétrochimie	<b>Semestre:</b> Sem 4
<b>Intitulé UE :</b> Technologie de transfert	<b>Code :</b> UEF 420
<b>Intitulé ECUE :</b> Transfert de la matière - "Opérations Unitaires"	<b>Code :</b> ECUEF 422

Volume horaire semestriel (1 semestre = 14 semaines)				
Cours	TD	TP	Crédits	Coefficient
21	7	14	3	1,5

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

### PROGRAMME

#### Objectifs :

Maîtriser le sens physique du processus : ordre de grandeur des paramètres de transfert de matière, effet des conditions opératoires (pression, température, concentration) sur l'intensité de transfert de matière

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>Chapitre 1: Procédés de transfert de la matière</b></p> <p>I-Généralités sur les procédés de transfert de la matière            II-Concentration d'équilibre            III- Cinétique des procédés de transfert de la matière            IV- Équation générale de transfert de la matière            V- Rappels sur les équilibres des phases</p> <p><b>Chapitre 2: Distillation</b></p> <p>I-Bilan matière d'une colonne de distillation            II-Ligne opératoire            III-Taux de reflux            IV-Nombre de plateaux            V-Diamètre d'une colonne de distillation à plateaux            VI-Hauteur d'une colonne de distillation à plateaux            VII-Type des plateaux</p>		

<p><b>Chapitre 3: Absorption</b></p> <p>I-Bilan matière d'une colonne d'absorption  II-Ligne opératoire  III-Débit de la phase liquide  IV-Surface d'échange d'un absorbeur  V-Diamètre d'une colonne d'absorption à garnissage  VI-Hauteur d'une colonne d'absorption à garnissage  VII-Hauteur et diamètre d'une colonne d'absorption à plateaux</p> <p><b>Chapitre 4: Extraction</b></p> <p>I-Bilan matière d'une colonne d'extraction  II-Diagramme ternaire : courbe binodale, ligne d'équilibre  III-Coefficient de distribution et sélectivité  IV-Extraction simple, par simple contact  V-Extraction à contre-courant</p>		
--	--	--

## Fiche descriptive de l'UE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Pétrochimie	<b>Semestre:</b> Sem 4
<b>Intitulé UE :</b> Raffinage du pétrole	<b>Code :</b> UEF 430

<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	7	4	2

<b>UE</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		
430	X		X	30%	X			70%	2

### PROGRAMME

<b>Contenu des chapitres</b>	<b>Horaire approximatif</b>	<b>Observations / Recommandations</b>
<p><b>Chapitre 1 : Classification et composition du pétrole brut</b></p> <p>I. Classification industrielle            II. Classification selon le facteur de correction KUOP            III. Classification chimique            IV. Composition du pétrole brut</p> <p style="padding-left: 20px;">IV.1. Composition chimique et hydrocarbures</p> <p style="padding-left: 40px;">IV.1.a. Les paraffines : (Alcanes)  <math>C_nH_{2n+2}</math></p> <p style="padding-left: 40px;">IV.1.b. Les naphtènes : (Cycloalcanes)  <math>C_nH_{2n}</math></p> <p style="padding-left: 40px;">IV.1.c. Les Aromatiques : (Benzènes)  <math>C_nH_{2n-6}</math></p> <p style="padding-left: 20px;">IV.2. Les autres composés</p> <p><b>CHAPITRE 2 : Les dérivés du pétrole</b></p> <p>I. Gaz naturel            II. Gaz liquéfiés            III. Essence            IV. Essences spéciales            V. White-spirit</p>		

<p>VI. Pétrole lampant VII. Kérosène VIII. Gasoil IX. Fuel domestique X. Diesel marine léger XI. Huiles et graisses</p> <p><b>CHAPITRE 3 : Raffinage</b></p> <p>I. introduction II. Raffineries simples III. Raffineries complexes IV. Prétraitement du pétrole brut V. Procédé de dessalage VI. Les procédés de séparation du pétrole brut VII. Les procédés de conversion du pétrole brut     VI.1.Craquage     VI.2. craquage catalytiques</p> <p><b>CHAPITRE 4 : Impacts environnementaux de l'exploitation du pétrole</b></p>		
--	--	--

## Fiche descriptive de l'UE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Tous les parcours de chimie	<b>Semestre :</b> 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 "Pétrochimie"**  
**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 chromat.	21	21	21	3	6	1,5	3		x
			ECUEF512	Techniques spectroscopiques	21	21	14	3		1,5			x
UEF520	Procédés de traitement	Fondamentale	ECUEF521	Traitement des hydrocarbures	21		14	3	6	1,5	3		x
			ECUEF522	Traitement des eaux	21		14	3		1,5			
UEF530	Techniques de mesure pétrolière	Fondamentale			21	21	14		4		2		x
UEF540	Activités pratiques	Fondamentale				28			4		2	x	
UET550	Enseignements transversaux	Transversale	ECUET551	Anglais / Allemand	21			2	6	1	3	x	
			ECUET552	Initiation à la gestion de projet	21			2		1		x	
			ECUET553	Qualité et normalisation	21			2		1		x	
UEO560	Options	Optionnelle	ECUEO561	Option 1	21			2	4	1	2		x
			ECUEO562	Option 2	21			2		1			x
<b>TOTAL</b>					<b>210</b>	<b>91</b>	<b>77</b>	<b>30</b>		<b>15</b>			
					<b>378</b>								

**Licence de chimie – Parcours "Pétrochimie"**  
**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
<b>UEF610</b>	Production de matières premières, monomères et polymères	Fondamentale	-		21	21	14		4		2		x
<b>UEF620</b>	Équipements pétrochimiques	Fondamentale	<b>ECUEF621</b>	Dimensionnement des équipements pétrochimiques	21	21	14	4	7	2	3,5		x
			<b>ECUEF622</b>	Protection des installations	21	21	14	3		1,5			x
<b>UEF630</b>	Industrie du gaz naturel	Fondamentale			21	21	14		4		2		x
<b>UEF640</b>	Activités pratiques	Fondamentale				28			4		2	x	
<b>UET650</b>	Enseignements transversaux	Transversale	<b>ECUET651</b>	Anglais technique et terminologie	21			2	7	1	3,5	x	
			<b>ECUET652</b>	Analyse des données et rédaction des rapports	21	14		3		1,5		x	
			<b>ECUET653</b>	Hygiène et sécurité industrielle	21			2		1		x	
<b>UEO660</b>	Options	Optionnelle	<b>ECUEO661</b>	Option 1	21			2	4	1	2		x
			<b>ECUEO662</b>	Option 2	21			2		1			x
<b>TOTAL</b>					<b>189</b>	<b>126</b>	<b>56</b>	<b>30</b>		<b>15</b>			
					<b>371</b>								

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Pétrochimie	<b>Semestre :</b> Sem 5
<b>Intitulé UE :</b> Méthodes de séparation /Techniques chromato.	<b>Code :</b> UEF510
<b>Intitulé ECUE :</b> Méthodes de séparation	<b>Code :</b> ECUEF 511

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

ECUE	Contrôle continu				Examen final			
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
511	X		X	30%	X			70%

### PROGRAMME

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

<p><b>CHAPITRE III : SÉPARATION PAR ÉCHANGE D'IONS</b></p> <p><b>III-1 Les échangeurs d'ions :</b> Structure des échangeurs, Caractéristiques des échangeurs (capacité d'échange, taux de pontage, taux de gonflement).</p> <p><b>III-2 Les équilibres d'échange d'ions :</b> 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).</p> <p><b>III-3 Séparation par échange d'ions :</b> 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).</p> <p><b>III-4 Applications à des séparations :</b> Exercices et Problème</p>		
<p><b>CHAPITRE IV : SÉPARATION PAR EXTRACTION LIQUIDE-LIQUIDE</b></p> <p><b>IV-1 Généralités :</b> Principe, Classifications des méthodes d'extraction.</p> <p><b>IV-2 Grandeurs utilisées en extraction :</b> 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)</p> <p><b>IV-3 Optimisation du rendement d'une extraction :</b> Extractions multiples</p> <p><b>IV-4 Extraction des chélates métalliques :</b> Extraction de chélates en absence de complexant, Variation du rendement d'extraction avec le pH, Prévision du rendement d'extraction en présence de complexant.</p> <p><b>IV-5 Applications à des séparations :</b> Exercices et Problèmes</p>		
<p><b>CHAPITRE V : SÉPARATION PAR LES PROCÉDÉS MEMBRANAIRES</b></p> <p><b>V.1. Les membranes de séparation :</b> Définitions, Classement, Structure des membranes, modes d'écoulement, les différents types de membranes.</p> <p><b>V.2. Les procédés membranaires :</b> Présentation des différents procédés membranaires. Principe, mode de fonctionnement et application des procédés de Microfiltration, Ultrafiltration, Nanofiltration, Osmose inverse, Dialyse et Electrodialyse.</p> <p><b>V.3. Les modules de séparation :</b> Caractéristiques des modules plans, tubulaires, spirales et fibres creuses</p> <p><b>V.4. Applications au dessalement des eaux par électrodialyse et par osmose inverse.</b></p>		

**ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL, PROPOSITION DE THÈMES :**

Manipulation N°1 : Séparation par précipitation.

Manipulation N°2 : Séparation par échange de cations.

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

Manipulation N°4 : Séparation par extraction des chélates.

## Fiche descriptive de l'ECUE

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Pétrochimie	<b>Semestre :</b> 5
<b>Intitulé UE :</b> Méthodes de séparation /Techniques chromatographiques	<b>Code :</b> UEF510
<b>Intitulé ECUE :</b> Techniques chromatographiques	<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 continu</b>				<b>Examen final</b>			
	<b>EPREUVES</b>			<b>Pondération</b>	<b>EPREUVES</b>			<b>Pondération</b>
	Écrit	Oral	TP et autres		Écrit	Oral	TP et autres	
512	X		X	30%	X			70%

### PROGRAMME

#### OBJECTIFS

Acquérir une vision globale des différentes techniques de séparation ;

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

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

<p><b>CHAPITRE II: LA CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE</b></p> <p><b>1- Introduction</b></p> <p><b>2- Principe de la CPG</b> : description d'un chromatographe en phase gazeuse (injecteurs, four, colonnes, phases stationnaires, détecteurs ...)</p> <p><b>3- La détection</b> (catharomètre, détecteur à ionisation de flamme, détecteur thermoionique, détecteur à capture d'électron, détecteur à photométrie de flamme)</p> <p><b>4- Indice de rétention et droite de Kovats</b></p>		
<p><b>CHAPITRE III: LA CHROMATOGRAPHIE EN PHASE LIQUIDE SUR COLONNE</b></p> <p><b>1- Introduction</b></p> <p><b>2- Appareillage</b> (système de pompage, dispositifs de gradient d'élution, injecteurs, détecteurs, colonnes et phases stationnaires, solvants, force éluante et polarité)</p> <p><b>3- Chromatographie de partage classique</b></p> <p><b>4- Chromatographie de partage à polarité de phases inversées</b></p> <p><b>5- Influence des différents facteurs sur l'analyse chromato.</b></p>		
<p><b>CHAPITRE IV: OPTIMISATION DE L'ANALYSE CHROMATOGRAPHIQUE</b></p> <p><b>1- Introduction</b> : le triangle des compromis : sensibilité, rapidité et résolution</p> <p><b>2- Optimisation des quantités à injecter</b></p> <p><b>3- Optimisation de la résolution</b> (par le facteur de séparation, par le facteur de rétention, par le nombre de plateaux théorique)</p> <p><b>4- Optimisation par la vitesse de la phase mobile</b></p> <p><b>5- Optimisation de la durée d'analyse et de la perte de charge</b></p> <p><b>6- Optimisation multi-paramètres</b></p>		

### **ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL, PROPOSITION DE THÈMES :**

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

Manipulation N°2 : Chromatographie sur couches minces.

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

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

## Fiche descriptive de l'ECUEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Pétrochimie	<b>Semestre:</b> Sem 5
<b>Intitulé UE :</b> Procédés de traitement	<b>Code:</b> UE 520
<b>Intitulé ECUE :</b> Traitement des hydrocarbures	<b>Code:</b> ECUEF 521

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

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

### PROGRAMME

**Objectifs:** Décrire les propriétés des huiles et du gaz, les techniques de production et de traitement.

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE I – Traitement des Huiles</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Stabilisation des huiles (dégazage).</li> <li>– Déshydratation et dessalage des huiles               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Émulsions liées à la production des huiles lourdes et aux techniques d'activation des puits.</li> <li>- Gestions des asphaltènes.</li> <li>- Techniques adaptées à la déshydratation et au dessalage des huiles lourdes.</li> </ul> </li> <li>– Adoucissement (élimination de H<sub>2</sub>S).               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Techniques de stripage des huiles lourdes.</li> </ul> </li> <li>– Unités de récupération des diluants (DRU).</li> <li>– Gestion des dépôts d'asphaltènes dans les bacs de stockage</li> </ul>		

## CHAPITRE II – Traitement des gaz

- Déshydratation (séchage) des gaz et inhibition de la formation d'hydrates :
  - Comportement du système eau-hydrocarbures. Teneur en eau des gaz saturés en humidité.
  - Applications : teneurs en eau de divers gaz.
  - Conséquences de la formation d'hydrates. Prédiction de la formation d'hydrates.
  - Inhibition de la formation d'hydrates : injection de MeOH, MEG, DEG, LDHI...
  - Procédés de déshydratation des gaz.
  - Application : dimensionnement sommaire d'une unité TEG.
- Adoucissement des gaz : élimination des composants acides ( $H_2S$  et/ou  $CO_2$ ) :
  - Différentes techniques d'adoucissement du gaz naturel.
  - Procédés aux solvants chimiques. Unités amines (MEA, DEA, DGA, MDEA...).
- Procédés aux solvants physiques.
- Procédés aux solvants hybrides (physico-chimiques).
- Généralités sur les autres techniques.
  - Conversion de  $H_2S$  : production de soufre et traitements de gaz de queue.
  - Application : dimensionnement sommaire d'une unité amines.
- Dégazolinage : extraction des condensats liquides :
  - Boucle de réfrigération externe.
  - Détente Joule-Thomson.
  - Turbo-expandeur.
  - Application : calcul d'un cycle frigorifique utilisé pour l'extraction LGN.
- Exemples industriels de traitements de gaz naturels :
  - Options de développement de champs gazier : traitements onshore ou offshore, pipes d'export monophasique ou multiphasique, développement "wet" ou "dry".
  - Autres traitements : élimination du mercure, conversion ou adsorption des mercaptant (RSH)...

## Fiche descriptive de l'ECUEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Pétrochimie	<b>Semestre:</b> Sem 5
<b>Intitulé UE :</b> Procédés de traitement	<b>Code:</b> UE 520
<b>Intitulé ECUE :</b> Traitement des eaux	<b>Code:</b> ECUEF 522

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

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

### PROGRAMME

**Objectifs:** Acquérir une compréhension détaillée des traitements effectués sur l'eau de production et l'eau d'injection dans l'industrie pétrolière et gazière, ainsi que la technologie des équipements utilisés.

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE I – Besoins en eau d'injection &amp; origine de l'eau de production</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Fondamentaux de réservoir : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Types et caractéristiques. Profils de pression.</li> <li>• Amélioration du taux de récupération d'hydrocarbure et besoins en eau d'injection.</li> </ul> </li> <li>– Comportement des effluents de puits et caractérisation.</li> <li>– Water Cut, BSW.</li> <li>– Traitement de l'huile. Équipement de séparation.</li> <li>– Eau de production issue des effluents de puits.</li> <li>– Phénomènes d'émulsions. Impact sur la qualité et le traitement de l'eau.</li> <li>– Systèmes de drain.</li> </ul>		

<p><b>CHAPITRE II – Réglementation environnementale</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Pollution de l'eau et problèmes connexes. Normes internationales et réglementation.</li> <li>– Considération environnementale.</li> <li>– Évaluation environnementale stratégique.</li> <li>– Les organismes de réglementation clés.</li> <li>– Problèmes dus à la pollution de l'eau par l'huile : effets sur la faune et la flore marines.</li> </ul>		
<p><b>CHAPITRE III – Traitement de l'eau de production</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Chimie de l'eau de production et caractérisation.</li> <li>– Facteur affectant le traitement de l'eau.</li> <li>– Traitement de l'eau de production : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primaire : bassins API, décanteurs lamellaires.</li> <li>• Secondaire : flottation, filtres coalescents, hydrocyclones.</li> <li>• Tertiaire : membranes, traitements biologiques.</li> <li>• Produits chimiques et traitements chimiques.</li> </ul> </li> <li>– Comparaison des techniques disponibles : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Critères de sélection, comparaison des performances.</li> <li>• Design.</li> <li>• Coûts de référence.</li> </ul> </li> <li>– Systèmes de contrôle de l'eau de production.</li> </ul>		

## Fiche descriptive de l'UEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Pétrochimie	<b>Semestre:</b> Sem 5
<b>Intitulé UE :</b> Techniques de mesure pétrolière	<b>Code:</b> UEF 530

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

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

### PROGRAMME

**Objectifs:** Acquérir les connaissances permettant la maîtrise et l'exploitation des effets physiques mis en jeu dans les dispositifs instrumentaux de prélèvement d'informations dans le milieu de mesure : machines, environnement, etc.

Connaissances préalables recommandées : Thermodynamique, mécanique des fluides, phénomènes de transfert.

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE I – Principes de mesures</b></p> <p>Fonction d'un appareil de mesure ou de contrôle, constitution globale d'un appareil de mesure, qualités d'un appareil de mesure (le zéro, l'échelle, la linéarité), performance d'une chaîne de mesure.</p>		
<p><b>CHAPITRE II – Mesures des pressions</b></p> <p>Pressions absolue et différentielle, le vide, appareils de mesure des pressions, utilisation et montage.</p>		

<p><b>CHAPITRE III – Mesures des débits</b></p> <p>Débits à pression différentielle, à orifice et à section variables, les compteurs.</p>		
<p><b>CHAPITRE IV – Mesures des niveaux</b></p> <p>Appareil optique, niveau bulle à bulle, mesure de niveau par la pression due à la hauteur du liquide.</p>		
<p><b>CHAPITRE V – Mesures des températures</b></p> <p>Thermomètres et thermocouples, thermistances.</p>		
<p><b>CHAPITRE V – Capteurs</b></p> <p>Physique des capteurs : Capteurs simples, fonctions de transduction, aspects énergétiques et électriques. Dispositifs capteurs à transductions multiples : corps d'épreuve, grandeur agissante et grandeur mesurée. Circuits conditionneurs : ponts différentiels, conditionneurs intégrés, compensation des décalages et dérives. Applications aux mesures à effets thermiques, mécaniques, électromagnétiques et au dosage d'espèces chimiques.</p>		

## Fiche descriptive de l'UE

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

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

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

### PROGRAMME

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

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

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

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

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

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

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

## Fiche descriptive de l'ECUET

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Pétrochimie	<b>Semestre:</b> Sem 5
<b>Intitulé UE :</b> Enseignements transversaux	<b>Code:</b> UET 550
<b>Intitulé ECUE :</b> Qualité et normalisation	<b>Code:</b> ECUET 553

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	
553	X		X	100%				

### PROGRAMME

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>Introduction</b>  <b>Définition du terme «qualité»</b>  <b>1. La démarche qualité</b>  1.1. Démarche commune à tout type d'entreprises  1.1.1. Le contrôle de la qualité  1.1.2. Maîtrise et assurance de la qualité  1.1.3. Le management de la qualité  1.2. Exemples de spécificités propres aux industries agroalimentaires et Pharmaceutiques en termes de qualité  1.2.1. Cas des industries agroalimentaires  1.2.2. Cas des industries pharmaceutiques  1.3. Le service qualité dans l'entreprise  1.3.1. Composition de l'équipe qualité  1.3.2. Les principales tâches du responsable qualité  - Systèmes de management de la qualité spécifique au secteur pétrolier</p> <p><b>2. Les outils utiles à la mise en place d'une démarche qualité</b>  2.1. Les documents qualité  2.1.1. Valeur de la documentation</p>		

<p>2.1.2. Les divers types de documents</p> <p>2.1.3. La présentation et l'identification des documents</p> <p><b>2.2. Les audits</b></p> <p>2.2.1. Définition</p> <p>2.2.2. Les trois types d'audit</p> <p>2.2.3. Déclenchement des audits</p> <p>2.2.4. Les auditeurs</p> <p>2.2.5. La méthodologie de l'audit</p> <p>2.2.6. L'après audit</p> <p><b>2.3. Les indicateurs qualité</b></p> <p>2.3.1. Définition</p> <p>2.3.2. Propriétés</p> <p>2.3.3. Critères de choix</p> <p>2.3.4. Quelques exemples d'indicateurs</p> <p><b>3. La reconnaissance de la démarche qualité</b></p> <p><b>3.1. Les diverses preuves de conformité d'un produit ou d'un service</b></p> <p>3.1.1. Déclaration du fournisseur</p> <p>3.1.2. Rapport d'essais ou d'analyses d'un laboratoire indépendant</p> <p>3.1.3. Rapport d'un organisme de contrôle ou d'inspection</p> <p>3.1.4. La certification</p> <p><b>3.2. Les référentiels</b></p> <p>3.2.1. Référentiel de certification: normes ISO 9000</p> <p>3.2.1.1. Les diverses normes</p> <p>3.2.1.2. Caractéristiques des normes de la série ISO 9000</p> <p>3.2.1.3. La norme ISO 9000 : systèmes de management de la qualité – principes essentiels et vocabulaire</p> <p>3.2.1.4. La norme ISO 9001 : systèmes de management de la qualité - exigences</p> <p>3.2.1.5. La norme ISO 9004 : systèmes de management de la qualité - lignes directrices pour L'amélioration des performances</p> <p>3.2.2. Référentiel d'accréditation : norme de la série ISO 17025</p> <p>3.2.2.1. Présentation générale</p> <p>3.2.2.2. Quelques exemples</p> <p>3.2.2.3. Condition d'accréditation des laboratoires</p> <p>3.2.3. Un référentiel particulier au laboratoire d'analyses médicales : l'ISO 15189 et le GBEA</p> <p><b>3.3. Les organismes de certification et d'accréditation</b></p> <p>3.3.1. Les organismes de certification</p> <p>3.3.2. Les organismes d'accréditation</p> <p>3.3.3. Autres organismes</p> <p><b>3.4. Démarche générale pour être accrédité ou certifié</b></p>		
--	--	--

## Fiche descriptive de l'UEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Pétrochimie	<b>Semestre:</b> Sem 6
<b>Intitulé UE :</b> Production de matières premières, monomères et polymères	<b>Code:</b> UEF 610

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

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

## PROGRAMME

**Objectifs:** Le but de cet enseignement est de se familiariser avec les procédés d'obtention des matières premières et des monomères : pyrolyse, craquage thermique et catalytique, reforming, déshydrogénation, alkylation, isomérisation. Cet enseignement porte aussi sur les procédés destinés à l'obtention de polymères de différentes natures. Obtention de polymères par polyaddition et polycondensation. Obtention de polystyrène, polyéthylène, polypropylène, etc

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<p><b>CHAPITRE I</b> Étude des Procédés de séparation et d'obtention des hydrocarbures paraffines, procédés de pyrolyse (steam cracking, visbreaking, pyrolyse avec initiateurs, hydropyrolyse, pyrolyse catalytique).</p>		
<p><b>CHAPITRE II</b> Cracking thermique, cracking catalytique (FCC, DCC, etc.), reforming catalytique, (procédés IFP, Isomar, Parex, GTC, Cyclar, etc.).</p>		

<p><b>CHAPITRE III</b>  Procédés de déshydrogénation (obtention de butadiène, isoprène, styrène, etc.), procédé de reformage à la vapeur d'eau du méthane, procédés d'alkylation (isoparaffines, alkylaromatiques, etc.), procédés d'isomérisation (des paraffines et des aromatiques).</p>		
<p><b>CHAPITRE IV - Procédés de production des polymères</b>  I. fabrication du polyéthylène (haute pression HP, basse pression BP, linéaires)  II. Procédé de fabrication du polypropylène  III. Procédé de fabrication du Polystyrène  IV. Procédé de fabrication du PVC (polychlorure de vinyle)  V. Procédé de fabrication du PET (polyéthylène téréphtalates)  VI. Procédés de fabrication de Polyesters (PTA, PET).</p>		

## Fiche descriptive de l'ECUEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Pétrochimie	<b>Semestre:</b> Sem 6
<b>UE :</b> Équipements pétrochimiques	<b>Code:</b> UEF 620
<b>ECUEF :</b> Dimensionnement des équipements pétrochimiques	<b>Code:</b> ECUEF 621

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

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

### PROGRAMME

**Objectifs:** Donner aux étudiants les notions de bases et les outils nécessaires à la conception ainsi que au contrôle des principaux équipements thermiques utilisés dans les installations des industries pétrochimiques.

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<b>CHAPITRE I</b> – Le comportement des aciers sous hautes températures		
<b>CHAPITRE II</b> – Matériaux de fabrication des appareils		
<b>CHAPITRE III</b> – Appareils fonctionnant sous hautes pressions		
<b>CHAPITRE IV</b> – Calcul des résistances et de la stabilité des appareils		

<p><b>CHAPITRE V</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcul des échangeurs de chaleur</li> <li>• Calcul à l'aide de la méthode DTLM,</li> <li>• Calcul à l'aide de la méthode NUT</li> <li>• Dimensionnement à l'aide de la méthode Delaware.</li> </ul>		
<p><b>CHAPITRE VI – Calcul des condenseurs</b></p> <p>Types de condenseurs, calcul de la chaleur transférée, calcul de la perte de charge, procédure de calcul, exemple de calcul d'un condenseur.</p>		
<p><b>CHAPITRE VII – Calcul des rebouilleurs</b></p> <p>Classification des rebouilleurs, calcul de la chaleur transférée, calcul de la perte de charge, procédure de calcul, exemple de calcul d'un rebouilleur.</p>		
<p><b>CHAPITRE VIII – Calcul des fours</b></p> <p>Transfert de chaleur dans les fours industriels, capacité calorifique des fours discontinues, capacité calorifique des fours continues, opérations et contrôle des fours industriels, mouvement des gaz dans les fours industriels, calcul et maintenance des fours industriels.</p>		

## Fiche descriptive de l'ECUEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Pétrochimie	<b>Semestre:</b> Sem 6
<b>UE :</b> Équipements pétrochimiques	<b>Code:</b> UEF 620
<b>ECUEF :</b> Protection des installations	<b>Code:</b> ECUEF 622

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

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

### PROGRAMME

**Objectifs:** Présenter les types et les phénomènes de corrosion des matériaux métalliques et les bases scientifiques qui y sont associées. Ces informations sont destinées à établir des lignes de conduite pour le choix des procédés et des matériaux dans le domaine de la lutte contre la corrosion.

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<b>CHAPITRE I</b> – Introduction : définitions, thermodynamique de la corrosion, première approche des processus de corrosion humide et corrosion sèche.		
<b>CHAPITRE II</b> – Aspects thermodynamique et cinétique de la corrosion - Cas de la corrosion humide : Principaux mécanismes d'oxydation et de réduction, diagramme d'Evans, tension mixte, cinétiques de corrosion, courbes de polarisation, passivité et métaux passivables, calcul de la vitesse de réaction, caractérisation des couches formées. - Cas de la corrosion sèche : Rôle des défauts, Vitesse de corrosion dans le cas de la formation d'une couche compacte, processus élémentaires, diagrammes d'Ellingham, méthodes d'études et mécanismes de l'oxydation et de la protection.		

<p><b>CHAPITRE III</b> – Méthodes de protection contre la corrosion  Protection par revêtement métallique (anodique et cathodique) et non métallique (peinture et matière plastique), les procédés de revêtement métalliques, la protection électrochimique, la protection cathodique : Par anode réactive, Par courant imposé. La protection anodique.</p>		
<p><b>CHAPITRE IV</b> – Les courants vagabonds et moyens de protection</p>		
<p><b>CHAPITRE V</b> - Inhibiteurs de corrosion  Les différents types d'inhibiteurs, modes d'action, les inhibiteurs de corrosion.</p>		
<p><b>CHAPITRE VI</b> – Corrosion sèche des métaux  Définition, les différentes lois d'oxydation, mécanisme.</p>		

## Fiche descriptive de l'ECUEF

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours :</b> Pétrochimie	<b>Semestre:</b> Sem 6
<b>UE :</b> Industrie du gaz naturel	<b>Code:</b> UEF 630

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

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

### PROGRAMME

**Objectifs:** Acquisition des connaissances sur les différents traitements du gaz naturel, sa liquéfaction, son stockage et son transport.

Contenu des chapitres	Horaire approximatif	Observations / Recommandations
<b>CHAPITRE I</b> – Origine du gaz naturel		
<b>CHAPITRE II</b> – Propriétés et qualité du gaz naturel		
<b>CHAPITRE III</b> – Exploration - Forage		
<b>CHAPITRE IV</b> – Production		
<b>CHAPITRE V</b> - Traitement du gaz naturel		
<b>CHAPITRE VI</b> – Procédés de liquéfaction du gaz naturel		
<b>CHAPITRE VII</b> – Transport par pipeline et transport maritime		
<b>CHAPITRE VIII</b> – Terminal de regazéification		
<b>CHAPITRE IX</b> – Stockage du gaz naturel		

## 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> Pétrochimie	<b>Semestre:</b> Sem 6
<b>UE :</b> Enseignements transversaux	<b>Code:</b> UET 650
<b>ECUE :</b> Analyse des données et rédaction de rapports	<b>Code:</b> ECUET 652

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	
652	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) **Conclusion**

## Fiche descriptive de l'ECUET

<b>Domaine de formation:</b> Sciences et Technologie	<b>Mention :</b> Chimie
<b>Parcours:</b> Pétrochimie	<b>Semestre:</b> Sem 6
<b>Intitulé UET :</b> Enseignements Transversaux	<b>Code :</b> UET 650
<b>Intitulé ECUE :</b> Hygiène et Sécurité	<b>Code :</b> ECUET 653

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		
653	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**