

# UE Chimie industrielle



Niveau d'étude  
Bac +3



ECTS  
3 crédits



Composante  
UFR Physique,  
Ingénierie,  
Terre,  
Environnement,  
Mécanique  
(PhITEM), UFR  
de Chimie et de  
biologie



Période de  
l'année  
Printemps (janv.  
à avril/mai)

## Diplômes intégrant cet élément

- Licence Physique

- > **Langue(s) d'enseignement:** Français
- > **Ouvert aux étudiants en échange:** Oui
- > **Code d'export Apogée:** YAX6CH32

## Présentation

### Description

L'industrie chimique couvre des secteurs d'activités nombreux et variés : traitement des matières premières (minérales ou organiques), élaboration de produits de base, accès à des intermédiaires-clés, synthèse de produits finis. Ses produits sont en amont de presque tous les secteurs industriels et sont aussi, pour une grande part de produits finis, consommés directement par les ménages. Les défis actuels de l'industrie chimique sont nombreux et orientent ses stratégies : économie des sources d'énergie et des matières premières ; respect du développement durable ; gestion des déchets ; gestion des risques ...

La chimie industrielle est une discipline qui a pour objet les stratégies et produits de l'industrie chimique. Elle constitue un corpus de connaissances permettant à l'ingénieur chimiste et au chercheur, en vue de la fabrication à grande échelle d'un produit répondant à des besoins : de sélectionner les matières premières, de programmer les voies d'obtention (enchaînement d'opérations), de prévoir les sous-produits et leur valorisation, d'optimiser les performances économiques et environnementales. Elle est ainsi complémentaire du génie chimique, corpus de méthodes. Chacune de ces deux disciplines est représentée dans l'UE :

- Les CM et TD permettent d'illustrer les principes et les objets de la chimie industrielle, les relations entre connaissances théoriques et applications industrielles de la chimie à travers quelques filières phares, sur l'exemple de stratégies de fabrication en cours d'exploitation et de questions à l'étude dans les secteurs correspondants (Filière Azote ; Principes de la réduction de minerais par voie sèche ; Filière pétrole et grands intermédiaires de la pétrochimie ; Stratégies d'élaboration de composés chiraux non racémiques en chimie fine organique). Cette UE mobilise ainsi toutes les connaissances acquises dans les autres disciplines de la chimie. Par ailleurs, il est demandé tout au long du semestre, de rester à l'écoute de l'actualité de ce secteur, tant locale qu'internationale.
- La séance de TP permet d'aborder par la pratique une problématique en lien avec les procédés industriels. Chaque binôme (ou trinôme) d'étudiants traite un thème parmi trois possibles.

## Objectifs

- Savoir énoncer des matières premières naturelles essentielles pour la chimie industrielle minérale
- Savoir réaliser l'étude thermodynamique d'une réaction impliquée à un stade d'une ligne de synthèse industrielle
- Savoir décrire les stades d'une ligne de synthèse et donner des exemples d'applications de divers composés : l'ammoniac ; l'acide nitrique ; l'urée ;
- Savoir interpréter des schémas-blocs et schémas procédés simples ;
- Savoir construire un diagramme d'Ellingham ;
- Savoir exploiter un diagramme d'Ellingham pour l'étude d'un couple oxyde/corps simple ; savoir calculer la température de décomposition d'un oxyde et la pression de corrosion d'un corps simple
- Savoir exploiter un diagramme d'Ellingham pour la comparaison de deux couples ; savoir prévoir des réducteurs possibles pour un oxyde
- Savoir décrire les stades de l'élaboration et donner des exemples d'application du corps simple silicium
- Savoir énoncer des matières premières naturelles essentielles pour la chimie industrielle organique
- Savoir identifier les étapes essentielles des transformations réalisées dans une raffinerie ;
- Savoir décrire les opérations principales du vapocraquage d'une fraction naphta ;
- Savoir associer un mécanisme réactionnel (radicalaire ou ionique) aux opérations de craquage et de reformage
- Savoir décrire quelques filiations à partir de coupes pétrolières ;
- Savoir décrire les stades d'une ligne de synthèse et donner des exemples d'applications de quelques intermédiaires, en particulier quelques monomères de polymérisation ;
- Savoir interpréter des schémas-blocs et schémas procédés simples ;
- Savoir reconnaître une étape d'hydrogénation de double liaison  $C=C$  dans une séquence
- Savoir reconnaître une étape de métathèse dans une séquence
- Savoir reconnaître l'étape-clé dans une séquence conduisant à un composé chiral non racémique.

Objectifs pédagogiques de la séance de TP :

- Se confronter par la pratique à une problématique concrète en lien avec les procédés industriels ;
- Progresser dans l'utilisation d'un outil informatique (tableur).

## Heures d'enseignement

|    |    |     |
|----|----|-----|
| TD | TD | 3h  |
| TP | TP | 4h  |
| CM | CM | 18h |

## Pré-requis recommandés

Bases de thermodynamique et cinétique chimiques ; bases de l'étude des équilibres en solution aqueuse (réactions acidobasiques et rédox ; complexes) ; bases de chimie organique (principales fonctions ; principaux mécanismes ; notions de stéréoisomérisation) ; maîtrise de la langue française

## Contrôle des connaissances

évaluation continue intégrale (ECI)

|     | Première session |                   |  | Seconde chance                               |                   |
|-----|------------------|-------------------|--|----------------------------------------------|-------------------|
|     |                  | % de la note d'UE |  |                                              | % de la note d'UE |
| CC1 | Evaluation de TP | 20%               |  | Evaluation de TP<br><br>Note de CC1 reportée | 20%               |
| CC2 | Ecrit de 1h30    | 40%               |  | Nouvelle écrit, global, de 2h                | 80%               |
| CC3 | Ecrit de 1h30    | 40%               |  |                                              |                   |

CC1 : Evaluation du travail préparatoire, de la pratique et de l'implication de l'étudiant en séance + Evaluation des résultats obtenus et de leur exploitation (compte rendu en fin de séance de TP).

CC2 : Contrôle continu surveillé à mi-semestre (partie Chimie industrielle minérale)

CC3 : Contrôle continu surveillé de fin de semestre (partie Chimie industrielle organique)

## Syllabus

### Cours Magistraux

## Chapitre 1. Filière de l'azote

### INTRODUCTION - GENERALITES

- Définition et spécificités de la chimie industrielle
- Panorama de la chimie industrielle : entreprises leaders, orientations stratégiques, défis actuels
- Processus d'industrialisation : phases successives, schémas

### FILIERE DE L'AZOTE

- Production de l'ammoniac
  - Production du gaz de synthèse
  - Etude thermodynamique de la réaction de formation de l'ammoniac à partir des corps simples
  - Ligne de synthèse de l'ammoniac
  - Catalyse hétérogène en chimie industrielle – généralités
  - Propriétés de l'ammoniac et secteurs d'application
- Production de l'acide nitrique
  - Ligne de synthèse de l'acide nitrique
  - Production d'acide nitrique concentré
  - Propriétés de l'acide nitrique et secteurs d'application
- Production de l'urée
  - Procédé Stamicarbon
  - Propriétés de l'urée et secteurs d'application
- Présentation de quelques entreprises du secteur

## Chapitre 2. Elaboration de corps simples à partir de minerais ; diagrammes d'Ellingham

### INTRODUCTION : DU MINERAI AU CORPS SIMPLE

- Ressources minérales non-énergétiques
- Du minerai au corps simple - généralités

### DIAGRAMMES D'ELLINGHAM : DEFINITION ET OBJECTIFS

- Conventions de construction
- Grandeurs thermodynamiques utiles
- Allure générale
- Signe des pentes

### EXPLOITATION D'UN DIAGRAMME

- Etude d'un couple
  - Construction du diagramme
  - Comparaison des stabilités des oxydes sous pression de dioxygène fixée
  - Comparaison des pressions de corrosion des métaux à T fixée
- Comparaison de deux couples

- Construction du diagramme
- Application – critères de choix d'un réducteur

### EXEMPLES DE REDUCTEURS : C ET CO

### EXEMPLE D'ELABORATION D'UN CORPS SIMPLE : SILICIUM

- Matières premières
- Exploitation du diagramme d'Ellingham
- Stades de purification du silicium
- Filière Silicium

### Chapitre 3. Pétrole et pétrochimie

#### INTRODUCTION : Carbone et hydrocarbures ; sources d'énergie et de matières premières

- Ressources d'énergies et de matières premières
- Défis du XXIème siècle ; orientations possibles

#### RAFFINAGE DU PETROLE : Accès à des « bases pétrolières » (mélanges d'hydrocarbures) et produits commercialisables (en particulier des carburants et des combustibles)

- Définition et objectifs du raffinage
- Classification des produits ; notion de filiation
- Cas des carburants
- Grands intermédiaires de première génération
- Opérations du raffinage
  - Conditions de craquage : thermique, catalytique, hydrocraquage
  - Mécanismes impliqués
- Opérations de reformage
  - Reformage catalytique
  - Structure, propriétés et applications des zéolithes

#### VAPOCRAQUAGE DU NAPHTA : Accès à des intermédiaires de première génération (corps purs) qui sont les matières premières de la « pétrochimie »

- Traitement des coupes
- Débouchés

#### FILIATIONS : Accès à des intermédiaires de deuxième génération ; quelques exemples : cyclohexane, e-caprolactame, dichlorométhane, styrène, chlorure de vinyle, acide acétique

- Matières premières
- Schémas de procédés
- Secteurs d'application

### Chapitre 4. Chimie organique fine (exemples)

## PROCEDES CATALYSES ET SYNTHÈSE DE COMPOSÉS CHIRAUX NON RACÉMIQUES – GÉNÉRALITÉS

### RESSOURCES NATURELLES DE COMPOSÉS CHIRAUX ENANTIOPURS

### EXEMPLES DE SYNTHÈSES BASÉES SUR UNE ÉTAPE D'HYDROGÉNATION DE C=C

- Rappel : catalyseur de Wilkinson ; versions asymétriques de la réaction
- Stratégie d'accès à la L-DOPA
- Stratégie d'accès au Metolachlor

### EXEMPLES DE SYNTHÈSES BASÉES SUR UNE ÉTAPE DE MÉTATHÈSE D'ALCÈNES

- Mécanisme de Chauvin
- Version asymétrique de la réaction de métathèse croisée
- Version asymétrique de la réaction de métathèse avec cyclisation
- Applications de la polymérisation par métathèse

#### **Travaux Dirigés :**

Nature : Exercices d'applications

Modalité : Travail préparatoire en autonomie sur les énoncés d'exercices distribués à l'avance, restitution orale en groupe en séance de TD, correction interactive en séance de TD

#### **Travaux Pratiques :**

Nature : Après attribution par les enseignants, chaque binôme ou trinôme d'étudiants traite un sujet parmi les trois suivants :

- Caractérisation de milieux poreux - Fluidisation d'un lit de particules ;
  - Distribution des temps de séjour dans des réacteurs continus ;
  - Cinétique de réaction en réacteur parfaitement agité fermé - Transposition à un cas industriel.
- Le contexte d'étude et les notions théoriques nécessaires sont expliqués/rappelés dans l'énoncé du TP.

Modalité : Travail préparatoire individuel et en équipe (compréhension des travaux à réaliser en séance, maîtrise du contexte théorique, préparation du relevé de données expérimentales et de leur exploitation...), travail d'équipe et inter-équipes pendant la séance, restitution en fin de séance sous forme d'un compte rendu par équipe.

**Période :** Semestre 6



---

## Bibliographie

: Chimie industrielle ; Robert Perrin et Jean-Pierre Scharff ; Dunod éditions. Références spécifiques fournies pour chaque thème de TP.

## Infos pratiques

---

### Lieu(x) ville

➤ Grenoble

---

### Campus

➤ Grenoble - Domaine universitaire