

# GÉNIE CHIMIQUE GÉNIE DES PROCÉDÉS

## SOMMAIRE

### INTRODUCTION AU PROGRAMME PÉDAGOGIQUE

- 1 - Objectifs de la formation
- 2 - Le diplôme
- 3 - La participation des professionnels
- 4 - L'insertion professionnelle
- 5 - Conditions d'admission
- 6 - La formation en deux ans à temps plein
  - a) Organisation générale
  - b) Unités d'enseignement
  - c) Tableaux des horaires et coefficients
  - d) Modalités de contrôle des connaissances et des aptitudes
- 7 - La formation en un an à temps plein

### PROGRAMME DES MATIÈRES COMMUNES AUX DEUX OPTIONS

- A- GÉNIE CHIMIQUE
- B- ENSEIGNEMENT SPÉCIALISÉ DE GÉNIE CHIMIQUE
- C- MATHÉMATIQUES
- D- PHYSIQUE
- E- CHIMIE
- F- FORMATION GÉNÉRALE
- G- ANGLAIS
- H- PROJETS TUTORÉS

### PROGRAMME DES MATIÈRES SPÉCIFIQUES À L'OPTION "PROCÉDÉS" :

- A - GÉNIE CHIMIQUE
- B - ENSEIGNEMENT SPÉCIALISÉ DE GÉNIE CHIMIQUE
- C - CHIMIE

### PROGRAMME DES MATIÈRES SPÉCIFIQUES À L'OPTION "BIO-PROCÉDÉS"

- A - GÉNIE BIOCHIMIQUE
- B - ENSEIGNEMENT SPÉCIALISÉ DE GÉNIE CHIMIQUE ET BIOCHIMIQUE
- C - CHIMIE-BIOCHIMIE
- D - MICROBIOLOGIE

### INTRODUCTION AU PROGRAMME PÉDAGOGIQUE

- 1) Objectifs de la formation :

Les départements "Génie Chimique - Génie des Procédés" des instituts universitaires de technologie dispensent, en formation initiale et continue, un enseignement ayant pour objectif de former des techniciens supérieurs collaborateurs directs de l'ingénieur ou du chercheur, dans les domaines de la recherche sur les procédés, du bureau d'études, de l'assistance technique à la production ou dans le domaine de la production des industries chimiques, parachimiques, biochimiques ainsi que l'ensemble des industries connexes mettant en oeuvre des procédés. La formation dispensée, qui n'est évidemment pas analogue à celle de l'ingénieur, doit développer chez le futur diplômé des capacités dans l'expérimentation et l'exploitation des essais, la connaissance technologique des procédés et des principes essentiels

des techniques impliquées ainsi que le sens des relations humaines. Il devra appliquer ses connaissances lors de la réalisation d'essais de laboratoire ou sur pilote, comprendre les principes physiques et les différentes étapes d'une opération chimique ou biochimique, exécuter des calculs simples, mettre en forme des résultats expérimentaux et les exploiter.

Sur un plan général, le diplômé des départements "Génie Chimique - Génie des Procédés" doit être capable :

**- Par sa formation théorique :**

- . d'être le collaborateur direct de l'ingénieur ou du chercheur
- . de traduire dans le concret les concepts de l'ingénieur ou le résultat de recherches
- . de transmettre et, éventuellement, d'interpréter les instructions générales des divers responsables avec lesquels il est en contact
- . d'assurer la liaison avec les services de maintenance, de mécanique, d'électricité ou d'informatique
- . de lire et d'analyser des documents rédigés en langue anglaise
- . de présenter ses résultats devant une assemblée

**- Par sa formation pratique :**

- . d'interpréter un plan d'appareil et un schéma de principe ou détaillé d'installation et de proposer des modifications
- . de détailler les schémas de procédé et de préciser les croquis des appareils imaginés et calculés par les ingénieurs, puis de fournir au bureau d'études les documents nécessaires à la réalisation de dessins précis
- . de surveiller la réalisation, le montage, le fonctionnement et la maintenance de ces appareils ou installations
- . de veiller aux conditions d'environnement, de sécurité et de la qualité

Les activités décrites et les responsabilités qu'elles impliquent conduisent le titulaire à occuper les fonctions suivantes dans les emplois de secteurs industriels diversifiés :

- Technicien supérieur et adjoint d'ingénieur dans les laboratoires d'études, de recherche et de développement de procédés physiques, chimiques, biochimiques ou parachimiques.
- Concepteur dans les bureaux d'études.
- Agent de maîtrise et d'encadrement dans les services de production et de réalisation.
- Responsable d'encadrement dans les services d'assistance technique et de maintenance.
- Agent technico-commercial.

2) Le Diplôme :

Le Diplôme Universitaire de Technologie de "Génie Chimique - Génie des Procédés" est un diplôme national, sanctionnant une formation pluridisciplinaire dont les contenus sont définis par la Commission Pédagogique Nationale et dont les objectifs peuvent se résumer ainsi :

- adapter le diplômé à une grande variété d'emplois, allant de la conception à l'exploitation, en passant par la réalisation et la maintenance.
- faciliter sa mobilité et son ouverture d'esprit pour l'évolution ultérieure de sa carrière.
- lui donner la possibilité de poursuivre ses études, le but de l'IUT restant toutefois l'entrée dans la vie industrielle après le diplôme.

Pour atteindre ces objectifs, le DUT de "Génie Chimique - Génie des Procédés" offre :

- un enseignement général de mathématiques, de physique et de chimie destiné à donner à l'étudiant les bases nécessaires à la compréhension des lois qui lui sont enseignées en génie chimique
- un enseignement de génie chimique, qui constitue évidemment le noyau dur de la formation
- un enseignement d'anglais et de formation générale orienté vers la communication et l'expression
- un enseignement technologique poussé sur les principes de fonctionnement des appareils utilisés en particulier dans les industries chimiques, parachimiques et biochimiques.

L'option de deuxième année doit permettre une adaptation plus rapide et l'application des principes de base à deux activités :

- les industries chimiques et parachimiques dans l'option "Procédés"
- les bio-industries dans l'option "Bio procédés"

Le DUT "Génie Chimique - Génie des Procédés" peut être obtenu par différentes voies :

- 1) Formation en deux ans à temps plein
- 2) Formation en une année spéciale
- 3) Formation par alternance et apprentissage
- 4) Formation par capitalisation d'unités de valeur

Les différentes voies conduisant au DUT de "Génie Chimique - Génie des Procédés" s'adressent à des publics différents et se traduisent par des organisations pédagogiques et des horaires différents. Cependant, quelle que soit la voie empruntée, la formation se réfère à un même programme et est sanctionnée par un diplôme unique, le DUT de "Génie Chimique - Génie des Procédés".

3) La participation des professionnels :

Les professionnels participent à la vie d'un département à l'occasion des sessions de jurys d'admission ou de délivrance de diplômes, pour la recherche et le suivi de stages ou la mise en oeuvre de projets. Ils doivent également prendre une part active à l'enseignement (il est souhaitable que cette part soit au moins de 5 % et tende vers 15 %).

4) L'insertion professionnelle :

Elle se fait essentiellement dans les secteurs suivants :

- industries chimiques et parachimiques
- industries pharmaceutiques
- industries pétrolières et pétrochimiques
- ingénierie et industries d'équipements
- protection de l'environnement (eau, air, déchets)
- caoutchouc
- industries agro-alimentaires
- industries des bio-procédés

- industries verre et céramique
- industries textiles
- industries papetières
- industries diverses (métallurgie, sidérurgie, micro-électronique, etc....)

5) Conditions d' admission :

#### **Formation en deux ans à temps plein**

Peuvent être admis les titulaires d'un baccalauréat ou d'un titre admis en équivalence ou en dispense..

#### **Formation en un an à temps plein**

Peuvent être admis les étudiants qui possèdent un niveau scientifique correspondant à deux années d'études après le baccalauréat (premier cycle universitaire, classes préparatoires aux grandes écoles, ...) et qui désirent compléter leurs études par une formation technologique courte.

#### **Formation par alternance et apprentissage**

Peuvent être admis des auditeurs engagés dans la vie active ou à la recherche d'un emploi et dont le niveau aura été jugé suffisant par le jury après examen du dossier, entretien et tests éventuels.

#### **Formation par capitalisation d'unités de valeur**

Peuvent être admis des auditeurs engagés dans la vie active ou à la recherche d'un emploi et dont le niveau aura été jugé suffisant par le jury après examen du dossier, entretien et tests éventuels.

6) Formation en deux ans à temps plein :

#### **a) Organisation générale**

La formation dispensée dans chacune des deux années est répartie en enseignement théorique et en enseignement pratique.

##### **- Première année :**

Les enseignements de première année sont communs à tous les étudiants, quelles que soient leurs origines et leur option de deuxième année. Ils assurent une solide formation de base, permettant éventuellement la mobilité des étudiants entre les divers départements de "Génie Chimique - Génie des Procédés". Une semaine de sensibilisation (et de visites) doit avoir lieu en début de première année.

En cours ou en fin de première année, les étudiants effectueront un ou plusieurs projets tutorés (volume annuel de 150 heures environ).

Les contenus seront définis par les équipes pédagogiques des départements et devront concourir à l'assimilation des connaissances prévues par le programme pédagogique et à l'acquisition de méthodes de travail. Ils seront plus particulièrement consacrés à la mise en pratique des concepts, ils encourageront l'ouverture intellectuelle de l'étudiant et développeront le sens de l'initiative et l'autonomie dans le travail.

##### **- Deuxième année :**

Les enseignements de deuxième année comportent un tronc commun aux deux options ainsi que des enseignements particuliers à chaque option.

Le stage industriel en cours de deuxième année est de 10 semaines au minimum. Son organisation est souple pour permettre toutes les adaptations souhaitables. Il doit être, pour le futur diplômé, l'occasion de rassembler et d'appliquer ses connaissances à une étude ou la résolution d'un problème réel. Le suivi et l'encadrement du stage sont assurés par le département, notamment par des visites dans les entreprises d'accueil. Chaque stagiaire sera parrainé par un enseignant et par un professionnel. A l'issue de son stage, l'étudiant fournit obligatoirement un rapport dont il expose le contenu devant un jury constitué d'enseignants et si possible de représentants du milieu industriel.

En fin ou en cours de deuxième année, les étudiants conduisent un ou plusieurs "projets tutorés" d'une durée totale de 150 heures sous la responsabilité d'un tuteur. L'ensemble du travail effectué dans ce cadre sera réalisé en collaboration étroite avec les enseignants de Génie Chimique, de Génie Biochimique et de Technologie. Il pourra nécessiter une recherche bibliographique, des calculs prévisionnels d'appareillages, des essais, la recherche du matériel et des matériaux dans des catalogues commerciaux, la réalisation de schémas de certains sous-ensembles, ainsi qu'une évaluation économique sommaire. Ce ou ces "projets tutorés" feront l'objet d'un rapport écrit et d'une soutenance orale.

##### **- Adaptation locale :**

Chaque IUT constitue pour la région dans laquelle il est implanté un atout de développement. Les Départements doivent donc avoir la possibilité d'adapter leurs enseignements aux opérations industrielles locales et régionales et aux débouchés potentiels. Les adaptations peuvent être définies en concertation avec les professionnels dans le cadre de leur participation. Elles peuvent atteindre 10 % des enseignements dispensés par le Département, en ne modifiant pas les objectifs généraux, ni le niveau de formation.

##### **- Taille des groupes :**

Les travaux dirigés sont organisés en groupe de 26 étudiants au maximum.

La taille des groupes de travaux pratiques correspond à la moitié de celle des groupes de travaux dirigés.

Toutefois, certains TP et TD peuvent, notamment pour des raisons de sécurité, comporter des effectifs plus restreints.

La liste des modules capitalisables, prévue par l'arrêté du 20 avril 1994, sera fixée ultérieurement par arrêté ministériel.

#### **b) Unités d'enseignement**

Les enseignements sont répartis en 2 ou 4 unités d'enseignement (UE).

##### **1ère année :**

UE1 : Enseignements de spécialité

UE2 : Enseignements généraux

##### **2ème année :**

UE1 : Enseignements de spécialité du tronc commun

UE2 : Enseignements généraux

UE3 : Enseignements de spécialité de l'option procédés

Enseignements de spécialité de l'option bio-procédés

UE4 : Projets tutorés et stages

c) Tableaux des horaires et coefficients  
Première année : 33 semaines d'enseignement

UNITES D'ENSEIGNEMENT Matières	C	TD	TP	Total	Coef.
<b>UE1 : ENSEIGNEMENTS DE SPECIALITE</b>					
* génie chimique théorique	90	107		<b>197</b>	12
* génie chimique pratique			96	<b>96</b>	6
* enseignement spécialisé de génie chimique théorique	10	46		<b>56</b>	4
* enseignement spécialisé de génie chimique pratique			126	<b>126</b>	7
<b>TOTAL 1</b>	<b>100</b>	<b>153</b>	<b>222</b>	<b>475</b>	<b>29</b>
<b>UE2 : ENSEIGNEMENTS GENERAUX</b>					
* anglais		64		<b>64</b>	4
<u>Formation générale</u>					6
* expression, communication, économie législation		88		<b>88</b>	
* initiation aux exposés scientifiques			4	<b>4</b>	
* utilisation de moyens de communication			20	<b>20</b>	
* informatique					
* mathématiques	46	58		<b>104</b>	6
* chimie théorique	32	40		<b>72</b>	5
* chimie pratique			46	<b>46</b>	3
* physique théorique	29	36		<b>65</b>	4
* physique pratique			48	<b>48</b>	3
<b>TOTAL 2</b>	<b>107</b>	<b>286</b>	<b>118</b>	<b>511</b>	<b>31</b>
<b>TOTAL 1+2</b>					
	<b>207</b>	<b>439</b>	<b>340</b>	<b>986</b>	

Option procédés  
Deuxième année

UNITES D'ENSEIGNEMENT Matières	C	TD	TP	Total	Coef.
<b>UE1 : ENSEIGNEMENTS DE SPECIALITE DU TRONC COMMUN</b>					
* génie chimique théorique	64	56		<b>120</b>	12
* génie chimique pratique			120	<b>120</b>	8
* enseignement spécialisé de génie chimique	10		32	<b>42</b>	4
<b>TOTAL 1</b>	<b>74</b>	<b>56</b>	<b>152</b>	<b>282</b>	<b>24</b>
<b>UE2 : ENSEIGNEMENTS GENERAUX</b>					
* anglais		64		<b>64</b>	5
Formation générale					5
* expression, communication, économie, législation		40		<b>40</b>	
* initiation aux exposés scientifiques			8	<b>8</b>	
* qualité		12		<b>12</b>	
* mathématiques	14	18		<b>32</b>	3
* chimie théorique	29	36		<b>65</b>	6
* chimie pratique			54	<b>54</b>	5
<b>TOTAL 2</b>	<b>43</b>	<b>170</b>	<b>62</b>	<b>275</b>	<b>24</b>
<b>UE3 : ENSEIGNEMENTS DE SPECIALITE DE L'OPTION PROCÉDES</b>					
* génie chimique théorique	36	69		<b>105</b>	12
* génie chimique pratique			96	<b>96</b>	8
* enseignement spécialisé de génie chimique option procédés		20	36	<b>56</b>	4
<b>TOTAL 3</b>	<b>36</b>	<b>89</b>	<b>132</b>	<b>257</b>	<b>24</b>
<b>TOTAL HORAIRE 1 + 2 + 3</b>					
	<b>153</b>	<b>315</b>	<b>346</b>	<b>814</b>	
<b>UE4 : STAGES ET PROJETS TUTEES</b>					
* stages	10 semaines min.				<b>9</b>
* projets tutorés théoriques	300 heures				<b>6</b>
* projets tutorés pratiques					<b>5</b>
<b>TOTAL COEFFICIENTS 4</b>					<b>20</b>

**Option bio-procédés**  
**Deuxième année**

UNITES D'ENSEIGNEMENT Matières	C	TD	TP	Total	Coeff.
<b>UE1 : ENSEIGNEMENTS DE SPECIALITE DU TRONC COMMUN</b>					
* génie chimique théorique	64	56		120	12
* génie chimique pratique			120	120	8
* enseignement spécialisé de génie chimique	10		32	42	4
<b>TOTAL 1</b>	<b>74</b>	<b>56</b>	<b>152</b>	<b>282</b>	<b>24</b>
<b>UE2 : ENSEIGNEMENTS GENERAUX</b>					
* anglais		64		64	5
<u>Formation générale</u>					5
* expression, communication, économie, législation		40		40	
* initiation aux exposés scientifiques			8	8	
* qualité		12		12	
* mathématiques	14	18		32	3
* chimie-biochimie théorique	36	34		70	6
* chimie-biochimie pratique			64	64	5
<b>TOTAL 2</b>	<b>50</b>	<b>168</b>	<b>72</b>	<b>290</b>	<b>24</b>
<b>UE3 : ENSEIGNEMENTS DE SPECIALITE DE L'OPTION BIO-PROCEDES</b>					
* génie biochimique théorique	36	42		78	9
* génie biochimique pratique			39	39	4
* enseignement spécialisé de génie chimique et biochimique option bio-procédés		35	12	47	4
* microbiologie théorique	24	14		38	4
* microbiologie pratique			40	40	3
<b>TOTAL 3</b>	<b>60</b>	<b>91</b>	<b>91</b>	<b>242</b>	<b>24</b>
<b>TOTAL HORAIRES 1 + 2 + 3</b>					
	<b>184</b>	<b>315</b>	<b>315</b>	<b>814</b>	
<b>UE4 : STAGES ET PROJETS TUTEURS</b>					
* stages	10 semaines min.				9
* projets tutorés théoriques	300 h				6
* projets tutorés pratiques					5
<b>TOTAL COEFFICIENTS 4</b>					<b>20</b>

**Horaire total par matières pour les deux années de la formation encadrée  
Option procédés**

Matières	C	TD	TP	Total
* génie chimique théorique	190	232		<b>422</b>
* génie chimique pratique			312	<b>312</b>
* enseignement spécialisé de génie chimique théorique	20	66		<b>86</b>
* enseignement spécialisé de génie chimique pratique			194	<b>194</b>
* mathématiques	60	76		<b>136</b>
* physique théorique	29	36		<b>65</b>
* physique pratique			48	<b>48</b>
* chimie théorique	61	76		<b>137</b>
* chimie pratique			100	<b>100</b>
<b>Sous-total scientifique</b>	<b>360</b>	<b>486</b>	<b>654</b>	<b>1500</b>
<b>Formation générale</b>				
* expression, communication, économie, législation		128		<b>128</b>
* initiation aux exposés scientifiques			12	<b>12</b>
* utilisation de moyens de communication informatiques			20	<b>20</b>
* qualité		12		<b>12</b>
* anglais		128		<b>128</b>
<b>Sous-total tertiaire</b>		<b>268</b>	<b>32</b>	<b>300</b>
<b>TOTAL 1+2</b>	<b>360</b>	<b>754</b>	<b>686</b>	<b>1800</b>

Total de la formation encadré : 1 800 h

**Horaire total par matières pour les deux années de la formation encadrée**  
**Option bio-procédés**

Matières	C	TD	TP	Total
* génie chimique théorique	154	163		<b>317</b>
* génie chimique pratique			216	<b>216</b>
* enseignement spécialisé de génie chimique théorique	20	81		<b>101</b>
* enseignement spécialisé de génie chimique pratique			170	<b>170</b>
* génie biochimique théorique	36	42		<b>78</b>
* génie biochimique pratique			39	<b>39</b>
* mathématiques	60	76		<b>136</b>
* physique théorique	29	36		<b>65</b>
* physique pratique			48	<b>48</b>
* chimie-biochimie théorique	68	74		<b>142</b>
* chimie-biochimie pratique			110	<b>110</b>
* microbiologie théorique	24	14		<b>38</b>
* microbiologie pratique			40	<b>40</b>
<b>Sous total scientifique</b>	<b>391</b>	<b>486</b>	<b>623</b>	<b>1500</b>
<u>Formation générale</u>				
* expression, communication, économie, législation		128		<b>128</b>
* initiation aux exposés scientifiques			12	<b>12</b>
* utilisation de moyens de communication informatiques			20	<b>20</b>
* qualité		12		<b>12</b>
* anglais		128		<b>128</b>
<b>Sous-total tertiaire</b>		<b>268</b>	<b>32</b>	<b>300</b>
<b>TOTAL 1+2</b>	<b>391</b>	<b>754</b>	<b>655</b>	<b>1800</b>

Total de la formation encadré : 1 800 h



**d) Modalités de contrôle des connaissances et des aptitudes****- Passage en 2ème année**

L'admission en seconde année est de droit lorsque l'étudiant a obtenu à la fois une moyenne générale égale ou supérieure à 10 sur 20 sur l'ensemble des matières affectées de leur coefficient et une moyenne égale ou supérieure à 8 sur 20 dans chacune des unités d'enseignement. Le jury peut proposer l'admission dans les autres cas.

**- Obtention du DUT**

Le diplôme universitaire de technologie est décerné aux étudiants qui ont obtenu à la fois une moyenne générale égale ou supérieure à 10 sur 20 sur l'ensemble des matières affectées de leur coefficient, y compris les projets tutorés et les stages, et une moyenne égale ou supérieure à 8 sur 20 dans chacune des unités d'enseignement. Le jury peut proposer la délivrance du diplôme universitaire de technologie dans les autres cas.

## 7) Formation en un an à temps plein

Cette formation est conçue pour permettre à des étudiants de niveau DEUG (A, B, S.P.I, T.I. ...) ou ayant le niveau scientifique correspondant à deux années d'études après le baccalauréat d'acquies en un an le niveau nécessaire à l'obtention du DUT de "Génie Chimique - Génie des Procédés", option "Procédés", ou "Bio-procédés".

Compte tenu de la formation antérieure des étudiants pour lesquels le programme a été établi, on considérera que leur niveau en mathématiques, physique et chimie est équivalent à celui obtenu dans la formation au DUT Génie Chimique - Génie des Procédés en deux ans à temps plein. Il ne sera donc pas prévu d'enseignement théorique ou pratique dans ces disciplines.

## PROGRAMME DES MATIÈRES COMMUNES AUX DEUX OPTIONS

## A) GÉNIE CHIMIQUE (THÉORIQUE ET PRATIQUE) - UE1 EN 1ÈRE ANNÉE ET 2ÈME ANNÉE

COURS :	90 heures en 1ère année
	64 heures en 2ème année
TRAVAUX DIRIGÉS :	107 heures en 1ère année
	56 heures en 2ème année

## 1) Mécanique des fluides

- Statique des fluides, mesure des pressions, manomètres
- Tensions superficielle et interfaciale
- Dynamique des fluides parfaits, théorème de Bernoulli
- Fluides réels, viscosité des mélanges
- Notions sur les fluides non-newtoniens
- Régimes d'écoulements
- Pertes de charge
- Puissance à mettre en oeuvre pour faire circuler un fluide dans une installation. Courbe de réseau
- Mesure des débits et des vitesses des fluides
- Pompes : hauteur manométrique totale, puissance absorbée, rendement, charge nette à l'aspiration (NPSH) ; courbes caractéristiques, point de fonctionnement, couplage
- Le vide : unités de mesure, limites, vitesses de pompage, pompes à vide, appareils de mesure.

## 2) Opérations solide-fluide

**Caractérisation des solides divisés**

- Taille, forme, densité, surface spécifique
- Échantillonnage, analyse granulométrique

**Milieux poreux**

- Porosité, aire spécifique, masse volumique apparente
- Écoulement à travers les milieux poreux, perméabilité, vitesse de sédimentation

**Applications**

- Filtration
- Décantation, sédimentation gravitaire et centrifuge
- Fluidisation

## 3) Thermodynamique

- Gaz parfaits, gaz réels
- Notion de système, transformations
- Premier principe, énergie interne, chaleurs massiques, enthalpie, transformations isotherme et adiabatique
- Second principe, cycle de Carnot, rendement, entropie
- Diagrammes de Clapeyron, entropique, de Mollier.

## 4) Machines thermiques

- Compressions et détente isothermes, adiabatiques, polytropiques, détente libre à travers une vanne
- Utilisation des diagrammes, cycles, rendements
- Compresseurs centrifuges, volumétriques, compression étagée, taux de compression, rendement volumique
- Turbines à vapeur, à gaz
- Circuits de froid, pompes à chaleur
- Liquéfacteurs, utilisation et stockage des gaz liquéfiés

### 5) Échanges thermiques

- Conduction : loi de Fourier, conductivité thermique des solides, liquides, gaz ; résolution des problèmes de conduction en régime permanent
- Convection : loi de Newton, convection sans changement d'état et avec changement d'état (condensation, ébullition)
- Rayonnement : réception du rayonnement par un corps ; lois du rayonnement du corps noir, émission des corps réels ; échanges radiatifs entre surfaces
- Échanges entre fluides séparés par une paroi ; isolation thermique, calorifuges
- Échangeurs : différents types ; profils de températures et bilans ; étude des performances ; encrassement.

### 6) Bilans

- Bilans en régime permanent : bilans sur un constituant ; opération de mélange ; bilans avec réaction chimique, bilans avec recyclage
- Notion sur les bilans différentiels

### 7) Agitation mécanique

- Divers systèmes d'agitation et critères de choix
- Puissance consommée, débits de pompage et de circulation
- Notions de mélange, transfert de chaleur, mise en suspension d'un solide, système gaz-liquide, liquide-liquide

### 8) Équilibres entre phases

- Corps pur, variance, règles des phases, équilibres
- Équilibres liquide-vapeur
- Équilibres liquide-liquide
- Équilibres liquide-solide

### 9) Échanges de matière - opérations unitaires

- Étage théorique, étage réel
- Cascade d'étages théoriques ; nombre d'étages théoriques, méthode de calcul graphique et numérique ; bilans de matière et de chaleur
- Notion de distillation
- Extractions liquide-liquide, solide-liquide
- Absorption, désorption
- Adsorption (calcul d'une unité, cycle, régénération)
- Séparation par membranes (notions)
- Évaporation
- Cristallisation industrielle
- Diagramme de l'air humide, humidification, séchage

### 10) Qualité - Sécurité - Environnement

#### **Traitement des eaux**

- Caractéristiques des eaux naturelles et industrielles
- Procédés de clarification primaire, coagulation - décantation, épuration chimique, déminéralisation
- Eaux de réfrigération et eaux d'appoint aux générateurs de vapeur

#### **Traitement des effluents liquides**

- Normes de rejet, critères de pollution
- Épurations physico-chimique et biologique

#### **Effluents gazeux**

- Normes de rejet

#### **Sécurité**

- Règles générales, prévention des accidents
- Arbre des causes
- Risques spécifiques des liquides, gaz, poudres
- Maladies professionnelles

#### **Concept de la qualité totale**

### 11) Conduite des procédés

#### **Automatique des systèmes discrets**

- Notions d'algèbre logique
- Fonctions logiques - Logigrammes
- Analyse des automatismes séquentiels par le GRAFCET (électriques ou électropneumatiques)
- Logique programmée, automate programmable, application au pilotage de procédés

#### **Automatique des systèmes continus**

- Principes de la régulation automatique
- Grandeurs à régler, grandeurs de réglage, perturbations
- Les systèmes à régler : 1er ordre, 2ème ordre, avec retard
- Comportements statique et dynamique, principes d'identification
- Les appareils de régulation : transmetteurs, régulateurs, actionneurs
- Performances d'un système bouclé, précision, rapidité, stabilité
- Réglage des actions P.I.D. d'un régulateur
- Notions sur l'application au contrôle des procédés

TRAVAUX PRATIQUES : 96 heures en 1ère Année  
120 heures en 2ème Année

1) Mécanique des fluides

- Mesure des viscosités
- Régimes d'écoulement
- Mesure des pertes de charge
- Étude d'une pompe centrifuge
- Étude d'un ventilateur
- Mesure des débits

2) Transfert de chaleur et machines thermiques

- Étude de compresseurs
- Étude de réfrigération
- Production de la vapeur : établissement d'un bilan thermique
- Conductibilité thermique et calorifuges
- Échangeurs de chaleur, condenseurs, évaporateurs
- Pertes par rayonnement
- Convection libre et forcée

3) Échanges de matière

- Distillation continue I
- Distillation discontinue I
- Extraction liquide-liquide, centrifuge ou sur colonne
- Séchage et humidification
- Cristallisation
- Procédés de séparation par membranes

4) Traitement du solide, milieux poreux, opérations solide-liquide

- Analyses granulométriques, caractérisation des solides
- Broyage, tamisage
- Lits fixes et lits fluidisés
- Filtration

5) Traitement des eaux

- Analyse (TH, TA, TAC, DCO, oxygène dissous...)
- Étude de la floculation
- Étude d'une résine échangeuse d'ions

6) Conduite de procédés

- Automatismes logiques : programmation sur automate, schémas à contact de GRAFCET
- Étude d'un régulateur (actions P, PI, PD, PID)
- Étude d'un organe de commande (vanne...)
- Étude d'une boucle : influence du gain, de l'action intégrale, de l'action dérivée, stabilité
- Conduite automatisée d'installations pilotées par un système numérique de contrôle commande
- Simulation numérique sur micro-ordinateur de procédés et de boucles de régulation

B) ENSEIGNEMENT SPÉCIALISÉ DE GÉNIE CHIMIQUE (THÉORIQUE ET PRATIQUE) - UE1 EN 1ÈRE ANNÉE - UE1 EN 2ÈME ANNÉE

COURS : 10 heures en 1ère Année  
10 heures en 2ème Année

TRAVAUX DIRIGES : 46 heures en 1ère Année  
TRAVAUX PRATIQUES : 126 heures en 1ère Année  
32 heures en 2ème Année

Le diplômé universitaire de technologie, mention génie chimique, doit être à même, quelle que soit l'option suivie, non seulement de comprendre les principes de montage et de marche des appareils et des ensembles et de veiller à leur fonctionnement dans les meilleures conditions, mais aussi de participer à l'élaboration de nouvelles installations, aussi bien au bureau d'études que sur le chantier.

Il doit également pouvoir, à l'échelle de l'atelier pilote ou du laboratoire de recherche, réaliser un certain nombre de montages simples et participer à leur entretien éventuel.

L'essentiel de cet enseignement est réalisé en travaux pratiques où le travail s'effectue par petits groupes pour permettre un encadrement efficace en toute sécurité.

Il est bien entendu que les enseignants devront éviter toute duplication avec le contenu des enseignements théoriques et pratiques de génie chimique. Ils s'efforceront au contraire de faire ressortir le caractère complémentaire des enseignements de physique, de génie chimique et des enseignements d'E.S.G.C. qui font l'objet du présent chapitre.

1) Technologie générale

**- Dessin Industriel et Schémas de Génie Chimique**

- . Initiation au dessin industriel : normalisation, lecture et réalisation de dessins et des schémas d'appareils de génie chimique
- . Représentation schématique en génie chimique : symboles et montages types, schémas d'installations
- . Notions d'isométrie appliquées à la représentation de tuyauteries
- . Dessin Assisté par Ordinateur (D.A.O.) : utilisation de logiciels (réalisation de schémas).

**- Matériaux**

**Caractéristiques des matériaux :**

- . Notions sur les métaux et alliages, matières plastiques, matériaux composites
- . Désignation des matériaux, normalisation
- . Notions sur les traitements des matériaux

**Résistance des matériaux :**

- . Problèmes simples en traction, compression, cisaillement, torsion des tubes et arbres cylindriques, flexion plane, flambage, fluage
- . Calcul des enveloppes et réservoirs à parois minces ou épaisses suivant les normes
- . Réglementation et contrôle des appareils sous pression
- . Essais de traction simple et de fluage, chocs thermiques

**Mise en oeuvre des matériaux**

**Corrosion :**

- . Divers types de corrosion
- . Choix des matériaux
- . Protection contre la corrosion

**- Technologie du transport des fluides**

- . Dispositifs d'étanchéité, canalisations et raccords : normalisations
- . Appareils de robinetterie
- . Appareils de mise en mouvement des fluides : pompes, compresseurs, pompes à vide
- . Démontage et remontage d'éléments d'installations : pompes, compresseurs, robinets, purgeurs.

**- Technologie de la production et du transfert de chaleur**

**Chauffage industriel :**

- . Combustibles liquides, solides, gazeux ; pouvoir calorifique
- . Différents types de fours et de chaudière
- . Production et utilisation de la vapeur
- . Utilisation des thermofluides
- . Circuits de chauffage

**Échangeurs de chaleur**

- . Échangeurs tubulaires, à plaques, à serpentins, à spirales, platulaires
- . Bouilleurs, condenseurs, évaporateurs
- . Calculs des échangeurs suivant les codes en vigueur

**Production du froid**

- . Machines à absorption et à compression
- . Fluides frigorigènes
- . Compresseurs, circuits de froid

**Les calorifuges**

**- Technologie du traitement et du transport de solide**

- . Concasseurs, broyeurs, tamiseurs
- . Filtres, séparateurs centrifuges
- . Séchoirs, granulateurs
- . Transporteurs de solides, séparateurs solide-gaz

2) Technologie électrique

- . Distribution monophasée et triphasée, gestion de l'énergie
- . Techniques de démarrage des moteurs, appareillages de commande et de protection
- . La sécurité : régime du neutre, protection différentielle
- . Puissance et facteur de puissance. Relèvement du facteur de puissance
- . Schémas électriques

3) Technologie de l'instrumentation

- . Capteurs, transmetteurs : pression, débit, température, niveau
- . Actionneurs (vannes)

4) Bureau d'études

- . **- Étude de cas :** détermination d'un cahier des charges - Résolution de problèmes concrets (implantation, démarrage, modification)

**- Étude de procédés :**

- . Recherche bibliographique
- . Économie d'énergie
- . Sécurité, environnement
- . Schéma de principe
- . Choix des appareils (matériaux, dimensionnement)
- . Automatisation (choix des boucles)
- . Normes et réglementation d'implantation

- . Schéma de procédé
- . Schéma détaillé

## C) MATHÉMATIQUES - UE2 EN 1ÈRE ANNÉE ET 2ÈME ANNÉE

COURS :	46 heures en 1ère Année 14 heures en 2ème Année
TRAVAUX DIRIGES :	58 heures en 1ère Année 18 heures en 2ème Année

L'enseignement des mathématiques a deux objectifs :

- familiariser l'étudiant avec les techniques mathématiques couramment utilisées dans les autres enseignements et qu'il pourra être amené à mettre en oeuvre dans ses activités professionnelles.

- lui donner la culture mathématique lui permettant de s'adapter aux technologies nouvelles qu'il rencontrera dans l'exercice de son métier. Les applications pratiques des notions exposées seront nettement soulignées, en utilisant dans la mesure du possible comme thèmes d'exercices des exemples choisis dans les autres disciplines, notamment le génie chimique.

On donnera toutes indications utiles sur les algorithmes et l'utilisation de divers logiciels à des fins de calculs numériques.

## 1) Algèbre

- Nombres complexes : utilisation en électricité
- Polynômes - Fractions rationnelles - Décomposition en éléments simples
- Notions d'algèbre linéaire : Espaces vectoriels - Éléments de calcul matriciel - Linéarité - Résolution de systèmes linéaires

## 2) Analyse

- Fonction réelle d'une variable réelle : limites, continuité, dérivabilité, formules de Taylor, développements limités: applications au calcul de limites, au calcul d'erreurs et à la détermination de valeurs approchées.

- Fonctions usuelles : exponentielles, logarithmiques, circulaires et hyperboliques directes et réciproques, fonctions  $x \rightarrow f(x)$ , représentations graphiques.

- Intégrale d'une fonction : définition et propriétés de l'intégrale de Riemann, calcul d'une intégrale : changement de variables - intégration par parties - intégration de fractions rationnelles, application au calcul des arcs et des aires, calcul approché de surfaces.

- Équations différentielles : premier ordre (à variables séparables, linéaires à coefficients constants, linéaires à coefficients variables), deuxième ordre (linéaires à coefficients constants), systèmes d'équations différentielles.

- Transformation de Laplace, application à la résolution des équations différentielles : fonction de transfert.

- Notions sur les fonctions de plusieurs variables : différentielle, dérivées partielles, extrema.

## 3) Analyse numérique

- Calcul d'intégrales
- Résolution d'équations différentielles et algébriques

## 4) Éléments de calcul des probabilités et de statistiques

- Problèmes de dénombrement, algèbre combinatoire
- Notions de probabilité, variables aléatoires, fonctions de répartition
- Séries statistiques, représentations graphiques, valeurs caractéristiques
- Lois normale, log. normale, de Poisson, binômiales, empiriques
- Exemple simples d'application, échantillonnage, ajustement à une distribution théorique
- Notions sur les plans d'expériences

## D) PHYSIQUE (THÉORIQUE ET PRATIQUE) - UE2 EN 1ÈRE ANNÉE

COURS :	29 heures en 1ère Année
TRAVAUX DIRIGES :	36 heures en 1ère Année

## 1) Métrologie industrielle

- Chaînes de mesures
- Étalonnage de capteurs

## 2) Traitement de l'information

- Information et signal
- Acquisition de l'information
- Traitement du signal

## 3) Électricité

- Lois générales
- Étude des circuits électriques
- Électrocinétique
- Courants alternatifs

## 4) Électrotechnique

- Machines électriques (transformateurs, moteurs asynchrones, etc...)
- Redresseurs - Variateurs

**TRAVAUX PRATIQUES :** 48 heures en 1ère Année

L'ensemble des travaux pratiques devra permettre à l'étudiant de se familiariser à l'utilisation des appareils de mesures usuels et d'étudier l'influence de leur précision sur les résultats des mesures.

- 1) Mesures des grandeurs électriques
- 2) Étude de circuits en régime sinusoïdal
- 3) Mesures et essais portant sur :

- capteurs et transmetteurs industriels
- transformateurs
- machines tournantes
- redresseurs et variateurs

**E) CHIMIE (THÉORIQUE ET PRATIQUE) - UE1 EN 1 ÈRE ANNÉE**

**COURS :** 32 heures en 1ère Année

**TRAVAUX DIRIGES :** 40 heures en 1ère Année

Cet enseignement est destiné à donner aux étudiants les connaissances de base de la chimie et des lois sur lesquelles elle repose.

Quatre grandes parties seront exposées : la structure de la matière, la thermodynamique chimique, les équilibres chimiques et la cinétique chimique appliquée.

- 1) Structure de la matière

- L'atome
- La classification périodique
- La molécule
- Liaisons chimiques et interactions

- 2) Thermodynamique chimique

- Les principes de la thermodynamique et leurs applications
- Application à l'équilibre chimique

- 3) Équilibre chimique en solution aqueuse

- Lois générales qualitatives et quantitatives
- Équilibres acido-basiques
- Précipitation
- Équilibres d'oxydo-réduction
- Équilibres de complexation

- 4) Cinétique chimique appliquée

- Réactions homogènes, hétérogènes et catalyse (vitesse de réaction, loi d'Arrhénius, énergie d'activation, etc...)

**TRAVAUX PRATIQUES :** 46 heures en 1ère année

- 1) Chimie analytique

- Volumétrie, verrerie
- Dosages volumétriques : acido-basiques, red-ox, complexométrie, précipitométrie
- PHmétrie, conductimétrie

- 2) Cinétique chimique appliquée

- Cinétique chimique en phase liquide (détermination de la constante de vitesse d'une réaction, de l'énergie d'activation, etc...)
- Cinétique chimique en phase gazeuse

**F) FORMATION GÉNÉRALE - UE2 EN 1 ÈRE ANNÉE ET 2ÈME ANNÉE**

**TRAVAUX DIRIGES :** 88 heures en 1ère Année

40 heures en 2ème Année

Cet enseignement a pour but :

- de consolider et d'améliorer la pratique de l'expression écrite et orale
- d'initier et de sensibiliser les futurs techniciens supérieurs aux problèmes humains, économiques et sociaux du monde contemporain et de développer ainsi leur culture générale.

Cet enseignement (enquêtes, tables rondes, recherche documentaire...) s'effectuera sous forme de travaux dirigés. Dans la mesure du possible, toutes les activités du Département doivent contribuer aux objectifs définis ci-dessus.

En particulier, le stage obligatoire effectué en 2ème Année fera l'objet d'un rapport écrit. L'étudiant présentera en outre un exposé sur le déroulement de son stage.

De même, les projets tutorés peuvent aborder le problème de l'évaluation économique du procédé étudié, en prenant en compte les remarques précédentes.

- 1) Expression et communication

- Analyse d'une expérience (technique ou humaine), d'une situation, d'un texte ; recherche documentaire
- Rédaction de comptes-rendus, de rapports, résumés, circulaires, lettres, notes de service, bons de commande...

- Présentation orale d'une personne, d'une situation, d'un problème, directe ou téléphonique
- Présentation orale et écrite de résultats d'expérimentation
- Techniques de recherche d'emplois

## 2) Initiation à l' économie

- Démographie : population active, groupes socio-professionnels
- Activités économiques
- Types d'entreprises
- Évolution de l'industrie chimique nationale et internationale : sociétés, regroupements
- Economie d'entreprise

## 3) Législation du travail et relations humaines dans l' entreprise

- Organisations professionnelles et syndicales
- Contrats de travail, conventions collectives
- Représentation du personnel
- Salaires, horaires, congés, sécurité sociale
- Accidents du travail, sécurité

## 4) Qualité

## 5) Exposés scientifiques

- Initiation à l'exposé scientifique oral et à la présentation des rapports

## 6) Utilisation de moyens de communication informatiques

Cet enseignement a pour but d'initier l'étudiant à l'utilisation et l'exploitation de l'outil informatique. Il ne doit en aucun cas être copié sur celui qui est destiné aux informaticiens ou aux programmeurs.

- Notions d'algorithmique
- Utilisations de logiciels courants (calcul numérique, traitement des données, tableur, grapheur...)

## G) ANGLAIS - UE2 EN 1ÈRE ANNÉE ET 2ÈME ANNÉE

TRAVAUX DIRIGES: 64 heures en 1ère Année

64 heures en 2ème Année

L'enseignement de l'anglais doit contribuer à la préparation des étudiants à la vie professionnelle.

Il sera donc axé en premier lieu sur la compréhension de documents écrits (notices d'installations, modes d'emplois d'appareils, aide-mémoire, articles scientifiques et techniques). Pour cet objectif, la coopération des enseignants des disciplines scientifiques et technologiques est vivement souhaitable.

Toutefois, l'acquisition et le développement d'autres aptitudes (expression écrite et orale, compréhension orale) ne seront pas négligés.

L'enseignement s'appuiera sur des connaissances générales de base (vocabulaire et syntaxe).

La diversité des niveaux de départ des étudiants pourra entraîner la mise en place de groupes de niveaux homogènes.

## H) PROJETS TUTORÉS

### FORMATION DIRIGÉE : 300 heures

#### 150 heures en 1ère année

#### 150 heures en 2ème année

Ces projets ont pour but de développer l'autonomie de l'étudiant dans les domaines de la gestion de ses études et de l'acquisition des méthodes de travail et ceci individuellement ou collectivement. Ces projets tutorés doivent concourir à l'assimilation des connaissances du programme pédagogique et développer le sens de l'initiative et de l'autonomie.

Les projets pourront balayer l'ensemble des disciplines abordées durant les études et les sujets de la spécialité devront être privilégiés en fin de 2ème année.

#### 1ère année : 150 heures

Les projets pourront être assez nombreux et ils devront développer chez l'étudiant la méthodologie. Ils pourront porter en particulier sur :

- la recherche bibliographique
- l'analyse de documents scientifiques et techniques
- la réalisation de manipulations de base

#### 2ème année : 150 heures

Les projets développés au cours de la 2ème année seront moins nombreux ; ils pourront être regroupés en un projet tutoré unique. Ils pourront se dérouler sur des périodes bloquées (temps plein) ou être étalés sur plusieurs mois. Ces projets seront réalisés en liaison étroite avec les enseignants de Génie Chimique et de Technologie et devront permettre à l'étudiant de mettre en application ou d'approfondir l'ensemble des enseignements dispensés au cours des deux années de scolarité. L'ensemble du travail pourra nécessiter une étude bibliographique, des calculs prévisionnels d'appareillage, la recherche du matériel et des matériaux dans des catalogues commerciaux, la réalisation de schémas de certains sous-ensembles, des essais expérimentaux ainsi qu'une évaluation économique sommaire.

Les projets feront l'objet d'un rapport écrit et éventuellement d'une présentation orale.

Les sujets ainsi que les contenus des projets seront définis par les équipes pédagogiques constituées par les enseignants ayant vocation à enseigner dans les départements Génie Chimique des IUT. L'encadrement des projets sera assuré par des tuteurs enseignants qui assureront également la correction et l'évaluation.

PROGRAMME DES MATIÈRES SPÉCIFIQUES A L'OPTION "PROCÉDÉS"

A) GÉNIE CHIMIQUE (THÉORIQUE ET PRATIQUE) - UE3 EN 2ÈME ANNÉE

COURS : 36 heures en 2ème année

TRAVAUX DIRIGES : 69 heures en 2ème année

1) Compléments de distillation

- Distillation continue d'un mélange binaire : méthodes de Mac Cabe et Thiele et de Ponchon et Savarit
- Distillation discontinue
- Distillation des azéotropes
- Distillation d'un mélange complexe

2) Réacteurs chimiques

- Réacteur parfaitement agité, réacteur piston
- Association de réacteurs
- Influence des facteurs physiques (pression, température...)
- Bilans matière et thermique
- Notion de distribution des temps de séjour

TRAVAUX PRATIQUES : 96 heures en 2ème année

- Équilibre liquide-liquide des mélanges binaires et ternaires à miscibilité partielle
- Distillation continue II
- Distillation discontinue II
- Absorption
- Adsorption
- Réacteurs chimiques
- Simulation : calcul des propriétés thermodynamiques et d'équilibres de phase par un logiciel, simulation numérique des procédés industriels : utilisation de logiciels de conception.

B) ENSEIGNEMENT SPÉCIALISÉ DE GÉNIE CHIMIQUE - UE3 EN 2ÈME ANNÉE

TRAVAUX DIRIGÉS : 20 heures en 2ème Année

TRAVAUX PRATIQUES : 36 heures en 2ème Année

1) Colonnes industrielles

- Colonnes à garnissage, divers types de garnissage, nature, propriétés, choix
- Colonnes à plateaux, à calottes, à soupapes, à grilles, perforés
- Comparaison des plateaux et des garnissages, critères de choix, implantation
- Dimensionnement des colonnes, hydrodynamique des colonnes
- Conception des colonnes, choix du matériel

2) Technologie du transfert de matière et des réacteurs

- Extracteurs : mélangeurs, colonnes
- Différents types de réacteurs : tubulaires, agités
- Cristalliseurs

C) CHIMIE (THÉORIQUE ET PRATIQUE) - UE2 EN 2ÈME ANNÉE

COURS : 29 heures en 2ème année

TRAVAUX DIRIGES : 36 heures en 2ème année

La première partie de cet enseignement porte sur les différentes méthodes physico-chimiques d'analyse de composés organiques et minéraux.

La seconde partie introduit les notions de base de la chimie organique et minérale et présente les principaux dérivés fonctionnels en vue de comprendre les procédés de la chimie industrielle.

1) Chimie instrumentale et applications industrielles

- Méthodes spectrophotométriques d'analyse
- Méthodes électrochimiques (analytiques et industrielles)
- Méthodes chromatographiques

2) Chimie systématique

**Chimie organique générale**

- Description des mécanismes, des différentes fonctions et principales réactions rencontrées en chimie organique
- Applications à l'étude des principales familles de composés organiques :
  - . Les hydrocarbures
  - . Les dérivés halogénés
  - . Les dérivés oxygénés
  - . Les dérivés azotés
  - . Les dérivés soufrés
  - . Les macromolécules



**Les grands procédés de la chimie industrielle**

L'étude des grands procédés industriels permettra d'illustrer les mécanismes des principales réactions rencontrées en chimie organique et minérale

On prendra des exemples d'opérations de synthèse ou de transformation concernant les grandes familles de composés suivantes:

**- Chimie organique :**

- . Hydrocarbures saturés
- . Hydrocarbures insaturés
- . Dérivés halogénés
- . Dérivés oxygénés
- . Dérivés azotés
- . Dérivés soufrés
- . Macromolécules, polymères

**- Chimie minérale :**

- . Dérivés du soufre
- . Dérivés de l'azote
- . Dérivés du phosphore
- . Dérivés du chlorure de sodium
- . Dérivés du silicium
- . Dérivés du calcium
- . Applications des composants de l'air
- . Dérivés du fluor

TRAVAUX PRATIQUES : 54 heures en 2ème année

**1) Physico-chimie analytique**

Applications sur différents postes de manipulation des méthodes électrochimiques, optiques et chromatographiques.

**2) Chimie préparative**

Préparations et analyses de produits organiques ou minéraux.

## PROGRAMME DES MATIÈRES SPÉCIFIQUES A L'OPTION "BIO-PROCÉDÉS"

## A) GÉNIE BIOCHIMIQUE (THÉORIQUE ET PRATIQUE) - UE3 EN 2ÈME ANNÉE

COURS : 36 heures en 2ème année

TRAVAUX DIRIGES : 42 heures en 2ème année

Les opérations unitaires jouent un rôle fondamental aussi bien dans les industries chimiques que biologiques et de plus, dans ce dernier cas, les problèmes de stérilisation revêtent une importance primordiale. C'est pourquoi, le cours de génie chimique est commun aux deux options. Cependant, les travaux dirigés doivent correspondre à des exemples pris dans les activités spécifiques.

Aussi pour l'option "Bio-Procédés", on étudiera le fonctionnement des différents appareils avec des produits très variés tels que : lait, lactosérum, sirop de saccharose, sirop de glucose-fructose, mélasse, jus de fruits, vins, vinasse, produits de fermentation de l'agroalimentaire et de l'industrie pharmaceutique, produits végétaux (fruits, légumes), produits lignocellulosiques, etc...

Le programme de Génie Biochimique comprendra :

**- Méthodes de séparation par :**

- . Centrifugation
- . Essorage
- . Échanges d'ions
- . Membranes (dialyse, ultrafiltration, osmose inverse, pervaporation, microfiltration tangentielle)

**- Les sécheurs****- Les réacteurs biochimiques****. Cinétiques enzymatiques**

. Réacteurs enzymatiques (enzymes en suspension, enzymes fixés : lits fixes ou fluidisés)

**. Cinétiques microbiennes**

. Fermenteurs agités : ouverts, fermés et à biomasse fixée

. Réacteurs à cellules animales

**- Bioénergétique**

. Fermentation méthanique

. Pyrolyse et gazéification

. Perspectives de développement

**- Procédés de stérilisation**

. Des milieux

. Des appareillages

**- Influence du conditionnement sur la préservation et la conservation de la matière biologique**

. Stabilisation par traitements thermiques : pasteurisation, appertisation, stérilisation

- . Stabilisation par le froid : réfrigération et congélation
- . Stabilisation par abaissement de l'activité de l'eau : lyophilisation
- . Autres procédés

TRAVAUX PRATIQUES : 39 heures en 2ème année

- . Sécheur à atomisation
- . Séparations par membranes
- . Lyophilisation
- . Stérilisation
- . Transport pneumatique
- Réacteurs biochimiques
- . Cinétiques enzymatiques
- . Cinétiques microbiennes
- . Fermenteurs aérobies (agitation, mélange, transfert de matière)
- . Réacteurs à biomasse fixée (lits bactériens, etc...)
- Rhéologie
- . Viscosité et courbe d'écoulement de fluides newtoniens, non newtoniens et des suspensions (application à des produits biologiques et alimentaires)

B) ENSEIGNEMENT SPÉCIALISÉ DE GÉNIE CHIMIQUE ET BIOCHIMIQUE - UE3 EN 2ÈME ANNÉE

TRAVAUX DIRIGES : 35 heures en 2ème Année

TRAVAUX PRATIQUES : 12 heures en 2ème Année

1) Technologie des réacteurs biologiques : agitation, aération, stérilisation, etc...

- Agitation
- Aération
- Stérilisation
- Séparation par membrane
- Sécheur atomisation
- Centrifugation
- Colonnes à garnissage et à plateaux

2) Technologie du transfert de matière

- Extracteurs liquide-liquide
- Cristalliseurs
- Extracteurs solide-liquide

C) CHIMIE-BIOCHIMIE (THÉORIQUE ET PRATIQUE) - UE3 EN 2ÈME ANNÉE

COURS : 36 heures en 2ème année

TRAVAUX DIRIGES : 34 heures en 2ème année

Le but de ce cours est de présenter la nature et les propriétés des molécules et produits de base de la matière biologique d'une part, et les différentes méthodes physico-chimiques d'analyse de ces molécules biologiques d'autre part.

1) Principes fondamentaux

- Présentation des différentes chaînes et fonctions en chimie organique
- Étude de la stéréochimie et des isoméries
- Règles générales de la nomenclature internationale

2) Chimie organique

- Notions sur les hydrocarbures
- Alcools et fonctions dérivées ou apparentées (éther, glycol, époxydes, ...)
- Amines
- Dérivés carboxylés : aldéhydes, cétones, fonctions carboxyliques

3) Chimie biologique

On présentera les principaux composés biologiques et leurs applications industrielles potentielles.

- Acides aminés : liaisons peptidiques, protéines
- Glucides : structures et propriétés
- Lipides : structures et propriétés
- Acides nucléiques et biosynthèses protéiques
- Aspect énergétique des réactions biochimiques (on pourra présenter en illustration le cycle de KREBS)

Remarque : On attirera l'attention des étudiants sur le fait que certaines molécules peuvent être obtenues aussi bien par biosynthèse que par synthèse chimique.

4) Chimie instrumentale et applications industrielles

- Méthodes spectrophotométriques d'analyse

- Méthodes chromatographiques analytiques et préparatives
- Méthodes électrophorétiques
- Méthodes électrochimiques

TRAVAUX PRATIQUES : 64 heures en 2ème année

1) Chimie instrumentale

- Spectrophotométries moléculaires U.V. et visible
- Spectrophotométries d'émission et d'absorption atomique
- Chromatographie d'absorption sur colonne, CCM, chromatographie sur papier
- Chromatographie gazeuse (C.P.) et liquide (C.L.H.P.)
- Dosages potentiométriques
- Électrophorèse sur gel

Ces méthodes d'analyse pourront être appliquées aux manipulations de chimie organique et de biochimie

2) Chimie organique

- Préparation et analyse de produits organiques présentant les principales fonctions rencontrées en chimie organique (alcools, acides, aldéhydes, cétones, etc...)

3) Biochimie

- Dosage des protéines : azote total, dosages colorimétriques
- Analyse d'une protéine : méthode d'hydrolyse, analyses qualitative et quantitative des aminoacides
- Dosage des acides nucléiques
- Méthodes de caractérisation et de dosage de quelques glucides
- Méthodes d'extraction des lipides : analyse des acides gras et des glycérides
- Enzymologie : préparation d'un extrait enzymatique brut et purification
- Exemple de détermination d'une activité enzymatique

D) MICROBIOLOGIE (THÉORIQUE ET PRATIQUE) - UE3 EN 2ÈME ANNÉE

COURS : 24 heures en 2ème année

TRAVAUX DIRIGES : 14 heures en 2ème année

Le but de ce cours est de donner aux étudiants des notions sur les réactions microbiologiques et leur mise en oeuvre industrielle afin qu'ils puissent aborder le cours de Génie Biochimique relatif au calcul des réacteurs microbiologiques. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire que les étudiants maîtrisent :

- les concepts d'asepsie et de qualité hygiénique,
- les notions de bases sur les principaux groupes de micro-organismes d'intérêt industriel,
- les principes physiologiques et biochimiques de la réaction microbiologique.

1) Les bonnes pratiques de la microbiologie

- Équipement et instrumentation de laboratoires,
- La récolte et la conservation des prélèvements,
- Principe de numération, d'isolement et d'identification des micro-organismes (l'accent sera mis sur les techniques rapides récentes)
- Bases de l'hygiène, de la sécurité et de la qualité microbiologique en milieu industriel,
- Utilisation des agents antimicrobiens.

2) Les bactéries

- La cellule bactérienne : morphologie, structure, composition chimique,
- Métabolisme,
- Nutrition et conditions physico-chimiques de la croissance,
- Reproduction et génétique bactérienne
- Produits de sécrétions, toxigénèse, antibiotiques

3) Levures et moisissures

- Caractères généraux,
- Physiologie, métabolisme et conditions de croissance,
- Groupes d'intérêt industriel,
- Utilisations et moyens de lutte.

4) Les virus

- Caractères généraux
- Notions élémentaires sur la structure et les interactions virus-cellules animales,
- Les bactériophages - Structure, infection lytique, lysogénie,
- Détection et moyens de lutte.

5) Les cellules animales

- Propriétés (système eucaryote supérieur : glycosilation, méthylation...)
- Intérêts et perspectives (production d'hormones, anticorps, autres molécules...)

- Applications industrielles.

6) Génétique microbienne : (Notions de bases)

- L'information génétique,
- L'amélioration des souches : mutation, transformation, génie génétique.

7) Notions de microbiologie industrielle

- Conservation et propagation des souches,
- Milieux industriels de culture,
- Exemples de fermentation industrielle.

TRAVAUX PRATIQUES : 40 heures en 2<sup>ème</sup> année

- La manipulation microbiologique : travailler stérilement,
- Ensemencement, isolement, dénombrement,
- Examen microscopique des bactéries, des levures et moisissures à l'état fixe et par coloration,
- Analyse microbiologique de produits : charge microbienne, flores indicatrices,
- Mesure de biomasse par différentes techniques,
- Conditions physico-chimiques de croissance : T°, pH,
- Inhibiteurs de croissance (exogènes ou de sécrétion),
- Facteurs de croissance (vitamines, sels minéraux, azote, carbone...)
- Culture mixte (synergie et compétition...)
- Contrôle de la qualité microbienne de l'air, de l'eau, du matériel,
- Techniques d'identification classiques et rapides.