

DIPLÔME D'INGÉNIEUR SPÉCIALITÉ GÉNIE CHIMIQUE ET PÉTROCHIMIQUE

Langue principale d'enseignement :

Français Anglais Arabe

Campus où le programme est proposé : CST

OBJECTIFS

Le programme de Diplôme d'ingénieur, spécialité génie chimique et pétrochimique, a pour objectifs de former des étudiants aptes à :

- Poursuivre des carrières professionnelles réussies en résolvant habilement les problèmes d'ingénierie émergents.
- Contribuer à la croissance et au développement durables de la société.
- Entretenir leur curiosité intellectuelle et approfondir leurs connaissances et compétences leur permettant d'assimiler les avancées de la profession dans un monde en mutation.
- Assumer des rôles de leadership en respectant la diversité et les pratiques éthiques.

COMPÉTENCES

- Identifier, formuler et résoudre des problèmes d'ingénierie complexes en appliquant les principes d'ingénierie, de sciences et de mathématiques.
- Appliquer les méthodes de conception d'ingénierie pour produire des solutions qui répondent à des besoins spécifiés, tout en tenant compte de la santé publique, de la sécurité et du bien-être, ainsi que de facteurs globaux, culturels, sociaux, environnementaux et économiques.
- Communiquer efficacement avec des publics variés.
- Reconnaître les responsabilités éthiques et professionnelles dans des situations d'ingénierie et formuler des opinions critiques qui doivent prendre en compte l'impact des solutions d'ingénierie dans des contextes globaux, économiques, environnementaux et sociétaux.
- Fonctionner efficacement dans une équipe dont les membres assurent ensemble le leadership, créent un environnement collaboratif et inclusif, établissent des buts, planifient des tâches et atteignent des objectifs.
- Développer et mener des expériences appropriées, analyser et interpréter des données et utiliser un jugement d'ingénieur pour tirer des conclusions.
- Acquérir et appliquer de nouvelles connaissances au besoin, en utilisant des stratégies d'apprentissage appropriées.

EXIGENCES DU PROGRAMME

180 crédits : UE obligatoires (152 crédits), UE optionnelles fermées (26 crédits), UE optionnelles ouvertes (2 crédits)

UE Formation générale de l'USJ (26 crédits peuvent appartenir à une ou plusieurs des catégories ci-dessus)

UE Formation générale de l'USJ (26 crédits)

Au moins 10 crédits supplémentaires sont obtenus au Département des classes préparatoires

Anglais (4 Cr.)

Anglais Niveau A (4 Cr.)

Arabe (4 Cr.)

Optionnelle ouverte arabe : Langue ou Culture arabe (2 Cr.)

Droit des affaires (2 Cr.)

Sciences humaines (4 Cr.)

Éthique et ingénierie (4 Cr.)

4 crédits sont obtenus au Département des classes préparatoires

Sciences sociales (6 Cr.)

Optionnelle fermée : Entrepreneuriat (2 Cr.) ou Work Ready Now (2 Cr.)



Gestion de production (2 Cr.)

Gestion des projets (2 Cr.)

Techniques de communication (8 Cr.)

Techniques d'expression et de communication (2 Cr.)

Projet « Design d'un procédé » (équivalent à 2 crédits des 6 de l'UE)

Projet de fin d'études (équivalent à 4 crédits des 6 de l'UE)

Techniques quantitatives

6 crédits sont obtenus au Département des classes préparatoires

UE fondamentales

UE obligatoires (152 crédits)

Agitation mécanique et transfert (2 Cr.)

Analyse numérique (4 Cr.)

Anglais (4 Cr.)

Bilans de masse et d'énergie (6 Cr.)

Bioréacteurs et fermentation (2 Cr.)

Chimie des polymères (4 Cr.)

Chimie industrielle (4 Cr.)

Chimie théorique (4 Cr.)

Cinétique chimique/Catalyse hétérogène (2 Cr.)

Conception d'équipements des procédés (4 Cr.)

Contacteurs : système G-L. F-S. L-L (4 Cr.)

Droit des affaires (2 Cr.)

Dynamique et contrôle des procédés (4 Cr.)

Éthique et ingénierie (4 Cr.)

Génie thermique (2 Cr.)

Gestion de l'énergie appliquée aux procédés et utilités (2 Cr.)

Gestion de production (2 Cr.)

Gestion des projets (2 Cr.)

Informatique et bases de données (4 Cr.)

Introduction aux procédés continus et discontinus (4 Cr.)

Mécanique des fluides (4 Cr.)

Modélisation et simulation (2 Cr.)

Opérations unitaires : adsorption, séchage, cristallisation (4 Cr.)

Procédés de formulation (4 Cr.)

Procédés de Raffinage (6 Cr.)

Procédés pétrochimiques (4 Cr.)

Projet « Design d'un procédé » (6 Cr.)

Projet de fin d'études (16 Cr.)

Qualité, Hygiène, Sécurité (2 Cr.)

Réacteurs idéaux et non-idéaux (2 Cr.)

Stage d'été (2 Cr.)

Stage d'été 2 (2 Cr.)

Statistiques (4 Cr.)

Synthèse totale et méthodes d'activation (4 Cr.)

Techniques d'expression et de communication (2 Cr.)

Techniques de séparation (6 Cr.)

Techniques mathématiques en génie chimique (6 Cr.)

Thermodynamique chimique (4 Cr.)

TP Génie des procédés (2 Cr.)

Transfert de masse (4 Cr.)

UE optionnelles fermées (26 crédits)

Six UE à choisir de la liste suivante :

Analyse statistique et conception des opérations pharmaceutiques (4 Cr.)



Conception de procédés pharmaceutiques (4 Cr.)
 Conception et réalisation des puits (4 Cr.)
 Fabrication et emballages d'aliments (4 Cr.)
 Gestion des déchets solides et dangereux (4 Cr.)
 Ingénierie des réservoirs (4 Cr.)
 Matériaux composites (4 Cr.)
 Matériaux lubrifiants et tribologie (4 Cr.)
 Microbiologie-Catalyse enzymatique (4 Cr.)
 Production du pétrole (4 Cr.)
 Technologie de forage (4 Cr.)
 Techniques biochimiques et instrumentation (4 Cr.)
 Traitement des eaux usées (4 Cr.).

Une UE à choisir : Entrepreneurship (2 Cr.) ou Work Ready Now (2 Cr.)

UE optionnelle ouverte : Langue ou Culture arabe (2 Cr.)

PLAN D'ÉTUDES PROPOSÉ

Semestre 1

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
020ANNCS1	Analyse numérique	4
020BMECS1	Bilans de masse et d'énergie	6
020CHPCS1	Chimie des polymères	4
020CHTCS1	Chimie théorique	4
020CCHCS1	Cinétique chimique/Catalyse hétérogène	2
020ETHCS1	Éthique et ingénierie	4
020IBDCS1	Informatique et bases de données (+TP)	4
020THCCS1	Thermodynamique chimique	4
	Total	32

Semestre 2

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
020CHICS2	Chimie industrielle	4
020DROCS2	Droit des affaires	2
020PROCS2	Introduction aux procédés continus et discontinus	4
020MEFCS2	Mécanique des Fluides	4
020QHSCS2	Qualité, Hygiène, Sécurité	2
020RNICS2	Réacteurs idéaux et non-idéaux	2
020STACS2	Statistiques	4
020STMCS2	Synthèse totale et méthodes d'activation	4
020COMCS2	Techniques d'expression et de communication	2
020PDTCS2	Transfert de masse	4
	Optionnelle ouverte : Langue ou Culture arabe	2
	Total	34

Semestre 3

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
020CEPCS3	Conception d'équipements des procédés	4
020CONCS3	Contacteurs : systèmes G-L, F-S, L-L	4
020DCPCS3	Dynamique et contrôle des procédés	4
020GTHCS3	Génie thermique	2
020MOSCS3	Modélisation et simulation	2
020PRPCS3	Procédés de raffinage	6
020ST1CS3	Stage d'été 1	2
020TESCS3	Techniques de séparation	6
	Optionnelle fermée	4
	Total	34

Semestre 4

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
020AMTCS4	Agitation mécanique et transfert	2
020ANGCS4	Anglais	4
020BRFCS4	Bioréacteurs et fermentation	2
020GEPCS4	Gestion de production	2
020OPUCS4	Opérations unitaires : adsorption, séchage, cristallisation (+TP)	4
020PPCS4	Procédés pétrochimiques	4
020PDPCS4	Projet « Design d'un procédé »	6
020TMCCS4	Techniques mathématiques en génie chimique	6
	Optionnelle fermée: Culture générale	2
	Total	32

Semestre 5

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
020GEACS5	Gestion de l'énergie appliquée aux procédés et utilités	2
020GPRCS5	Gestion des projets	2
020PFOCS5	Procédés de formulation (+TP)	4
020ST2CS5	Stage d'été 2	2
020GEPCS5	TP génie des procédés	2
	Optionnelle fermée	20
	Total	32

Semestre 6

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
020PF ECS6	Projet de fin d'études	16
	Total	16

DESCRIPTIFS DES UE

020ANNCS1	Analyse numérique	4 Cr.
<p>Introduction générale aux méthodes numériques. Approximation et interpolation. Intégration numérique. Dérivation numérique. Résolution numérique des équations différentielles. Systèmes d'équations linéaires. Équations et systèmes d'équations non linéaires. Méthodes de calcul des valeurs propres. Équations aux dérivées partielles.</p> <p>Prérequis : Analyse 2 (020AN2N14), Algèbre bilinéaire et géométrie (020ALBN13)</p>		
020AMTCS4	Agitation mécanique et transfert	2 Cr.
<p>Types de bioréacteurs - Réacteur aéré agité : contraintes hydrodynamiques. Modélisation et extrapolation de la fermentation</p> <p>Prérequis : Transfert de masse (020PDTCS2)</p>		
020ASCCS5	Analyse statistique et conception des opérations pharmaceutiques	4 Cr.
<p>Le cours fournit une introduction à l'analyse statistique et aux méthodes de conception expérimentale et à leurs applications à la conception et à l'optimisation des processus pharmaceutiques. Les concepts et méthodes statistiques classiques seront examinés à l'aide d'exemples pharmaceutiques, notamment des scénarios de développement de produits / processus, des tests de routine en cours de fabrication et des produits finis et des enquêtes sur les défaillances. Les exigences réglementaires pour le test des échantillons, les plans d'échantillonnage, le dosage des comprimés et des capsules, l'uniformité du contenu, la dureté, la friabilité, la dissolution et les tests de biodisponibilité seront discutés en détail.</p> <p>Prérequis : Statistique (020STACS2)</p>		
020ANGCS4	Anglais	4 Cr.
<p>Ce cours est conçu pour développer la pensée critique, la lecture, l'expression orale et écrite. Il se concentre sur la synthèse des sources pour produire un document de recherche et le défendre devant un public. L'accent est mis sur la lecture analytique de différents types de textes requis dans les disciplines ainsi que sur la synthèse à partir de sources variées pour produire un texte écrit et le présenter oralement.</p>		
020BMECS1	Bilans de matière et d'énergie	6 Cr.
<p>Opérations unitaires et analyse des degrés de liberté. Bilans matière sur les procédés unitaires. Calculs sur des procédés à plusieurs unités. Bilans matière dans les procédés avec réaction. Systèmes multiples avec réaction, recyclage et purge. Bilans énergétiques en absence de réaction. Bilans énergétiques avec réaction. Bilans matière et énergétique en conditions transitoires.</p> <p>Prérequis : Thermodynamique 2 (020TH2N13)</p>		
020BRFCS4	Bioréacteurs et fermentation	2 Cr.
<p>Les méthodes de la microbiologie. La croissance microbienne : analyse. La croissance microbienne : analyse cinétique. Réactions croissance et production. La croissance microbienne : les méthodes de mesure de la biomasse. La cellule microbienne : structure et fonction (schéma). Analyse cinétique d'une fermentation. Présentation générale du métabolisme (nutrition ; substrats et produits). Les grandes voies métaboliques. Procédés microbiens : lois cinétiques, cinétiques des procédés industriels. Modélisation des procédés de fermentation : modèles physiologiques, fermentations industrielles. Travaux pratiques de fermentation.</p>		
020CHPCS2	Chimie des polymères	4 Cr.
<p>Chapitre I – Introduction – Définition des polymères, nomenclature et classifications. Chapitre II- Notions de macromolécules : enchaînement des unités, tacticité et masses macromoléculaires. Chapitre III - Réactions et techniques de polymérisation : polymérisations par étapes - polymérisations en chaînes. Chapitre IV – Les polymères et la cohésion des systèmes macromoléculaires. Chapitre V - Morphologie à l'état condensé. Chapitre</p>		

VI - Transitions de phases. Chapitre VII - Structures particulières. Chapitre VIII - Propriétés thermomécaniques des polymères. Chapitre IX - Additifs et adjuvants dans les polymères. Chapitre X - Procédés de transformation des polymères.

Prérequis : Chimie organique (020CORNI3)

020CHICS2	Chimie industrielle	4 Cr.
Étude de quelques grands procédés de l'industrie chimique minérale et organique. Conception d'un schéma par blocs et du 1er flow sheet d'un procédé à partir de sa description, choix de technologie (réacteur, séparations), positionnement des recyclages, purge, etc. Quelques éléments sur les aspects sécurité, impact environnemental des procédés.		
020CHTCS1	Chimie théorique	4 Cr.
Introduction aux phénomènes quantiques, les postulats de la MQ : moment cinétique, l'atome d'hydrogène. Les grandes méthodes d'approximation : principe variationnel, théorie des perturbations. L'atome à plusieurs électrons. L'approximation des orbitales atomiques. L'approximation des orbitales moléculaires et les méthodes de la chimie quantique : Hartree-Fock, méthode de Hückel. Application aux molécules diatomiques et polyatomiques. Rôle de la symétrie spatiale. Introduction à la réactivité. Approximation des orbitales frontières		
Prérequis : Atomistique (020ATONI2)		
020CCHCS1	Cinétique chimique/Catalyse hétérogène	4 Cr.
Réactions en séquence ouverte et fermée. Concepts de base de la catalyse et de la cinétique hétérogène. Différentes étapes de l'acte catalytique (diffusion, adsorption et réaction de surface). Propriétés des catalyseurs solides et leurs principales applications industrielles et environnementales.		
Prérequis : Cinétique homogène (020CIHNI4)		
020COMCS2	Techniques d'expression et de communication	2 Cr.
La communication est d'une grande importance pour un étudiant en ingénierie. En effet, que ce soit dans les activités académiques ou professionnelles, la transmission d'informations est un outil puissant pour convaincre, voire influencer. La communication est incontournable, mais elle comporte de nombreuses erreurs et risques à éviter. Dans le cas contraire, la réception des informations risque d'être perturbée et mal comprise. Ce cours offre aux étudiants la connaissance des règles de base essentielles des principaux modes de communication (écrite, verbale et non verbale) et les sensibilise aux erreurs à éviter.		
020CEPCS3	Conception d'équipements des procédés	4 Cr.
Procédure de conception générale. Méthodologie de conception. Étapes de l'activité de conception. Conception de processus et conception mécanique. Propriétés mécaniques du matériau. Facteur de sécurité. Matériau de construction. Sélection. Considérations économiques dans le processus de conception. Conception des éléments de base de la machine (arbres, clés et courroie). Conception des composants mécaniques tels que les types d'accouplements à bride protégés et non protégés. Un bref aperçu des aspects de la conception du processus de l'enceinte sous pression (comme un réacteur par exemple), de la conception de la tête (plate, hémisphérique, torrisphérique, elliptique et conique). Conception des réservoirs de stockage. Étude de différents types de cuves de stockage et d'applications. Récipients atmosphériques, récipients pour le stockage de liquides volatils et non volatils. Stockage de gaz. Pertes dans des récipients de stockage. Divers types de toits. Types d'échangeurs de chaleur. Codes et normes pour les échangeurs de chaleur. Conception de l'échangeur de chaleur (tube en U et tube fixe), c'est-à-dire coque, tête, tubes. Encrassement dans l'échangeur de chaleur. Types d'encrassement. Mesures de sécurité et dispositifs de protection excessive dans la conception des équipements. Analyse des risques dans la conception des équipements, dispositifs de protection contre les surpressions tels que purge, soupapes de surpression, disque de rupture, purge de vapeur, etc.		
020CPPCS4	Conception des procédés pharmaceutiques	4 Cr.
Introduction à la synthèse, la séparation et le traitement stérile et leurs applications à la conception et à l'optimisation des processus pharmaceutiques. Les principes fondamentaux de la synthèse de médicaments.		

Exemples pharmaceutiques industriels. Introduction aux opérations essentielles utilisées dans la fabrication de produits pharmaceutiques. Processus de séparation, distillation, cristallisation, filtration, lyophilisation et séchage. Cycle de vie des produits pharmaceutiques, de la variabilité, des tests et des spécifications des ingrédients pharmaceutiques. Les opérations unitaires, y compris le mélange, la granulation, les opérations sur lit fluidisé, le broyage, le remplissage des capsules, le compactage, l'enrobage des comprimés, la mise à l'échelle, le dépannage et l'optimisation.

020CPRCS5	Conception et réalisation des puits	4 Cr.
------------------	--	--------------

Ce cours est le deuxième cours sur le forage de puits de pétrole et de gaz que l'étudiant suit. Une connaissance de base des appareils de forage, onshore et offshore, et de leurs composants est nécessaire. Ce cours se concentre sur la construction d'un puits depuis le début où la cave est préparée, l'appareil de forage est situé, le forage des trous consécutifs, l'exécution du tubage et sa cimentation, la constitution des têtes de puits et tous les processus impliqués dans ces étapes majeures. Processus tels que l'équipement de fond de trou, les fluides de forage, les produits tubulaires, le forage directionnel et horizontal, les processus qui garantissent l'atteinte réussie de la TD (profondeur totale) et avoir une idée des défis de forage qui peuvent être rencontrés pendant le processus de construction du puits.

Prérequis : Technologie de Forage (020TDFCS3)

020CONCS3	Contacteurs : systèmes G-L, F-S, L-L	4 Cr.
------------------	---	--------------

Technologie des contacteurs gaz-liquide : cas des colonnes à plateaux et à garnissage. Dimensionnement des technologies pour les mettre en œuvre dans des colonnes de séparation gaz liquide à contrecourant. Description des contacteurs industriels (contacteurs à étages individualisés, contacteurs différentiels). Critères de sélection des appareils. Généralités : classification des contacteurs fluide-solide, applications, avantages et inconvénients. Caractérisation des solides divisés (échelle du grain, lit de particules) : porosités, masses volumiques, compressibilité d'une poudre, surfaces spécifiques, diamètres équivalents et facteur de forme, répartition granulométrique et diamètre moyen, cohésivité et coulabilité d'une poudre. Écoulement à travers des lits fixes : rayon et diamètre hydraulique, loi de Darcy, relation de Kozemy-Carman, relation de Ergun. Contacteur à lit fluidisés : présentation générale, différents régimes hydrodynamiques, classification des poudres, vitesses limites de fluidisation, expansion des lits fluidisés, phénomènes de bullage, technologie (calcul du distributeur, calcul du cyclone, calcul de la TDH), transferts thermiques, exemples d'application.

Prérequis : Transfert de masse (020PDTCS2)

020DROCS2	Droit des affaires	2 Cr.
------------------	---------------------------	--------------

Introduction au droit, règles et sanctions. Les droits subjectifs. Le procès, première instance, voies de recours (en matière civile et commerciale). Droit commercial : les actes de commerce, les commerçants, les fonds de commerce. Les sociétés commerciales. Cadre juridique de l'environnement légal de l'entreprise. Principaux outils de paiement et de crédit. Garanties données et reçues par l'entreprise.

020DCPCS3	Dynamique et contrôle des procédés	4 Cr.
------------------	---	--------------

Introduction au contrôle des processus : caractéristiques et problèmes associés. Modélisation dynamique des processus chimiques. Transformée de Laplace et solutions des équations différentielles. Fonction de transfert et comportement dynamique des systèmes du premier et du second ordre. Contrôle en boucle fermée. Principes de base et techniques nouvelles relatives à la dynamique des procédés continus, discontinus et hybrides. Développement d'une méthodologie en modélisation (élaboration et structuration des modèles) et en stimulation dynamique des procédés basés sur le traitement algèbro-différentiel avec des extensions en vue de l'identification des paramètres, de la simulation sous contraintes et de l'optimisation.

Prérequis : Introduction aux procédés continus et discontinus (020PROCS2)

020ENPCS2	Entrepreneurship	2 Cr.
------------------	-------------------------	--------------

Devriez-vous devenir entrepreneur ? Quelles sont les compétences dont les entrepreneurs ont besoin ? Entrepreneurs dans une économie de marché. Sélectionnez un type de propriété. Élaborez un plan d'affaires. Identifiez et répondez à un besoin du marché. Financez, protégez et assurez votre entreprise. Choisissez votre emplacement et créez une entreprise. Commercialisez votre entreprise. Embaucher et gérer un personnel. Tenue

de registres et comptabilité. Gestion financière. Utiliser la technologie. Respectez vos obligations légales, éthiques et sociales.

020ETHCS1	Éthique et ingénierie	4 Cr.
------------------	------------------------------	--------------

Le cours s'adresse aux étudiants destinés à travailler dans des entreprises publiques ou privées et dans tous les domaines. L'objectif du cours est de faire prendre conscience de la nécessité d'une éthique qui devient aujourd'hui incontournable, compte tenu des tendances actuelles en matière de développement durable, de diffusion de l'information auprès des parties prenantes et de concurrence transparente. Le cours offre aux futurs ingénieurs la possibilité de comprendre les enjeux commerciaux d'un point de vue analytique et de se distinguer par leur professionnalisme et leur attitude éclairée en matière d'éthique. Enfin, les étudiants seront plus attentifs aux démarches entrepreneuriales et à la réflexion éthique qui l'accompagne.

020FEACS5	Fabrication et emballages d'aliments	4 Cr.
------------------	---	--------------

Ce cours fournit une compréhension complète des matériaux et des processus d'emballage alimentaire. Les étudiants exploreront le rôle des ingrédients, découvriront des techniques avancées telles que la micro-encapsulation et la texturisation et auront un aperçu de divers matériaux d'emballage et de leurs processus de fabrication. Les sujets incluent le laminage, le revêtement, l'emballage aseptique et les considérations de perméabilité. À la fin du cours, les étudiants auront une base solide dans le domaine de l'emballage alimentaire, les préparant à prendre des décisions éclairées dans l'industrie.

020GTHCS3	Génie thermique	2 Cr.
------------------	------------------------	--------------

Étude de la convection (convection naturelle : relations empiriques, convection forcée dans les canalisations, régime laminaire - relations théoriques et relations empiriques, régime turbulent - relations empiriques, Extension aux canalisations non cylindriques et aux écoulements en film, convection forcée autour d'obstacles solides, cas du cylindre et de la sphère, cas des faisceaux de tubes, cas de la calandre d'un échangeur multitubulaire). Théorie des échangeurs de chaleur (notion de co-courant, contre-courant et multipasses, définition et expression du coefficient global d'échange, méthode de DTML, Méthode de l'efficacité, méthode pratique de dimensionnement : cette partie est essentiellement traitée sur l'exemple des échangeurs multitubulaires). Autres technologies de transfert de chaleur (échangeurs à plaques et spirale, transfert dans les cuves agitées). Transfert avec changement de phase (condensation d'une vapeur pure, condensation d'un mélange de vapeurs).

Prérequis : Thermodynamique 2 (020TH2N13)

020GEACS5	Gestion de l'énergie appliquée aux procédés et utilités	2 Cr.
------------------	--	--------------

Bilans énergétiques globaux. Bilans énergétiques sur un site industriel. Différents usages de l'énergie. Présentation générale des utilités et des procédés typiques. Efficacité énergétique. Gisements d'économie d'énergie. Rappels sur les lois d'échange de chaleur. Méthode de conception des échangeurs de chaleur (calculs thermiques et calculs des pertes de charge). Technologie des aéroréfrigérants et des condenseurs. Production du froid dans l'industrie, composants, (cycle théorique et cycle réel, COP et efficacité de Carnot). Combustion industrielle. Technologies et fonctionnement des chaudières à vapeur (calcul du rendement énergétique, production économique de la vapeur, récupération sur les fumées, réchauffeur d'air, économiseur). Récupération de la chaleur fatale (valorisation par pompe à chaleur, par production locale d'électricité via un ORC). Aspect technico-économique (étude de cas).

020GDSS5	Gestion des déchets solides et dangereux	4 Cr.
-----------------	---	--------------

Ce cours de gestion des déchets offre aux étudiants une compréhension approfondie des principes fondamentaux, des méthodes de production de déchets, des impacts environnementaux et sanitaires, ainsi que d'une gamme d'options de gestion, notamment les décharges contrôlées, la valorisation des matériaux, la valorisation énergétique, la minimisation des déchets, le traitement thermique, le traitement chimique/physique/biologique, l'assainissement des sites et les installations de tri/recyclage des déchets. En examinant les tendances actuelles et futures, les étudiants seront équipés pour développer et mettre en œuvre des stratégies efficaces pour réduire les effets environnementaux, faire progresser les pratiques d'économie circulaire et contribuer à la durabilité mondiale.

020GEPCS4	Gestion de production	2 Cr.
<p>Introduction aux principales méthodes de pilotage des systèmes de production. Système de conception (bureau d'étude, des méthodes, industrialisation) et système de gestion. Approche flux poussés/flux tirés, processus d'entreprise (workflow) et fonctions de relatives à la production. Différences projet/production. Données techniques (nomenclature, gamme opératoire, poste de charge, délais) et données de production. Gestion prévisionnelle de la production (MRP, adaptation charge/capacité, gestion des stocks). Gestion opérationnelle de la production (ordonnancement, achat). Conduite de la production (contrôle/commande, surveillance, lancement, suivi). Solutions logicielles pour la production (APS, ERP, MES, superviseur, automate).</p>		
020GPRCS5	Gestion des projets	2 Cr.
<p>Définition d'un projet. Phasage. Organisation des jalons. Définition des rôles des différents acteurs (MOA, MOE, réalisation). Clarification des objectifs. Découpage du projet (produits, activités, coûts, responsabilités). Démarche de planification. Méthodes de planification. Affectation des ressources. Affectation des coûts-pilotage conjoints. Coûts, délais, qualité, évaluation des tâches, avant, pendant, après, retour d'expérience.</p>		
020IBDCS1	Informatique et bases de données (+TP)	4 Cr.
<p>Ce cours présente les bases de la programmation orientée objet afin de pouvoir développer des applications incluant des bases de données. Il permettra d'acquérir des compétences dans le domaine de la programmation objet et des bases de données et celui de leur mise en œuvre.</p> <p>Ce cours sera divisé en trois phases :</p> <p>Dans la première phase :</p> <p>Présenter le langage C# et le concept fondamental de la programmation objet</p> <p>Dans la deuxième phase :</p> <p>Présenter le concept fondamental des bases de données relationnelles</p> <p>Préciser les notions fondamentales de la mise en place et de l'utilisation de bases de données dans le contexte relationnel. Optimisation des requêtes, SQL, langage PL/SQL, triggers, procédures stockées et vues sous Oracle, MySQL ou PHPMYSQL.</p> <p>Prérequis : Informatique 2 (020IF2NI3)</p>		
020IDRCS5	Ingénierie des réservoirs	4 Cr.
<p>Loi de Darcy et applications. Concepts de perméabilité. Perméabilité relative. Pression capillaire. Mouillabilité. Équations de bilan matière pour différents types de réservoirs et entraînements. Comportement de l'aquifère et afflux d'eau. Déplacement immiscible. Théorie de Buckley-Leverett. Déplacement stable par gravité. Coning et cuspidé. Analyse de courbe de déclin. Délivrabilité du réservoir et du puits de forage.</p> <p>Prérequis : Géologie (020GELN14)</p>		
020PROCS2	Introduction aux procédés continus et discontinus	4 Cr.
<p>Introduction : différence entre procédés continus, discontinus, multiproduit, multifonctionnel. Bilans en régime transitoire. Dynamique des procédés continus et discontinus. Application aux réacteurs. Diagramme de Gantt. Description des problèmes de conception, de planification et d'ordonnancement d'ateliers discontinus : présentation des différents critères. Planification à court terme : notion de recette, représentation des recettes (SSN STN), modèle mathématique associé et optimisation. Simulation des procédés discontinus.</p>		
020MACCS4	Matériaux composites	4 Cr.
<p>Ce cours explore les principes fondamentaux des matériaux composites, couvrant leur classification, leur fabrication, leur caractérisation, leur micromécanique et leur macromécanique. Les composites non conventionnels y sont également abordés.</p> <p>Prérequis : Chimie inorganique et travaux pratiques (020CITN14) - Chimie des polymères (020CHPCS1)</p>		

020MLTCS3	Matériaux lubrifiants et tribologie	4 Cr.
------------------	--	--------------

Ce cours explore l'étude de la tribologie et des lubrifiants, couvrant les principes fondamentaux liés à la friction, à l'usure et à la lubrification. De plus, le cours explore des sujets tels que les huiles de base lubrifiantes et leur importance dans les applications techniques.

Prérequis : Procédés de raffinage (020PRPCS3) - Mécanique des fluides (020MEFCS2)

020MEFCS2	Mécanique des fluides	4 Cr.
------------------	------------------------------	--------------

Statique des fluides. Conservation de la masse, de la quantité de mouvement et de l'énergie. Dynamique des fluides idéaux. Théorie des flux potentiels. Analyse dimensionnelle et similitude. Écoulement de fluide visqueux.

Prérequis : Introduction à la mécanique des fluides (020IMFNI4)

020MCECS3	Microbiologie-Catalyse enzymatique	4 Cr.
------------------	---	--------------

Introduction et historique. Ultrastructure et morphologie. Systématique bactérienne. Croissance et physiologie. Relation bactérie/hôte. Génétique bactérienne. Antibiotiques/antiseptiques. Introduction : structure des acides nucléiques, enzymes de restriction. Les différents types d'ARN. La transcription chez les eucaryotes et les procaryotes. Les modifications postranscriptionnelles chez les eucaryotes et les procaryotes. La régulation de la transcription. Les ribozymes. Le code génétique et la traduction chez les eucaryotes et les procaryotes. Les modifications postraductionnelles. La réplication. Le séquençage. Les différents outils de la biologie moléculaire. Introduction à la biotechnologie. Procédés enzymatiques : lois cinétiques, tendance en enzymologie industrielle, modèles des procédés d'hydrolyse d'amidon. Procédés à enzymes et cellules immobilisées : technologie à enzymes immobilisées, technologie à cellules fixées.

020MOSCS3	Modélisation et simulation	2 Cr.
------------------	-----------------------------------	--------------

Ce cours est conçu pour les étudiants en génie chimique ayant déjà été exposés à Aspen HYSYS®. Il vise à approfondir leur compréhension de la simulation de procédés tout en leur présentant davantage certaines nouvelles fonctionnalités d'HYSYS®. Tout au long des sessions, les étudiants amélioreront leur capacité à simuler des processus chimiques plus complexes, en s'appuyant sur les connaissances acquises lors d'un cours précédent.

Prérequis : Computer Aided Design (020COANI4)

020OPUCS3	Opérations unitaires : adsorption, séchage, cristallisation (+TP)	4 Cr.
------------------	--	--------------

Dimensionnement des colonnes d'adsorption. Zone de transfert de masse et courbe de percée dans une colonne à lit fixe. Méthodes empiriques : longueur du lit non utilisé. L'approche de mise à l'échelle. Modèles mathématiques (modèle de Thomas, modèle Bohart-Adams (durée de service de la profondeur du lit, BDST), modèle de Yoon Nelson). Le séchage. Efficacité du séchoir. Transfert de masse en séchage. Psychrométrie. Humidité relative d'équilibre. Taux de séchage. Calcul des temps de séchage. Bilan matière et énergie sur un sécheur continu. Les différents types de sécheurs. La cristallisation. Principes fondamentaux de la croissance cristalline. Mesure du taux de croissance. Rendement en cristaux. Technologies de cristallisation. Équipements pour la cristallisation en solution. La cristallisation à l'état fondu. Modélisation et conception du cristalliseur. Travaux pratiques : 1-Séchage 2- Cristallisation 3- Réacteur polyvalent

Prérequis : Thermodynamique chimique (020THCCS1)

020PFOCS5	Procédés de formulation	4 Cr.
------------------	--------------------------------	--------------

Les concepts de base et les concepts qui régissent divers environnements colloïdaux. Les facteurs physico-chimiques sur lesquels il est possible de jouer (pH, température, salinité, ajout d'additifs, etc.) pour moduler les propriétés et le comportement de ces systèmes pour les applications recherchées. Applications en cosmétique et formulations galéniques. Les Tensioactifs (TA) : 1) définition, 2) classification des tensioactifs, exemples d'application industrielles, 3) diverses structures de TA, 4) caractère tensioactif 5) notion de HLB. Solutions aqueuses de tensioactifs : 1) les micelles, formation, définition de la CMC et Nag (détermination expérimentale, facteurs influençant la CMC), forme et tailles des micelles directes, autres agrégats. Les micro-émulsions 1) définition, domaine d'existence et diagramme de phase, paramètres influençant la formation et la stabilité, domaines de Winsor. Les émulsions, les émulsions multiples 1) formation, stabilité.

020PPCS4	Procédés pétrochimiques	4 Cr.
<p>Introduction aux industries de procédés chimiques. Matière première pour les industries chimiques organiques. Profil de l'industrie pétrochimique et sa structure. Matières premières : présentes et émergentes. Aperçu des processus unitaires avec applications, Nitration-nitrobenzène, nitrotoluènes, Halogénéation-DCM, MCA, VCM, chlorobenzène. Estérification - Alcools C₁ à C₄. Production d'oléfines et de dérivés, naphta et craquage de gaz pour la production d'oléfines. Récupération des produits chimiques du FCC et du vapocraquage. Dérivés d'éthylène : oxyde d'éthylène, éthylène glycol, chlorure de vinyle, propylène et oxyde de propylène. Production d'aromatiques, séparation des aromatiques. Profil de produits aromatiques - Benzène, toluène, xylène, éthylbenzène et styrène, cumène et phénol, bisphénol, unité d'aniline - Polymères V et élastomères. Polymères : polyéthylène, polypropylène, polystyrène, chlorure de polyvinyle, polycarbonate, résine thermodurcissable : phénol formaldéhyde, uriaformaldéhyde et mélamine formaldéhyde. Élastomères : styrène butadiène (SBR), polybutadiène, unité de caoutchouc nitrile - fibres VI. Polymides ou nylons (PA), DMT et acide téréphtalique, polyester, fibre acrylique, fibre acrylique modifiée, acrylonitrile, acroléine, viscosse et acétate.</p> <p>Prérequis : Procédés de raffinage (020PRPCS3)</p>		
020PRPCS3	Procédés de raffinage	6 Cr.
<p>Propriétés physico-chimiques et essais normalisés. Relations entre les spécifications des produits et leur usage (carburants et autres produits). Mise en œuvre des pétroles bruts. Logistique pétrolière. Stocks stratégiques. Distribution pétrolière. Catalyseurs industriels. Reformage catalytique. Isomérisation. HD. Craquage catalytique. VGO et résidus, Hydrocraquage VGO et résidus. Chaîne soufre. Stage en raffinerie. Traitement essences de FCC. Oligomérisation, éthérification, alkylation. Valorisation des résidus. Viscoréduction. Cokéfaction. Adoucissements. Les huiles de base, cires, paraffines, bitumes.</p> <p>Gaz : désacidification, déshydratation, extraction du liquide dans les gaz et exercices d'application. Liquéfaction du gaz naturel. Transport par gazoduc. Transport-terminaux GNL, Flow assurance. Gaz de synthèse : production H₂ et procédé Fischer Tropsch, SMDS. Le vapocraquage. La boucle aromatique. Hydrogénations sélectives. Ethylbenzène – Styrène, PEHP.</p> <p>TP analyse du pétrole.</p> <p>Prérequis : Chimie organique (020CORNI3)</p>		
020PDPCS4	Projet « Design d'un procédé »	6 Cr.
<p>L'objectif du projet « Design d'un procédé » est de donner aux étudiants la possibilité de placer leurs connaissances dans un contexte de processus. Des équipes de 2 à 3 étudiants travaillent sur la création ou la modification d'un flowsheet de fabrication d'un produit chimique désiré.</p> <p>Prérequis : Modélisation et simulation (020MOSCS3)</p> <p>Pré or Corequis : Conception d'équipements des procédés (020CEPCS3)</p>		
020PF ECS6	Projet de fin d'études	16 Cr.
<p>Le projet de fin d'études est réalisé par des groupes de 2 à 3 étudiants visant à concevoir une unité industrielle, après une étude de faisabilité et une sélection entre des alternatives de procédés. Les étudiants doivent développer le schéma de processus, calculer les bilans massique et énergétique, choisir et dimensionner les principaux composants de l'équipement, déterminer les conditions de démarrage, d'arrêt et de contrôle de processus, mener des évaluations environnementales et de sécurité ainsi qu'une évaluation économique de la conception. Un rapport final et deux présentations orales sont les principaux livrables du projet.</p> <p>Prérequis : Projet « Design d'un procédé (020PDPCS4)</p>		
020QHSCS2	Qualité, hygiène, sécurité	2 Cr.
<p>La classification des risques. Les risques chimiques. Le règlement CLP. Les classes de danger. Les risques liés au stockage des produits chimiques. Évaluation et prévention des risques chimiques en entreprise. Risque incendie. Planification des interventions d'urgence. Contributions de l'ingénieur à la maîtrise des risques. Méthodes d'analyse des risques</p>		

020RNICS2	Réacteurs idéaux et non-idéaux	2 Cr.
------------------	---------------------------------------	--------------

Bilan matière sur les réacteurs idéaux : réacteur fermé, réacteur agité ouvert, réacteur piston. Bilans énergétiques dans les réacteurs idéaux : réacteur fermé, réacteur ouvert en régime permanent. Écoulements réels dans les réacteurs. Distribution des temps de séjour. Mesure de la DTS : méthode du traceur. Diagnostic du mauvais fonctionnement d'un réacteur. Modélisation des réacteurs non idéaux : modèle des bacs parfaitement mélangés en cascade. Modèle de la dispersion axiale. Modèles à zéro paramètre ajustable.

Prérequis : Cinétique homogène (020CIHNI4) ; Bilans de matière et d'énergie (020BMECS1)

020ST1CS3	Stage d'été 1	2 Cr.
------------------	----------------------	--------------

Ce stage a une durée comprise entre 2 et 4 semaines dans un laboratoire universitaire ou industriel.

020ST2CS5	Stage d'été 2	2 Cr.
------------------	----------------------	--------------

Ce stage a une durée comprise entre 6 et 8 semaines dans l'industrie chimique.

020STACS2	Statistiques	4 Cr.
------------------	---------------------	--------------

Ce cours est un cours de statistiques appliquées standard qui s'applique à la discipline des sciences de l'ingénieur. Il présente les analyses statistiques nécessaires à un chercheur dans le domaine du génie chimique et pétrochimique. Les sujets à couvrir comprennent les statistiques descriptives, les tests paramétriques (test-t pour échantillons indépendants, test-t pour échantillons appariés, test-t pour un seul échantillon, ANOVA), les tests non paramétriques (test de Mann-Whitney, test des paires appariées de Wilcoxon, test de Wilcoxon, test de Kruskal-Wallis), le test du khi-deux ainsi que la corrélation et la régression linéaires. Le cours portera sur la vérification des prémisses requises par chaque test statistique utilisé (normalité, égalité des variances, etc.). Il utilisera l'approche de la classe inversée pour exposer les élèves à une méthode statistique de base ainsi qu'à l'utilisation des statistiques dans le monde réel. Enfin, le cours utilise le logiciel IBM-SPSS pour les analyses.

Prérequis : Probabilité (020PRBNI4)

020STMCS2	Synthèse totale et méthodes d'activation	4 Cr.
------------------	---	--------------

Synthèse totale. Alternatives industrielles. Planification de la synthèse. Techniques de la rétro synthèse. Solutions aux problèmes de chimio sélectivité. Protection des groupements fonctionnels et applications. Techniques de dédoublement des énantiomères. Induction asymétrique. Prédiction de la stéréochimie des produits issus des réactions diastéréosélectives. Stratégies de synthèses asymétriques. Ingénierie enzymatique et synthèse asymétrique industrielle. Domaines de la chimie de synthèse. Profil des entreprises de chimie de synthèse. Accessibilité des substrats de départ. Sources des composés organiques, SynGas. Production des composés de base. Réglementation REACH et procédures à suivre. Chimie et ingénierie vertes. Paramètres pour évaluer le caractère « vert » d'un procédé chimique. Bioprocédés et biotechnologies. Alternatives vertes aux solvants conventionnels. Principe de l'électrosynthèse. Avantages et désavantages de l'électrosynthèse. Les différents types d'électrosynthèses. Réactions électro catalytiques. Principe de la sonochimie. Contraintes et limitations de la sonochimie. Transducteurs et sonochimie à l'échelle industrielle. Principe de l'activation par micro-ondes. Activation par micro-ondes et propriétés diélectriques des matériaux. Chauffage à micro-ondes et chauffage thermique conventionnel. Effets micro-ondes.

Travaux pratiques de synthèse multi-étapes.

Prérequis : Chimie organique (020CORNI3)

020TBICS5	Techniques biochimiques et instrumentation	4 Cr.
------------------	---	--------------

Principe général de quantification chimique et physique. Comparaison de différentes méthodes d'identification et de quantification de biomolécules. Principe électrochimique de quantification et de séparation des biomolécules. Instruments électrochimiques. Méthodes et instruments spectrophotométriques en analyse quantitative. Principes chromatographiques de séparation, d'identification et d'analyse quantitative. Instruments chromatographiques.

020TESCS3	Techniques de séparation	6 Cr.
------------------	---------------------------------	--------------

Aspects physiques des phénomènes (définition, application). Équilibres, solutions et solubilité, choix de solvant. Analyse par bilans macroscopiques : variance, bilan, courbe opératoire et diagramme de fonctionnement.

Absorption à contrecourant d'un constituant : cut. Étendue du problème et hypothèses. Résolution algébrique. Traitement graphique. Distillation d'un mélange binaire. Méthode de McCabe et Thiele-Méthode de Ponchon-Savarit-Incidence des conditions de fonctionnement. Distillation multi constituant. Analyse du problème-Méthode Short Cut (Relation de Fenske, Underwood, Gilliland, Kirkbridge). Choix du solvant, caractéristiques et propriétés des solvants. Équilibres entre phases liquides. Étude de contacteurs simples, à contacts multiples et contre-courants sans et avec reflux. Connaître les mécanismes de la séparation liquide-solide et les équations fondamentales permettant de dimensionner les appareils industriels de cette séparation. Décantation : étude théorique - vitesse limite de chute. Étude expérimentale. Modélisation des décanteurs continus à parois verticales. Dimensionnement des décanteurs continus à parois verticales. Filtration : définitions et techniques annexes. Théorie de la filtration sur support. Exemples d'application. Filtration sur membrane : les techniques séparatives à membranes. Pression osmotique. Phénomène de polarisation. Mécanismes de colmatage. Compartiments d'électrodialyse. Centrifugation : effet centrifuge et pression centrifuge de filtration. Essorage centrifuge et débits.
Prérequis : Thermodynamique Chimique (020THCCS1)

020TMCCS4	Techniques mathématiques en génie chimique	6 Cr.
------------------	---	--------------

Rappel des propriétés fondamentales utilisées en optimisation. Problème d'optimisation (programmation mathématique). Dérivation. Notion de topologie. Convexité. Analyse de la convexité. Valeurs propres. Recherche monodimensionnelle. Définitions et hypothèses générales. Méthode de la recherche directe du nombre d'or. Méthode d'interpolation quadratique (quasi-Newton). Exemples. Conclusion. Aspects théoriques de l'optimisation sans contrainte. Formulation du problème. Théorème fondamental. Conclusion. Méthodes numériques pour les problèmes sans contrainte. Principe fondamental des méthodes de descente. Direction de descente. Longueur du pas de descente. Test(s) d'arrêt. Méthodes du premier ordre. Méthode de Newton du second ordre. Méthodes quasi-Newtoniennes. Gradient réduit généralisé, SQP.

Prérequis : Dynamique et contrôle des procédés (020DCPCS3)

020TDFCS3	Technologie de forage	4 Cr.
------------------	------------------------------	--------------

Un cours sur les méthodes théoriques et pratiques de calculs et d'exploitation des appareils de forage et de leurs systèmes : systèmes électriques, systèmes fluidiques, systèmes de levage et de rotation, systèmes de contrôle, trains de tiges et trépons de forage, systèmes de tubage et de cimentation.

Prérequis : Géologie (020GELN14)

020THCCS1	Thermodynamique chimique	4 Cr.
------------------	---------------------------------	--------------

Chapitre I - Rappels sur les concepts. Chapitre II - Les systèmes parfaits. Chapitre III - Principe de l'étude des équilibres - La variance. Chapitre IV - Les solutions binaires - Raoult et Henry. Chapitre V - La stabilité thermodynamique - Système binaire liquide - Stabilité par rapport à la diffusion - Transition liquide-liquide ou démixtion. Chapitre VI - Le modèle des solutions régulières MSR. Chapitre VII - La distillation simple et la distillation fractionnée. Chapitre VIII - Les mélanges azéotropiques et leur mode de séparation. Chapitre IX - Les mélanges solides liquides Eutectiques complètement ou partiellement immiscibles.

Prérequis : Thermodynamique 2 (020TH2NI3)

020TEUCS5	Traitement des eaux usées	4 Cr.
------------------	----------------------------------	--------------

Classification des eaux usées de différents points de vue. Évaluation de la pollution des eaux usées. Équipement des stations d'épuration. Les lignes technologiques de traitement des eaux usées et d'élimination des boues. Stade mécanique, chimique et biologique du traitement des eaux usées. Prétraitement et étape primaire du traitement des eaux usées - séparateurs mécaniques, sédimentation et flottation, décanteur. L'étape secondaire du traitement des eaux usées - activation et décanteur secondaire, les paramètres de base de l'activation, les types de bioréacteurs aérobies, la nitrification et la dénitrification, l'élimination du phosphore. L'étape tertiaire du traitement des eaux usées - post-traitement des eaux usées. Processus anaérobies - les types de bioréacteurs anaérobies. Traitement des boues d'épuration. Traitement des eaux usées industrielles. Processus de traitement physico-chimique et chimique. Modélisation, conception et optimisation du processus de boues activées. Une introduction au contrôle automatique des usines de traitement des eaux usées.

020GEPCS5	TP Génie des procédés	2 Cr.
------------------	------------------------------	--------------

Le cours « Laboratoire de génie des procédés » propose une exploration de trois méthodes fondamentales utilisées dans l'industrie pour la séparation efficace des substances dissoutes ou en suspension au sein de mélanges complexes. Ces techniques comprennent l'extraction liquide-liquide, l'absorption et l'osmose inverse. Grâce à ce cours en laboratoire, les étudiants auront l'opportunité d'acquérir une compréhension concrète de ces processus et de leurs applications, tout en améliorant leurs compétences en résolution de problèmes grâce à des expériences pratiques et à la collecte de données.

Prérequis : Techniques de séparation (020TESCS3)

020PDTCS2	Transfert de masse	4 Cr.
------------------	---------------------------	--------------

Identification des mécanismes de transfert de masse. Formulation des équations de vitesses. Estimer les coefficients de diffusion pour les systèmes binaires en phase gazeuse et liquide. Déterminer les flux molaires pour la diffusion en régime permanent de A à travers B stagnant et pour la contre-diffusion équimolaire. Énumérer les flux à travers les solides poreux pour les deux types de diffusions : moléculaire et Knudsen. Expliquer le concept de coefficient de transfert de masse pour la diffusion turbulente par analogie avec la diffusion moléculaire. Calculer les taux de transfert de masse interfaciale en fonction de la masse locale. Définir et utiliser des coefficients de transfert de masse globaux. Définir et générer des courbes de fonctionnement minimales et réelles pour les processus à co-courant et à contre-courant en régime permanent.

020WORCS4	Work Ready Now	2 Cr.
------------------	-----------------------	--------------

Ce cours est conçu pour fournir aux étudiants les compétences générales, les compétences en communication et les expériences d'apprentissage en milieu de travail pour les préparer à réussir sur le lieu de travail. Il est conçu pour faciliter un enseignement et un apprentissage participatifs et pratiques. Les étudiants seront activement engagés dans le processus d'apprentissage et auront la possibilité de mettre en pratique et d'améliorer de nouvelles compétences et d'acquérir la confiance en soi nécessaire pour obtenir et maintenir un travail lié à leurs objectifs professionnels. Des activités d'apprentissage en milieu de travail sont intégrées au cours et obligeront les étudiants à se rendre sur de vrais lieux de travail dans la profession en dehors des heures de classe. Les étudiants seront guidés pour utiliser des outils numériques en ligne gratuits pour démontrer leur apprentissage. Tout au long du cours, les étudiants créeront un portfolio de carrière qui les aidera dans leur parcours expérimental Work Ready Now, d'étudiant à embaucher.