

CHIMIE

SOMMAIRE

PRÉAMBULE

- 1- Objectifs de la formation
- 2- Le diplôme
- 3- L'insertion professionnelle
- 4- Conditions d'admission
- 5- Organisation des études

FORMATION EN DEUX ANS À TEMPS PLEIN

- 1- Formation encadrée
- 2- Formation dirigée
- 3- Unités d'enseignement
- 4- Tableaux des horaires et des coefficients
- 5- Modalités de contrôle des connaissances et des aptitudes

PROGRAMME COMMUN

A- ENSEIGNEMENTS THÉORIQUES

- Chimie physique et analytique
- Chimie organique
- Chimie minérale et du solide
- Génie des procédés et technologie chimiques
- Mathématiques
- Physique
- Informatique
- Anglais
- Formation générale - Expression - Communication

B- TRAVAUX PRATIQUES

PROGRAMME DES OPTIONS MATÉRIAUX ET PRODUCTIQUE

A- PROGRAMME SPÉCIFIQUE DE L'OPTION MATÉRIAUX

B- PROGRAMME SPÉCIFIQUE DE L'OPTION PRODUCTIQUE CHIMIQUE

PRÉAMBULE

1) Objectifs de la formation

Les départements de chimie des IUT dispensent en formation initiale et continue un enseignement professionnalisant à la fois théorique et pratique et ayant pour objectif principal de former des techniciens supérieurs, collaborateurs directs de l'ingénieur ou du chercheur dans tous les domaines de la chimie et des industries connexes, qu'il s'agisse de la recherche, du développement, de la production ou de l'analyse ou du contrôle.

Pour réaliser ces objectifs, la formation doit donc développer chez le futur diplômé des capacités d'expérimentation et d'exploitation des résultats de l'expérience, elle doit lui apporter une très large connaissance des différents domaines de la chimie, dans leurs aspects tant fondamentaux que technologiques.

Le diplômé universitaire de technologie spécialité chimie doit être capable:

- d'être le collaborateur direct de l'ingénieur ou du chercheur
- de concrétiser les concepts de l'ingénieur

- d'assurer l'interface entre l'ingénieur et les ouvriers
- d'étudier les problèmes que pose la préparation de nouveaux produits
- de participer à la mise au point de nouvelles méthodes d'analyse ou de caractérisation
- d'étudier les applications des produits dans des domaines variés
- de s'intégrer rapidement dans les différents secteurs: recherche, analyse, développement, production
- de discuter et de présenter des résultats devant une assemblée
- de rédiger des notes, comptes-rendus, fiches techniques, consignes
- de lire des documents rédigés en anglais
- de veiller à tout moment au respect des consignes de sûreté et de sécurité
- de prendre en compte les problèmes d'environnement
- d'avoir une "démarche qualité" dans tous les aspects de son travail.

Le diplômé universitaire de technologie mention chimie devra donc recevoir une formation suffisamment générale afin de pouvoir s'intégrer dans tous les secteurs des industries chimiques ainsi que dans les autres industries faisant appel à des chimistes. Il ne devra donc pas être spécialisé prématurément, ou de manière trop pointue, afin de pouvoir s'adapter facilement à l'évolution des techniques et des métiers.

2) Le diplôme

Le diplôme universitaire de technologie (DUT) chimie est un diplôme national sanctionnant une formation pluridisciplinaire dont les contenus pédagogiques sont définis par la Commission Pédagogique Nationale, comprenant des représentants des IUT et des milieux professionnels.

Les objectifs principaux de cette formation sont les suivants:

- adapter le diplômé à la plus grande variété d'emplois possible
- faciliter sa mobilité et lui donner une ouverture d'esprit suffisante pour l'évolution ultérieure de sa carrière
- lui donner la possibilité de poursuivre ses études bien que le but de l'IUT reste l'entrée dans la vie active.

Pour atteindre ces objectifs, la formation en IUT chimie propose :

- un enseignement de chimie qui constitue tout naturellement le "noyau dur" de l'enseignement
- un enseignement en génie des procédés et technologie chimiques
- un enseignement en mathématiques, physique destiné à inculquer aux étudiants les bases nécessaires à la compréhension des lois et phénomènes étudiés par ailleurs
- un enseignement d'informatique, d'anglais et de formation générale orienté vers la communication
- un enseignement pratique destiné à l'apprentissage des gestes méthodes et techniques constituant la base même du métier de chimiste.

En seconde année, les options et orientations proposées doivent permettre une adaptation plus précise et plus rapide au contexte industriel local:

- chimie
- polymères, matériaux, traitement de surface pour l'option matériaux
- textiles, teinture pour l'option textile
- production, fabrication pour l'option productive.

Le DUT chimie peut être obtenu par plusieurs voies différentes:

- formation en deux ans à temps plein
- formation en une année spéciale
- formation par unités de valeurs capitalisables
- formation par alternance
- formation par apprentissage

Ces différentes voies d'accès au DUT chimie concernent des publics différents et se traduisent donc par une organisation pédagogique différente. Toutes ces voies conduisent cependant au même diplôme, les contenus du programme étant de même nature et de même niveau.

3) L'insertion professionnelle

Elle se fait essentiellement dans les secteurs suivants:

- industries chimiques et parachimiques
- industries pharmaceutiques
- industries pétrolières et pétrochimiques
- protection de l'environnement (eau, air, déchets)
- caoutchouc
- industries agro-alimentaires
- industries des bio-procédés
- industries verre et céramique
- industries textiles
- industries papetières
- industrie nucléaire
- industries diverses

4) Conditions d'admission

Formation en deux ans à plein temps

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, DUT, BTS, DEUG...) et qui désirent compléter leurs études par une formation technologique courte.

Formation par capitalisation d'unités de valeurs

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.

5) Organisation des études

a) Formation en deux ans à temps plein

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

- les travaux dirigés sont organisés en groupes de 26 étudiants au maximum
- la taille des groupes de TP est la moitié de celle des groupes de travaux dirigés
- toutefois certains TP peuvent pour des raisons de sécurité comporter des effectifs plus restreints

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 chimie.

Deuxième année

Les enseignements de deuxième année comportent un tronc commun aux différentes options ainsi que des enseignements particuliers à chacune d'entre elles.

b) Formation en année spéciale

Les étudiants d'année spéciale ont déjà acquis les notions relatives aux différentes disciplines générales: mathématiques, physique, chimie générale, langues, expression. Il serait donc souhaitable de mettre l'accent sur la chimie, le génie des procédés et la technologie chimique, et une part importante de l'enseignement devra porter sur les travaux pratiques et l'apprentissage du métier de chimiste.

c) Formation par unités de valeurs capitalisables

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

d) Formation par alternance ou apprentissage

Une telle formation peut être mise en place en partenariat avec les industries locales et sous l'égide d'un ou de CFA.

e) Adaptation locale

Chaque département oriente tout naturellement ses enseignements en fonction des besoins de l'industrie chimique locale.

Ces adaptations peuvent atteindre jusqu'à 20 % de l'horaire prévu. Dans tous les cas, cette adaptation ne devra modifier ni les objectifs généraux, ni le niveau de la formation.

FORMATION EN DEUX ANS A TEMPS PLEIN

1) Formation encadrée

a) Première année

Tronc commun pour l'ensemble des départements

32 semaines d'enseignement.

MATIERES	Cours	TD	TP
Chimie physique et analytique	32	66	90
Chimie organique	32	38	90
Chimie minérale	32	32	44
GPTC	32	32	44
Mathématiques	28	56	0
Physique	28	48	54
Informatique	0	14	12
Total scientifique	184	286	334
Anglais	0	32	32
Formation générale	0	58	10
Total tertiaire	0	90	42

Horaire total 1ère année: 936 heures.

b) Deuxième année

Deuxième année - Option chimie

28 semaines d'enseignement.

Les modes de fonctionnement en cours, TD, TP sont identiques à la première année.

MATIERES	Cours	TD	TP
Chimie physique et analytique	28	64	80
Chimie organique	28	32	68
Chimie minérale	28	30	44
GPTC	14	46	68
Mathématique - Chimométrie	28	28	0
Physique	14	48	54
Informatique	0	12	12
Total scientifique	140	260	326
Anglais	0	32	32
Formation générale	0	58	16
Total tertiaire	0	90	48

Horaire total 2ème année option chimie: 864 heures.

Formation encadrée sur les 2 années 1800 h, dont:

* enseignement scientifique:	Cours	324 h	
	TD	546 h	1530 h
	TP	660 h	

* enseignement tertiaire	TD	180 h	270 h
	TP	90 h	

Formation dirigée sur deux ans

* projets tutorés 300h

* stages en entreprise 10 semaines minimum.

Deuxième année - Option matériaux
28 semaines d'enseignement
Horaire total 864 heures

MATIERES	Cours	TD	TP
Mathématiques	28	28	0
Physique	14	48	54
Informatique	0	12	12
Cours communs DUT Chimie	42	88	66
Chimie des polymères	28	42	64
Science des matériaux	28	42	72
Analyse de surface Chimie analytique Corrosion	28	42	54
Cours communs SDM	84	126	190
Orientation spécifique	14	46	70
Total scientifique	140	260	326
Anglais	0	32	32
Formation générale	0	58	16
Total tertiaire	0	90	48

Deuxième année - Option Productique Chimique

	Enseignements communs			Option productique			TOTAL		
	C	TD	TP	C	TD	TP	C	TD	TP
Form. générale		58	16					58	16
Langue		32	32					32	32
TOTAL FG + L		90	48					90	48
Mathématiques	28	28					28	28	
Informatique		12	12					12	12
Physique	14	26	54	7	16	16	21	42	70
Chimie	15	35	32	22	22	32	37	57	64
GPTC				35	53	90	35	53	90
GPA				40	47	90	40	47	90
TOTAL scientifique	57	101	98	104	138	228	161	239	326
TOTAL							161	329	374

2) Formation dirigée

a) Projets tutorés

Ces projets ont pour but de développer l'autonomie de l'étudiant en lui permettant d'acquérir des méthodes de travail et de globaliser les connaissances issues des enseignements encadrés.

L'essentiel du travail d'un chimiste se déroulant au sein d'un laboratoire ou d'un atelier de fabrication, il est essentiel que les étudiants puissent mener à terme et concrétiser leurs projets par la mise en pratique des concepts établis dans ces projets.

Cependant, les règles de sécurité imposent que ce travail au laboratoire ou en atelier soit conduit en présence et sous la responsabilité d'un enseignant.

Horaires : - 150 heures en première année
- 150 heures en deuxième année

Première année :

Les projets auront pour objet principal le développement de la méthodologie et la globalisation d'un certain nombre d'acquis théoriques. Ils pourront être assez nombreux et porter sur l'ensemble des disciplines. Une part importante du temps sera consacrée aux points suivants :

- recherche bibliographique
- étude et analyse de documents scientifiques
- choix de méthodes de caractérisation et de dosage sur des problèmes particuliers à partir des méthodes générales vues en TP

Deuxième année

Les projets développés en 2ème année seront plus ambitieux et de plus longue durée. Ils seront donc regroupés en quelques projets individuels et collectifs qui permettront d'approfondir, de globaliser et de structurer les connaissances acquises durant ces deux années. Chaque projet devra faire appel à une étude bibliographique, à des calculs prévisionnels et à une réalisation pratique en laboratoire ou atelier.

Dans certains cas, une étude économique et d'impact sur l'environnement pourra être entreprise.

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

b) Stages

En cours ou en fin de seconde année, chaque étudiant effectuera un stage d'application d'une durée minimum de 10 semaines.

- Un stage de découverte du milieu industriel peut être effectué en cours d'année sur une durée limitée (par exemple 4 semaines).
- 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. Chaque stagiaire sera parrainé par un enseignant et par un professionnel ; le suivi et l'encadrement du stage sont assurés par le département, notamment par des visites dans les entreprises d'accueil.

Ce stage fait partie intégrante de la scolarité et donne lieu à la rédaction d'un rapport ainsi qu'à une présentation orale devant un jury comportant au moins deux enseignants et un représentant de l'entreprise ou de l'organisme ayant accueilli le stagiaire.

Il peut se dérouler à l'étranger, mais il reste souhaitable qu'il s'effectue dans une entreprise, de préférence à une structure de type universitaire.

3) Unités d'enseignement

Première année :

La première année est découpée en trois unités d'enseignement.

UNITE D'ENSEIGNEMENT N°1 "CHIMIE ET TECHNOLOGIE"

UNITE D'ENSEIGNEMENT N° 2 "ENSEIGNEMENTS PRATIQUES PROFESSIONNELS"

UNITE D'ENSEIGNEMENT N° 3 "FORMATION SCIENTIFIQUE ET DE COMMUNICATION"

Deuxième année :

La deuxième année est découpée en quatre unités d'enseignement

- deuxième année option chimie

UNITE D'ENSEIGNEMENT N°1 "CHIMIE ET TECHNOLOGIE"

UNITE D'ENSEIGNEMENT N° 2 "ENSEIGNEMENTS PRATIQUES PROFESSIONNELS"

UNITE D'ENSEIGNEMENT N° 3 "FORMATION SCIENTIFIQUE ET DE COMMUNICATION"

UNITE D'ENSEIGNEMENT N°4 "STAGES ET PROJETS TUTORES"

- deuxième année option matériaux

UNITE D'ENSEIGNEMENT N°1 "CHIMIE ET MATERIAUX"

UNITE D'ENSEIGNEMENT N° 2 "ENSEIGNEMENTS PRATIQUES PROFESSIONNELS"

UNITE D'ENSEIGNEMENT N° 3 "FORMATION SCIENTIFIQUE ET DE COMMUNICATION"

UNITE D'ENSEIGNEMENT N°4 "STAGES ET PROJETS TUTORES"

- deuxième année option productique

UNITE D'ENSEIGNEMENT N°1 "CHIMIE ET PRODUCTIQUE"

UNITE D'ENSEIGNEMENT N° 2 "ENSEIGNEMENTS PRATIQUES PROFESSIONNELS"

UNITE D'ENSEIGNEMENT N° 3 "FORMATION SCIENTIFIQUE ET DE COMMUNICATION"

UNITE D'ENSEIGNEMENT N°4 "STAGES ET PROJETS TUTORES"

4) Tableaux des horaires et des coefficients

Première année

UNITES D'ENSEIGNEMENT Matières	1ère année				
	C	TD	TP	TOTAL	Coeff.
UE1 : CHIMIE ET TECHNOLOGIE					
* chimie analytique et physique	32	66		98	4
* chimie organique	32	38		70	3
* chimie minérale	32	32		64	3
* GPTC	32	32		64	3
TOTAL 1	128	168		296	13
UE2 : ENSEIGNEMENTS PRATIQUES PROFESSIONNELS					
* chimie analytique et physique			90	90	3
* chimie organique			90	90	3
* chimie minérale			44	44	2
* GPTC			44	44	2
* physique			54	54	2
TOTAL 2			322	322	12
UE3 : FORMATION SCIENTIFIQUE ET COMMUNICATION					
* mathématiques	28	56		84	3
* physique	28	48		76	3
* informatique		14	12	26	1
* formation générale		58	10	68	2
* anglais		32	32	64	2
TOTAL 3	56	208	54	318	11
TOTAL 1+2+3	184	376	376	936	

Deuxième année - Option chimie

UNITES D'ENSEIGNEMENT Matières	2ème année				
	C	TD	TP	TOTAL	Coeff.
UE1 : CHIMIE ET TECHNOLOGIE					
* chimie analytique et physique	28	64		92	4
* chimie organique	28	32		60	3
* chimie minérale	28	30		58	3
* GPTC	14	46		60	3
TOTAL 1	98	172		270	13
UE2 : ENSEIGNEMENTS PRATIQUES PROFESSIONNELS					
* chimie analytique et physique			80	80	3
* chimie organique			68	68	3
* chimie minérale			44	44	2
* GPTC			68	68	2
* physique			54	54	2
TOTAL 2			314	314	12
UE3 : FORMATION SCIENTIFIQUE ET COMMUNICATION					
* mathématiques	28	28		56	3
* physique	14	48		62	3
* informatique		12	12	24	1
* formation générale		58	16	74	2
* anglais		32	32	64	2
TOTAL 3	42	178	60	280	11
TOTAL 1 + 2 + 3	140	350	374	864	
UE4 : PROJETS TUTEURS ET STAGES					
Projets tutorés (300h sur 2 ans)					4
Stages (10 semaines minimum)					7
TOTAL COEFFICIENTS 4					11

Deuxième année - Option matériaux

UNITES D'ENSEIGNEMENT Matières	2ème année				
	C	TD	TP	TOTAL	Coeff.
UE1 : CHIMIE ET MATERIAUX					
* analyse chimique, de surface, corrosion	28	42		70	3
* chimie des polymères	28	42		70	3
* science des matériaux	28	42		70	4
* orientation spécifique	14	46		60	3
TOTAL 1	98	172		270	13
UE2 : ENSEIGNEMENTS PRATIQUES PROFESSIONNELS					
* analyse chimique, de surface, corrosion			54	54	3
* chimie des polymères			64	64	3
* science des matériaux			72	72	3
* orientation spécifique			70	70	2
* physique			54	54	2
TOTAL 2			314	314	13
UE3 : FORMATION SCIENTIFIQUE ET COMMUNICATION					
* mathématiques	28	28		56	3
* physique	14	48		62	3
* informatique		12	12	24	1
* formation générale		58	16	74	2
* anglais		32	32	64	2
TOTAL 3	42	178	60	280	11
TOTAL 1 + 2 + 3	140	350	374	864	
UE4 : PROJETS TUTEURS ET STAGES					
* projets tutorés (300h sur 2 ans)					4
* stages (10 semaines minimum)					7
TOTAL COEFFICIENTS 4					11

Deuxième année - Option productique

UNITES D'ENSEIGNEMENT Matières	2ème année				
	C	TD	TP	TOTAL	Coeff.
UE1 : CHIMIE ET PRODUCTIQUE					
* chimie (cours commun option chimie)	15	35		50	2
* chimie (cours spécifique productique)	22	22		44	2
* GPTC	35	53		88	4
* GPA	40	47		87	4
TOTAL 1	112	157		269	12
UE2 : ENSEIGNEMENTS PRATIQUES PROFESSIONNELS					
* chimie (cours commun option chimie)			32	32	1
* chimie (cours spécifique productique)			32	32	2
* GPTC			90	90	3
* GPA			90	90	3
* physique			70	70	2
TOTAL 2			314	314	11
UE3 : FORMATION SCIENTIFIQUE ET COMMUNICATION					
* mathématiques	28	28		56	3
* physique	21	42		63	3
* informatique		12	12	24	1
* formation générale		58	16	74	2
* anglais		32	32	64	2
TOTAL 3	49	172	60	281	11
TOTAL 1 + 2 + 3	161	329	374	864	
UE4 : PROJETS TUTEURS ET STAGES					
Projets tutorés (300h sur 2 ans)					4
Stages (10 semaines minimum)					7
TOTAL COEFFICIENTS 4					11

5) 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.

PROGRAMME COMMUN

Ce programme est celui de l'option chimie en 1ère et seconde années. Une partie de ce programme est également commune avec le programme des options matériaux et productique.

A- ENSEIGNEMENTS THÉORIQUES

CHIMIE PHYSIQUE ET ANALYTIQUE

Le cours de chimie physique et analytique a pour objet:

- de donner aux étudiants les notions théoriques de base nécessaires à la compréhension des phénomènes étudiés par ailleurs en chimie ou GPTC
- d'explicitier les principes et la théorie se rattachant aux diverses méthodes et techniques analytiques utilisées par le chimiste.

Horaires: Cours 32 h en 1ère année
28 h en 2nde année
TD 66 h en 1ère année
64 h en 2nde année

1) Chimie physique

a) Thermodynamique chimique

- Le gaz parfait
- Premier principe: travail, chaleur, bilan thermique, enthalpie, énergie interne.
- Deuxième principe: entropie, enthalpie et énergie libres
- Equilibres de phases:
 - . corps pur (Clapeyron, diagramme d'Etat, règle des phases)
 - . système binaire (liquide-vapeur, liquide-solide, liquide-liquide): diagrammes application.
- Equilibres physicochimiques:
 - . loi d'action de masse
 - . variation des constantes d'équilibre avec les variables thermodynamiques (T.P.V.n)
 - . règle des phases (variance)

b) Cinétique chimique

- Vitesse de réaction
- Cinétique formelle
- Détermination des ordres
- Influence de la température - Energie d'activation
- Mécanismes
- Catalyses homogène et hétérogène.

2) Chimie analytique

a) Etude des réactions chimiques en solution

- Milieux homogènes: équilibres acido-basiques, réactions d'oxydo-réduction, équilibres de complexation, précipitations (la théorie des dosages est mise en pratique en TP).
- Milieux hétérogènes: extraction et précipitation.

b) Méthodes d'analyses spectroscopiques

- Présentation des différents types d'interaction matière-rayonnement.
- Spectroscopies atomiques: émission, absorption (flamme, four).
- Spectroscopies moléculaires (pour chaque technique, théorie simplifiée et exploitation de spectres): Ultra-Violet, Visible, Infrarouge, Résonance Magnétique Nucléaire (^1H , ^{13}C), Masse, Fluorescence.

c) Méthodes d'analyses chromatographiques et électrophorétiques

- Grandeurs fondamentales relatives à ces techniques
- Chromatographie en phase gazeuse (étude qualitative et quantitative, programmation de température, colonnes garnies et capillaires).
- Chromatographie en phase liquide haute performance (partage, exclusion, adsorption, ionique).
- Electrophorèse et électrophorèse capillaire.

d) Méthodes d'analyses électrochimiques

- Conductimétrie
- Courbes d'intensité - Potentiel - Loi de Fick.
- Polarographie et méthodes dérivées.
- Ampérométrie, potentiométrie, voltampérométrie.
- Coulométrie.

Dans chacune de ces techniques analytiques, il faudra tenir tout particulièrement compte de l'évolution des procédés et de l'apparition de nouveaux concepts, étant donné l'importance que ce domaine d'activité représente dans la formation d'un technicien supérieur chimiste. Il faudra aussi développer la notion de préparation d'échantillons car ces processus opératoires correspondent à une forte préoccupation industrielle.

CHIMIE ORGANIQUE

Le but de cet enseignement est de donner au futur diplômé les connaissances nécessaires lui permettant d'entreprendre de façon réfléchie et efficace des opérations de synthèse organique en particulier dans le domaine de la chimie fine.

Il devra donc apporter une solide formation en ce qui concerne les concepts généraux de la chimie organique, les propriétés des principales fonctions et les mécanismes réactionnels.

Horaires:	Cours	32 h en 1ère année 28 h en 2nde année
	TD	38 h en 1ère année 32 h en 2nde année

1) Concepts généraux de la chimie organique

- Nomenclature
- Structure des molécules organiques (liaisons, angles..)
- Les isomères
- Les réactions en chimie organique
- . Le bilan
- . Le mécanisme
- . Evolution énergétique d'une réaction
- . Les grandes catégories de réactions (Substitution, Elimination, Addition, Transposition, Radicalaire, Electrolytique)
- . Les grandes catégories de réactifs (Bases et Acides de Lewis, Nucléophiles. Electrophiles)
- . Les intermédiaires réactionnels (Carbanions. Carbocations. Radicaux)
- . Les effets électroniques
- . Orientation des réactions (Régiosélectivité)
- . Aspect stéréochimique des réactions (Stéréosélectivité)
- . Les solvants

2) Étude des principales fonctions

- Pour chaque fonction apparaîtront les caractéristiques spectrales simples
- Les modes de préparation feront l'objet d'un résumé à la fin de chaque chapitre.
- a) Les hydrocarbures: alcanes, alcènes, alcynes.**
- La principale origine des hydrocarbures: le pétrole.
- Distillation - Craquage - Reformage - Vapocraquage.
- La combustion
- Bilan - Enthalpie - Indice d'octane
- Substitution radicalaire sur les alcanes: halogénéation
- Bilan - Mécanisme - Aspect stéréochimique - Influences (de l'halogène, de l'atome de carbone)
- Additions électrophiles sur les alcènes et les alcynes
- Les halogènes, les halogénures d'hydrogène, l'eau, etc.
- Dans chaque cas, on traitera le mécanisme et l'aspect stéréochimique de la réaction.
- Hydrogénation des alcènes et des alcynes
- Bilan - Mécanisme de la catalyse hétérogène - Aspect stéréochimique.
- Autres réactions des liaisons multiples
- Les polymérisations - Les oxydations
- Les réactions spécifiques des alcynes vrais
- b) Les hydrocarbures aromatiques**
- Introduction
- Définition - Nomenclature - Structure et réactivité du benzène
- Additions sur le benzène
- Hydrogénation - Addition des halogènes
- Substitutions électrophiles sur le benzène, et les systèmes polycycliques condensés.
- Bilan - Mécanisme général - Halogénéation - Nitration - Sulfonation - Alkylation de Friedel et Crafts - Acylation de Friedel et Crafts
- c) Les dérivés halogénés des alcanes**
- Introduction
- Définition - Propriétés - Structure - réactivité
- Les substitutions nucléophiles
- Bilan - Mécanismes SN^2 et SN^1 - Compétition entre les deux mécanismes, facteurs influençant les mécanismes.
- Les éliminations
- Bilan - Mécanismes $E2$ et $E1$ - Compétition entre les deux mécanismes, facteurs influençant les mécanismes - Régiosélectivité des éliminations (règles de Zaitsev)
- La préparation des organométalliques
- d) Les organomagnésiens**
- Introduction
- Définition - Nomenclature - Structure - Réactivité
- Réactions avec les composés à hydrogène mobile
- Réactions de substitution et d'addition: avec les halogénoalcanes, les époxydes, l'orthoformiate d'éthyle, les composés carbonylés, les nitriles, les esters, CO_2 .
- e) Les alcools - Les phénols**
- Introduction
- Définition - Nomenclature - Structure Réactivité
- Propriétés acidobasiques
- Acidité de Bronsted (formation et réactions des alcoolates) - Basicité de Bronsted
- Réactions consécutives à une attaque acide

Substitutions - Deshydratation (intramoléculaire, intermoléculaire)

- L'estérification

Bilan - Mécanisme - Aspect thermodynamique

- L'oxydation des alcools:

Par les oxydants minéraux - Par le dioxygène - Déshydrogénation catalytique

f) Les amines aliphatiques et aromatiques

- Introduction

Définition - Nomenclature - Structure - Réactivité - Acidité et basicité de Bronsted.

- Réactivité nucléophile des amines: avec les chlorures d'acides, les aldéhydes et les cétones, les dérivés halogénés, l'acide nitreux (formation de l'ion diazonium, évolutions possibles de l'ion diazonium)

- Les sels d'ammonium quaternaires

Élimination d'Hoffmann

- Réaction de copulation, azoïques

g) Les composés carboxyles: aldéhydes et cétones

- Introduction

Définition - Nomenclature - Structure - Réactivité

- Additions sur C = O

Hydrogénation - Addition des organomagnésiens - Addition du cyanure d'hydrogène - Additions des amines primaires et autres dérivés aminés (hydroxylamine, hydrazines, DNPH) des alcools

- Réactions en a de C = O

Équilibre céto-énolique (milieu basique ou acide) - Aldolisation - Cétolisation (mécanisme en milieu basique, crotonisation)

- Oxydation

h) Les acides carboxyliques et leurs dérivés

- Introduction

Acides - Chlorures d'acyles - Anhydrides - Esters - Amides - Nitriles

- Réactivité des acides

Acidité - Basicité - Réduction par les hydrures

- Obtention et réactivité des dérivés

Chlorures - Anhydrides - Esters - Amides - Nitriles

i) Les molécules polyfonctionnelles (b-ceto esters, amino-acides, dicétones, acétones a, b insaturées...)

Elaboration des molécules polyfonctionnelles - Protection des fonctions - Réactivité

j) Les hétérocycles à caractère aromatique riches et pauvres en électrons

Thiophène, furane, pyrrole - Pyridine, quinoléine, indole - Propriétés chimiques.

k) Notions sur les macrocycles

3) Chimie organique industrielle.

Trois thèmes indissociables: les grandes méthodes de synthèse, les principaux produits industriels et les sources de matières premières. Les méthodes de synthèse décrites à travers les procédés industriels d'obtention des grands intermédiaires, seront abordés non seulement sous l'aspect chimique, mais également économique, ce qui implique le choix des matières premières. Les principales familles de produits finis peuvent également, en général, être évoqués lors de cette étude (détergents, colorants, composés à application pharmaceutique, etc.)

Font l'objet de chapitres distincts les sujets plus spécifiques comme une introduction à la chimie macromoléculaire ou la chimie des produits naturels.

a) Méthodes de synthèse et procédés industriels:

- Oxydation et déshydrogénation

- Réduction et hydrogénation

- Halogénéation

- Élimination: déshydratation et déshydrohalogénéation

- Estérification, hydrolyse, saponification

- Condensation en milieu alcalin

- Synthèse diénique

- Substitutions aromatiques: sulfonation, nitration, réactions du type Friedel-Crafts, amination, diazotation, copulation, réaction biologiques.

- Production des oléfines et des aromatiques

- Catalyse homogène et hétérogène.

b) Polymères industriels

- Réactions de polymérisation

- Réaction de polycondensation

- Configuration des polymères: stéréorégularité, branchements, blocks.

- Polymères naturels

- Principales familles de polymères industriels (on évoquera les réactions chimiques intervenant dans les phases finales de mise en oeuvre des polymères: thermoplastiques, thermodurcissables, vulcanisations, dégradations éventuelles).

c) Industrie chimique des produits naturels

On sensibilisera les étudiants à l'apport des produits d'origine naturelle par rapport aux synthèses basées sur le charbon ou le pétrole; on évoquera les bilans énergétiques et économiques ainsi que les problèmes de variabilité des matières premières à l'aide de quelques exemples choisis parmi les matières grasses, sucres, cellulose et dérivés, aminoacides, protéine, résines, etc.

CHIMIE MINÉRALE ET DU SOLIDE

Cours:	32 h en 1ère année
	28 h en 2de année
Travaux dirigés:	32 h en 1ère année
	30 h en 2de année.

La chimie minérale doit être abordée dans l'esprit de la chimie systématique et non par une simple énumération des différents éléments. Cependant, il est impératif de donner aux étudiants des notions très solides sur le maximum d'éléments et de composés, la chimie minérale ne devant pas se limiter, comme c'est souvent le cas, à la simple étude de l'air, de l'eau, et du chlorure de sodium. De même que la chimie organique est une discipline raisonnée grâce aux mécanismes réactionnels et à la stéréochimie, la chimie minérale doit être vue elle aussi de façon raisonnée en faisant appel aux notions fondamentales de thermodynamique, d'atomistique et de cristallographie.

On ne perdra pas de vue que cette partie de la chimie a pour objet de donner aux étudiants de solides connaissances sur les principaux composés inorganiques et de leur permettre de participer à la mise au point de nouveaux produits ou de nouvelles méthodes de synthèse tout en étant capable d'appréhender les propriétés prévisibles de ces produits.

En premier lieu, l'étudiant devra donc acquérir les principales notions fondamentales concernant l'ensemble des éléments et leurs possibles interactions. L'étude de la classification périodique des éléments constituera donc le point de départ de l'enseignement de chimie minérale, elle sera précédée des notions d'atomistique nécessaires à la compréhension des phénomènes de périodicité.

1) Atomistique - Classification périodique

15 h de cours et 10 h de TD.

- Rappel concernant la structure de l'atome, masse atomique, isotopes, noyaux stables et radioactifs - Radioactivité.
- Modèle de Bohr, niveaux d'énergie, nombres quantiques, règles de remplissage des couches électroniques.
- Classification périodique des éléments, construction, périodicité des propriétés.
- Energie d'ionisation, électroaffinité, électronégativité, rayons ioniques, évolution de ces différentes grandeurs, pouvoir polarisant, polarisabilité
- Modèle ondulatoire de l'atome, orbitales atomiques, recouvrement, orbitales moléculaires (LCAO) diagramme des niveaux d'énergie dans les molécules diatomiques.
- La liaison chimique: nature, liaison covalente, ionique, propriétés, moment dipolaire.
- Forme des molécules, VSEPR.

2) Cristallographie.

- Cristallographie géométrique: réseaux, mailles, nœuds, plans réticulaires, indices de Miller, axes de symétrie.
- Systèmes cristallins, réseaux de Bravais.
- Les principales structures types: métalliques, ioniques, pérovskite, spinelles, diamant.
- Diffraction des RX par les cristaux, application à la caractérisation des substances, exemples d'indexation de clichés de diffraction.
- Relation structure - propriétés: défauts, propriétés électriques et magnétiques
- Solides amorphes, vitreux, transition vitreuse (application aux polymères).

3) Étude des éléments et des composés importants

Lors de l'étude des différents éléments, on fera appel aux notions générales vues par ailleurs. En particulier, on s'appuiera sur des considérations thermodynamiques, enthalpie libre, diagrammes de phases et atomistiques (évolution des propriétés pour les groupes d'éléments).

On ne perdra jamais de vue les applications et les préparations industrielles des corps étudiés.

- Généralités sur les composés minéraux: nomenclature, composés binaires avec l'hydrogène, oxydes, hydroxydes, chlorures, fluorures, nitrates, carbonates, sulfates. On mettra l'accent sur les méthodes générales de préparation, ainsi que sur les propriétés physiques et chimiques communes à chaque type de composé.

- Hydrogène - Préparation industrielle, propriétés, applications aux grandes opérations industrielles en chimie et pétrochimie.

- Les alcalins: on étudiera en fait, le sodium et ses principaux composés en signalant les différences notables pour les autres éléments.

Préparation et propriétés de la soude, du carbonate de sodium. Utilisation du carbonate. Le chlorure de sodium: électrolyses en solution aqueuse.

- Les éléments du groupe IIA - Métallurgie, principales utilisations.
- Le bore: préparation, les boranes et carboranes, les borates et perborates.
- L'aluminium: traitement de la bauxite, électrolyse, notion sur les principaux alliages.
- Carbone: les différentes variétés polymorphiques et leurs propriétés comparées.

Le monoxyde et le dioxyde. Les carbonates.

- Le silicium. Préparation et propriétés, la silice et les silicates, silicates industriels. Les silicones, préparations et propriétés générales.

- L'azote: distillation de l'air, les oxydes d'azote, l'acide nitrique et les nitrates, l'ammoniac, le nitrate d'ammonium, l'hydrazine.

- Le phosphore: acides phosphoriques, phosphates, engrais.

- Oxygène. Ozone, eau, peroxyde d'hydrogène.

- Soufre. Anhydrides sulfuriques et sulfureux, acide sulfurique, sulfates, sulfures.

- Les halogènes. Fluor, acide fluorhydrique, chlore, dérivés du chlore.

- Le fer: métallurgie, alliages, principaux composés.

- Les autres métaux du bloc "d".

- Uranium: métallurgie, enrichissement.

- Les complexes.

GÉNIE DES PROCÉDÉS ET TECHNOLOGIES CHIMIQUES (GPTC)

L'objectif de cet enseignement est de donner aux futur techniciens supérieurs les connaissances générales nécessaires à la compréhension, à la mise en oeuvre de procédés, y compris sa régulation et son automatisé, de déterminer sa productivité par l'étude des bilans, d'assurer la sécurité des personnes, de l'environnement et des biens, de maintenir et de maîtriser la qualité tout au long du processus.

Cet enseignement s'appuiera sur l'étude des différents domaines permettant de décrire le fonctionnement des diverses opérations unitaires des réacteurs et des ensembles complexes. Il devra être coordonné avec les enseignements des autres disciplines, en particulier de chimie, de physique et d'informatique statistiques.

Dans les principaux domaines abordés, il sera inclus de manière permanente, les notions de sécurité, d'hygiène, de protection de l'environnement et de qualité.

Horaires :

Cours: 32 h en 1ère année
 14 h en 2nde année
 TD: 32h en 1ère année
 46 h en 2nde année

1) Systèmes mono et polyphasiques

- Fluides: mécanique des fluides; pompes; compresseurs; vide; transport et stockage des fluides.
- Rhéologie - Notion de fluide non newtonien
- Solides: classification, concassage; broyage; granulométrie; tamisage.
- Milieux poreux et systèmes polyphasiques: définition d'un milieu poreux ; perte de charge lors d'un écoulement à travers un milieu poreux; fluidisation; filtration; décantation ; centrifugation; cyclones.

2) Chaleur - Energie - Transfert de chaleur

- Sources de chaleurs; production; utilisation; récupération: chaudières à combustion, chaudières électriques; chauffage vapeur, électrique; pompe à chaleur, froid.
- Transferts: conduction; convection; rayonnement.
- Calorifugeage
- Echangeurs: divers types; choix; caractéristiques; dimensionnement.
- Bilans thermiques
- Transfert de matière et de chaleur: évaporateurs; humidité de l'air ; aéroréfrigérants.

3) Réacteurs - Opérations unitaires de transfert de matière

- Réacteurs: différents types de réacteurs; réaction en milieu homogène et hétérogène; réacteurs continus et discontinus; choix des matériaux.
- Opérations unitaires: distillation; extraction liquide/liquide; solide/liquide absorption et adsorption; procédés à membranes; cristallisation; séchage; lyophilisation; atomisation ; chromatographie; échange d'ion.
- Bilans matière.

4) Bilans matière - Bilans énergétiques et thermiques

A traiter sur quelques exemples (réacteurs, fabrication, etc.)

5) Automatismes et régulation - Applications au contrôle et à la gestion de procédés.

Il s'agit de dégager les notions essentielles nécessaires à la gestion sûre et efficace des procédés.

- Mesures industrielles: chaîne de mesure; capteurs; traitement du signal ; transmission du signal.
- Régulation: boucle de régulation; régulation P, PI, PID; régulation numérique
- Automatismes: asservissement; automates programmables.

6) Qualité - Sécurité - Environnement - Aspect technologique.

- Qualité: spécification "usine", "client"; choix des contrôles.
- Sécurité: normes de sécurité; dispositif de sécurité; classification des produits toxiques et dangereux.
- Protection de l'environnement: norme de rejet des effluents; traitement des fumées; traitement de l'eau.
- Point éclair ; limites d'explosivité

MATHÉMATIQUES

L'enseignement des mathématiques a pour buts de :

- contribuer à la formation générale des étudiants,
- les exercer au raisonnement et leur apprendre à développer une méthodologie de travail
- leur permettre d'acquérir les outils mathématiques et les techniques couramment utilisées dans les autres enseignements et dans l'exercice de leur profession (mathématiques appliquées).

Le programme proposé constitue un maximum.

Les points suivis d'un astérisque seront abordées facultativement ou dans un esprit pratique sans développement excessif.

L'ordre est laissé libre à l'appréciation de chacun.

1) Horaires

Cours: 28 h en 1ère année
 28 h en 2nde année
 TD: 56h en 1ère année
 28 h en 2nde année

2) Programme

a) Algèbre et géométrie

Géométrie vectorielle et applications physiques

- Produit scalaire, vectoriel, mixte
- Résolution vectorielle d'un système 3x3.

Algèbre linéaire.

- Espaces vectoriels réels
- Matrices (définitions, propriétés, opérations) - déterminants
- Inversion de matrices - Changement de base, valeurs propres, vecteurs propres, diagonalisation.
- Systèmes linéaires, résolution par substitution-élimination et par itération (Gauss, inversion de matrice, Gauss-Seidel).

Polynômes.

- Opérations, racines multiples, factorisation dans R.

Fonctions rationnelles.

- Décomposition dans R en éléments simples de 1° et 2° espèce.

Transformée de Fourier.**b) Analyse****Fonctions d'une variable réelle et fonctions réciproques usuelles.**

- Rappels et compléments, études et tracés.
- Fonctions équivalentes, infiniments petits et grands - Applications aux calculs approchés, aux limites et à des études locales de fonctions.
- Différentielles.

Formules de Taylor développements limités.

- Applications aux calculs approchés, aux calculs de limites, aux études locales de fonctions.

Nombres complexes.

- Forme exponentielle et applications.

Intégration.

- Intégrale de Riemann - procédés généraux d'intégration - applications
- Méthodes numériques (Trapèze, Simpson,...)
- Intégrale généralisée.

Equations différentielles.

- du 1er ordre :
 - . à variables séparables, incomplètes, homogènes, linéaires
 - . différentielles exactes et applications.
- du 2ème ordre :
 - . incomplètes, linéaires à coefficients constants
 - . applications - Résolution numérique d'équations différentielles (Euler - Runge Kutta)
 - . résolution numérique d'équations différentielles *

Fonctions de plusieurs variables.

- Domaine de définition, dérivées partielles, équations aux dérivées partielles, différentielles et applications - Intégrales multiples et applications.
- Intégrales multiples et applications *

Equations $f(x)=0$.

- Résolution approchée (Dichotomie, Newton, méthodes itératives).

c) Probabilités et statistiques**Probabilités.**

- Expériences aléatoires à une ou plusieurs épreuves.
- Analyse combinatoire
- Variables aléatoires et lois usuelles (binomiale, Poisson, Normale,...)

Statistiques.

- Démarche statistique
- Collecte de l'information - échantillon aléatoire - lien qualité conduite de projet.
- Statistique descriptive

Séries statistiques à une ou deux variables - régression linéaire.

- Tests statistiques.
- Statistique inductive ou inférentielle.

Echantillonnage, estimation, comparaison (moyennes, variances).

- Initiation à l'analyse de données

Corrélation ou régression multiple, AFC, ACP, analyse de variance...

d) Chimométrie

- Méthodologie de la recherche expérimentale
- Initiation aux plans d'expériences
- . courbes isoréponse
- . matrices factorielles

PHYSIQUE

L'enseignement de la physique doit avoir un contenu et une progression pédagogique adaptés aux besoins d'un chimiste. Cet enseignement doit lui permettre d'avoir une attitude réfléchie et intelligente vis-à-vis de tout appareillage physicochimique, appareillage de mesure et de régulation,

etc, associant à l'utilisation correcte du matériel une appréciation raisonnée de ses performances ou de ses défauts de fonctionnement éventuels. Toutefois, les données fondamentales et théoriques ne doivent pas être négligées pour donner à l'étudiant une culture scientifique de base, lui permettant de s'adapter facilement à l'évolution des techniques.

Volume horaire :

Cours: 28 heures en 1^{ère} année
 14 heures en 2nde année
 TD: 48 heures en 1^{ère} année
 48 heures en 2nde année

1) Optique

- Optique géométrique: miroir, dioptré, prisme, lentille
- Interférences, Diffraction (prisme et réseaux)
- Polarisation et polarisation rotatoire
- Spectroscopie à prisme et à réseaux
- Michelson
- Laser

2) Électricité

- Electrostatique, Conduction, Conductivité
- Electrocinétique (loi d'Ohm, de Kirchoff, Réseaux électriques simples)
- Lois de Thévenin, Norton
- Application aux ponts de mesures.

3) Électromagnétisme

- Champ magnétique, Force de Lorentz, Spectrographe de masse
- Force de Laplace - Notion de moment magnétique
- Loi de Lenz
- Autoinduction
- Dia, para et ferromagnétisme

4) Électrotechnique

- Courant alternatif monophasé et triphasé
- Moteur asynchrone monophasé et triphasé
- Transformateur
- Machine à courant continu

5) Électronique

- Rappel sur les semi-conducteurs: diode, transistor, redressement
- Amplificateur opérationnel
- Filtres
- Régulation: capteurs, actionneurs, boucles de régulation, notions sur les convertisseurs A/N, N/A.

INFORMATIQUE

Horaires de TD et TP: 26 heures en 1^{ère} année
 24 heures en 2nde année

1ÈRE ANNÉE.

Le but n'est pas de former des spécialistes (l'horaire imparti ne le permettrait d'ailleurs pas). Il importe de dégager quelques notions fondamentales (couper-coller, déplacer pour le texte, importer un tableau, un graphe, un schéma) que l'on retrouve dans tous les logiciels de ce type. L'utilisation d'un logiciel simple, répondant à la majorité des besoins, malgré quelques contraintes pour certains points, paraît s'imposer. Il sera ainsi possible de démythifier l'utilisation de l'informatique.

Les projets tutorés interdisciplinaires pourront ensuite mettre en oeuvre des logiciels dédiés plus puissants si le besoin s'en fait sentir.

1) Prise de contact avec la machine

- branchements divers : console, clavier, souris, imprimante...
- notions très sommaires d'architecture (U.C., périphériques, mémoire vive/de masse).
- notions sur le DOS et gestion de disquettes.

2) Windows intégrateur d'applications

- gestion de fichiers, notion d'arborescence.
- fonction presse-papiers.

3) Utilisation d'un traitement de texte, d'un tableau grapheur, d'un logiciel de dessin (genre WORKS)

Pour réaliser un document technique comportant texte, tableau, courbes et schémas (par exemple un compte-rendu de manipulation.)

4) Notions d'algorithmique et de programmation en Pascal

- notions élémentaires d'algorithmique.

- types d'objets manipulés.
- entrées/sorties.
- affectation.
- écriture de petits programme

2ÈME ANNÉE.

1) Algorithmique et programmation

- compléments d'algorithmique
- . résolution de problèmes par raffinages successifs.
- . écriture de l'algorithmie en pseudo-pascal.
- tests, boucles.
- tableaux.
- notion de procédure (si niveau et temps suffisants...)
- réalisation de programmes simples, résolution d'équations, intégration numérique, statistiques, etc...

2) Notion d' interfaçage

- compléments d'architecture système : ports d'E/S;
- transmission d'ordres à un processus.
- réception d'informations (binaires et analogiques).

3) Liaison série RS232

- paramétrage.
- exemples d'utilisation.

4) Mise en oeuvre d' un logiciel spécifique

Logiciel genre CHEMDRAW dont l'utilisation sera poursuivie par les enseignants de chimie.

ANGLAIS

Horaire : 128 heures TD et TP sur 2 ans.

Il convient de faire acquérir aux étudiants les quatre compétences suivantes :

- la compréhension de l'oral
- l'expression orale
- la compréhension de l'écrit
- l'expression écrite

en se basant essentiellement sur :

- des documents écrits de Spécialité de Chimie (modes opératoires, notices, Journal of Chem. Education, etc ...)
- des documents audio et vidéo de spécialité sur la vie de l'entreprise
- des documents écrits, audio et vidéo d'ordre scientifique et d'ordre général ("Socializing").

Tout en réactivant les notions grammaticales et lexicales déjà acquises, il est nécessaire :

- de s'attarder davantage sur les notions grammaticales plus utilisées en langage scientifique (les mots de liaison, le passif, les noms et adjectifs composés, les "phrasal verbs" etc ...).
- de pratiquer un travail systématique sur la phonétique
- de favoriser l'acquisition systématique du vocabulaire de spécialité.

Les enseignants sensibiliseront aussi leurs étudiants aux échanges internationaux et à la préparation d'un stage à l'étranger. Dans cette optique, on peut envisager la préparation au TOEFL.

Les étudiants seront préparés à leur vie future au sein de l'industrie en visant la communication et l'expression professionnelle en priorité, sans négliger pour autant les autres formes de communication.

FORMATION GÉNÉRALE : EXPRESSION - COMMUNICATION

Le but de cet enseignement est d'améliorer la pratique de l'expression écrite et orale tout en sensibilisant les futurs techniciens aux problèmes humains, sociologiques et économiques. Il devra également, dans la mesure du possible, développer leur culture générale.

Il serait souhaitable que la première année soit essentiellement consacrée à l'apprentissage ou à l'approfondissement des techniques d'expression, par exemple à partir de thèmes à caractère culturel s'appuyant sur des données régionales. L'acquisition préliminaire de ces techniques permettrait, en seconde année, de traiter les points plus spécifiques du programme.

Horaire global: 142 h réparties sur les 2 années.

1) Expression, communication, culture générale

40% de l'horaire global

Des exercices écrits et oraux sont pratiqués afin d'entraîner les étudiants à l'analyse méthodique d'une expérience, d'une situation, d'un texte, à la mise en ordre d'idées claires et précises, à la participation active à une discussion.

La forme de ces exercices peut varier selon leur objectif pédagogique: résumés, rapports, comptes-rendus, exposés suivis de discussions. Ces exercices sont liés, autant que possible, aux activités ou aux centres d'intérêt des futurs chimistes. Ces exercices doivent par ailleurs permettre l'apprentissage d'outils informatiques, tels que logiciels de traitement de texte, de graphismes.

Ils visent en particulier:

- L'amélioration des techniques de communication dans la société et dans l'entreprise (techniques écrites, orales, graphiques).
- L'entraînement aux techniques d'animation de groupe, aux méthodes de résolution de problèmes. L'utilisation de moyens

audiovisuels: vidéo, rétroprojecteur, diapositives. La conception de documents spécifiques (pertinence et lisibilité).

- La lecture, l'analyse et la synthèse de documents divers qui peuvent illustrer des problèmes humains, économiques, sociaux et juridiques du monde contemporain mais également, couvrir le champ de la culture générale, littéraire ou artistique.
- La préparation à la vie professionnelle: bilan personnel, entraînement aux techniques de recherche d'emploi (lettre, CV, entretien), aux écrits professionnels.
- Enfin, les capacités d'élaboration d'un bilan technique, humain et social dans le cadre du rapport de stage.

2) Initiation aux problèmes humains et sociaux du monde moderne

40% de l'horaire global.

Le programme n'a aucun caractère impératif ni limitatif. En aucun cas, il ne saurait être traité systématiquement en un cours ex cathedra.

Il constitue plutôt un ensemble de problèmes à aborder, explorer et traiter de façon à faire appel à la réflexion et à apprendre à réunir une documentation restreinte mais précise.

La méthode sera souple, vivante et près des réalités. La recherche personnelle et le travail en équipe seront utilisés. L'intervention de conférenciers et la visite de laboratoires, d'usines, d'expositions, seront fortement encouragées et fourniront des thèmes de travaux intéressants.

a) Problèmes psychologiques et de sociologie

- Problèmes de l'opinion, la publicité, le rôle des mass-media.
- Problèmes humains du travail sur la personne, rythme de travail, initiation aux problèmes d'encadrement, méthodes psychologiques, tests.

b) Problèmes économiques

- Démographie. Groupe socio-professionnels: leurs évolution.
- Concepts fondamentaux de l'économie:
 - . Les systèmes économiques: marchés et plan
 - . Les agents économiques: les relations entre agents.
- La nouvelle donne économique internationale.
- La communauté européenne
- Place de la chimie au niveau régional, national et mondial.
- Economie et vie de l'entreprise
 - . Type d'entreprise: de la PME au groupe multinational
 - . L'entreprise et son environnement
 - . Éléments de gestion. Bilan et compte de résultats.
 - . Evolution des organisations

c) Problèmes sociaux et juridiques

- Organisations professionnelles et syndicales
- Droit au travail (évolution, sources.)
- Conventions collectives
- Les contrats de travail
- Représentation du personnel
- Sécurité sociale.

3) Insertion du chimiste dans le monde professionnel

20% de l'horaire global.

Le technicien chimiste évoluera après sa formation dans un monde professionnel soumis à un certain nombre de contraintes techniques pluridisciplinaires.

Il est donc nécessaire qu'il soit sensibilisé aux notions suivantes:

- La qualité (définition industrielle, normes, donner quelques illustrations)
- La sécurité et la sûreté
 - . sur les sites
 - . normes françaises, européennes
- Protection de l'environnement
 - . problème des rejets industriels, de la protection des sites
 - . répercussion des procédés chimiques sur le milieu environnant.

B - TRAVAUX PRATIQUES

Chimie physique et analytique

A l'occasion de ces travaux pratiques, il faudra insister sur la cohérence des résultats obtenus (précision, validité, exploitation statistique). Chaque fois que cela sera possible, il faudra aussi souligner la complémentarité des méthodes utilisées et la puissance de leur couplage technique.

Horaires : 170 heures réparties sur les deux années.

- Thermodynamique : Détermination de l'enthalpie d'une réaction
- Cinétique chimique : Etude de réaction du 1er, 2ème ordre - Catalyse
- Techniques fondamentales de la chimie analytique
 - . utilisation des balances
 - . mesure des volumes

. précision, reproductibilité

- **Etudes des réactions en solution**

L'application à l'analyse qualitative sera à coordonner avec l'enseignement pratique de chimie minérale.

- Dosages volumétriques et gravimétriques (ces dosages mettront en oeuvre les réactions acide/base , l'oxydoréduction , la formation des complexes, etc)

- Méthodes électrochimiques :

. mesures de pH

. conductimétrie, potentiométrie, coulométrie

. exemples d'électrodes spécifiques

. étude électrochimique de la corrosion

. automatisation de ces techniques

Méthodes instrumentales d'analyse

Ces travaux pratiques permettront à l'étudiant d'acquérir la maîtrise de l'appareillage associé aux différentes méthodes d'analyse étudiées en cours .

Cet objectif suppose un parc de matériel suffisant permettant un réel apprentissage de ces techniques, en tenant compte à la fois des ressources locales en appareils, mais aussi des perspectives de débouchés sur le marché de l'emploi.

L'accent devra être mis sur la nécessité pour le département de développer et d'actualiser son matériel et les applications le concernant afin de garder toute son efficacité à cet enseignement pratique hautement valorisant.

Il serait souhaitable d'étudier les techniques suivantes :

- chromatographie (CPV, CLHP , ionique)

- spectrométrie d'absorption atomique et d'émission

- UV/ visible , R , RMN, masse

- colorimétrie

Chimie organique

Ces travaux pratiques ont pour but l'acquisition du plus large éventail possible de techniques utilisées en chimie organique à la fois au laboratoire et en fabrication.

Ils doivent former l'étudiant à la synthèse, aux techniques de séparation et aux méthodes d'identification .

Horaire 158 heures sur les deux années

- **Techniques de séparation**

. cristallisation

. distillation (tous types)

. chromatographie (tous types)

. extraction(liquide:liquide , liquide/ solide)

. entraînement à la vapeur

- **Analyse qualitative**

. IR- UV - RMN - masse

- **Initiation à la modélisation**

On utilisera des exemples simples permettant aux étudiants de comprendre rapidement la méthode .

- Analyse quantitative fonctionnelle

. indices d'hydroxyle, d'acide , de saponification, etc

. dosage des insaturations

. dosage de l'azote, des halogènes, du soufre

. éventuellement analyse élémentaire

- **Grandes synthèses**

Le but est d'utiliser les techniques acquises précédemment afin de réaliser des opérations de synthèse, de purification, d'extraction de produits naturels et d'effectuer la caractérisation analytique des corps obtenus .

Mise en oeuvre des principales réactions :

- RMgX

- aldolisation, crotonisation

- SN1, SN2, SEAr

- halogénéation, nitration, sulfonation

- diazotation, copulation

- transposition

- synthèse malonique

- synthèses multiétapes

- extraction d'un produit naturel

- utilisation du sodium, du butyl lithium

- catalyse par transfert de phase

- Diels-Alder

- Wittig

- oxydation, réduction

- protection des fonctions

- halogénéation radicalaire

- époxydation

- estérification, saponification

- deshydratation, polymérisation

Chimie minérale

Horaire : 88 h sur les deux années.

• 1ère année

Les travaux pratiques de chimie minérale en première année concernent principalement l'étude des réactions en solution qu'il n'est pas possible d'étudier en détail dans le cours.

Ils seront l'occasion de donner à l'étudiant le réflexe que tous les chimistes devraient posséder, à savoir l'observation puis la transcription des phénomènes.

On étudiera donc les groupes d'ions, cations et anions, à l'aide des principaux réactifs. L'étudiant écrit à chaque fois l'équation chimique correspondante. Cette étude sera en outre l'occasion de mettre en pratique de façon répétée les opérations élémentaires du laboratoire : précipitation, décantation, filtration, manipulation d'acides et de bases concentrées.

A partir des caractères analytiques, on déduira des méthodes de caractérisation et de séparation des ions.

• 2nde année

Ces travaux pratiques doivent avant tout compter une part importante de synthèses et préparations permettant d'étudier et de mettre en oeuvre les réactions classiques en chimie minérale.

- réactions solides / solides
- réactions solide / gaz (hydrogène, chlore .)
- réaction à haute température
- purification par sublimation
- électrolyse

Dans la mesure du possible, l'étudiant utilisera ces différentes réactions en réalisant le montage approprié.

Les produits obtenus seront caractérisés et analysés.

Ces travaux pratiques seront donc l'occasion d'étudier et d'appliquer les méthodes de caractérisation et d'analyse des solides.

- diffraction de RX: caractérisation à partir d'un diagramme de poudre à l'aide du fichier JCPDS
- analyse thermique différentielle et analyse calorimétrique différentielle : étude d'un mélange binaire, d'une transition vitreuse, d'une réaction de décomposition, d'une transition cristallographique, etc .
- analyse thermogravimétrique, déshydratation, décomposition, adsorption.
- utilisation de logiciels de modélisation cristallographique.

Génie des procédés et technologie chimiques

Horaire : 112 heures réparties sur les deux années

- Schématisation de procédés- Technologie

A l'occasion de ces travaux pratiques de schématisation, on reviendra sur les premières notions de bilan vues en cours. L'aspect technologique sera développé par la présentation de différents matériels intervenant dans le procédé (vannes, raccords, capteurs, etc). On insistera sur les notions de sûreté, de sécurité et d'environnement .

- Fluides- Solides

- . mécanique des fluides
- . pompe
- . filtration, sédimentation
- . fluidisation
- . rhéologie, tension superficielle
- . reconnaissance des matériaux

- Transferts thermiques

Etudes de divers échangeurs, bilans énergétiques

- Opérations unitaires- Fabrication de produits

L'objectif essentiel du chimiste est la préparation, la purification et la caractérisation analytique de produits .

On s'efforcera donc de faire préparer des produits nécessitant la mise en oeuvre des diverses opérations unitaires dont les principes seront revus à cette occasion.

Une attention toute particulière sera apportée aux opérations de contrôle et de régulation, ainsi qu'aux notions primordiales de sécurité et de qualité.

On réalisera les divers bilans sur l'ensemble du procédé mis en oeuvre.

Les opérations unitaires suivantes devront si possible être mises en pratique :

- distillation continue et discontinue
- filtration
- extraction liquide-liquide
- réaction

Il serait souhaitable que les étudiants soient initiés à la commande automatisée de certains de ces procédés.

Physique

Le but de ces travaux pratiques est d'une part, d'illustrer le cours de physique et d'autre part, de faire découvrir aux étudiants les principales applications de la physique dans les divers domaines de la chimie, en particulier dans les appareils de mesure, d'analyse, de contrôle et de régulation .

Horaire : 108 heures réparties sur les 2 années

- Mesurage des grandeurs- Incertitudes

- . mesurage de longueur, masse, masse volumique, temps
- . repérage des températures : thermomètres, thermocouples, résistances de platine, pyromètres

- Courant continu

- . différence de potentiel

- . intensité
- . forces électromotrices
- . résistances, pont de Wheatstone
- . étude de dipôles
- . théorème de Thévenin
- . condensateurs
- . oscilloscope
- Courant alternatif
- . mesure de puissance, de déphasage
- . étude de tensions périodiques
- . circuit RLC, résonance
- Electronique
- . amplificateur opérationnel:
Microampèremètre, Ohmmètre
Amplificateur, Intégrateur, Dérivateur
- . régulation de Tension
- . asservissement de Position
- . semi-Conducteurs: Diodes, Transistors
- . thyristors
- . thermocouples
- . portes logiques: CAN, CNA
- . redressement, Filtrage, Stabilisation
- Electrotechnique
- . moteur asynchrone monophasé et triphasé
- . transformateur monophasé et triphasé
- . relais
- Optique
- . focométrie
- . spectroscope à réseaux
- . interférences
- . diffraction par une fente
- . polarimètre
- Régulation automatisée
- . boucles de régulation
- . régulateurs PID
- Divers
- . circuit Imprimé, Soudure
- . EXAO: Chute Libre, Oscillation et Translation du ressort
- . tension superficielle
- . étude du vide (Primaire et Secondaire)
- . cryométrie
- . utilisation d'un enregistreur graphique
- . radioactivité

Lors de ces différents travaux pratiques, il serait souhaitable d'insister sur la qualité des mesures et sur l'étalonnage des appareils.

PROGRAMME DES OPTIONS MATÉRIAUX ET PRODUCTIQUE

Le programme de chaque option comporte d'une part une partie commune avec l'option chimie (de 2^{de} année) et d'autre part une partie spécifique à l'option elle-même.

A- PROGRAMME SPÉCIFIQUE DE L'OPTION MATÉRIAUX

1) Généralités

Nombre d'heures de cours et TD	Chapitres	Contenu pédagogique
2 h	Généralités	1) Notions économiques : principaux types de matériaux. Fonctions : fournisseurs, transformateurs, utilisateurs.
5 h		2) Principaux types d'empilements cristallins métaux, oxydes, spinelles... Solide cristallin réel : défauts de réseaux et conséquences. Structures des matériaux cristallins, semi-cristallins, vitrocéramiques et polymères. Existence de quasi- cristaux (structures aperiodiques présentant un diagramme de diffraction). Alliage d'aluminium.
3 h	(donner le principe des méthodes seulement et développer en TP)	3) Méthodes d'étude dans le cadre de la démarche qualité totale (caractérisation physico-chimique). Diffraction X et électronique) FX, et absorption atomique, microscopies électroniques, balayages, optique... Analyse d'images Microsonde électronique SIMS, ESCA, AUGER Dilatométrie, ATD Principe des méthodes de contrôle non destructif Utilisation de toutes ces méthodes dans le cadre de la démarche qualité totale.
3h		4) Propriétés thermiques - conductivité thermique - dilatation, retrait - résistance à la température et au choc thermique
4 h		5) Éléments de rhéologie et de résistance des matériaux. Visco-élasticité (matériaux ductiles/fragiles, élastiques). Notions très simples de mécanique de la rupture. Propagation d'une fissure.
3 h		6) Propriétés électriques, diélectriques, magnétiques, isolants électriques, conducteurs (y compris polymères)
2 h		7) Notions de recyclage de ces matériaux - impact écologique. Biodégradation.

2) Polymères

Nombre d'heures de cours et TD	Chapitres	Contenu pédagogique
2 h	Généralités Aspects économiques	- Matières plastiques, thermoplastiques (y compris thermostables), thermodurcissables, élastomères - Tonnage - Grands domaines d'utilisation - Prix comparatifs et influence du prix du pétrole - Compétitivité entre produits naturels et synthétiques
6 h dont 3 h 3 h	Procédés d'élaboration Chimie Procédés de polymérisation	- Réactions de polymérisations radicalaires - Réactions de polymérisations stéréospécifiques - Polycondensation - Copolymérisation - Copolymères - Statistiques, séquences, greffes - Techniques industrielles de fabrication des polymères (masse, suspension, émulsion, solution...)
5 h	Caractérisation physico- chimique	- Composition (spectrophotométrie) - Degré de polymérisation et masse moléculaire (en nombre, en poids); Chromatographie d'exclusion - Viscosité en solution et viscosité à l'état fondu (melt index) - Les transitions et leur spécification physique (dilatométrie, ATD, rayons X) - Différents états des polymères (amorphes, semi- cristallins, cristallins,...). Variation du taux de cristallinité et orientation des cristallites sous tension.
6 h + 2 visites en sites industriels	Rhéologie et mise en œuvre	- Polymères à l'état fondu comportement non newtonien des polymères (matériaux thermoplastiques, thermodurcissables, élastomères avant vulcanisation...) La vulcanisation - Techniques de mise en œuvre : mélangeage, extrusion, calandrage, moulage (transfert, injection), thermoformage (différencier matières plastiques et élastomères)
6 h	Propriétés mécaniques Influence de la température	- Viscoélasticité - fluage - relaxation. Courbe de traction à différentes vitesses et différentes températures Principales méthodes d'essais (traction, compression, déchirement, dureté,...) sur les polymères à l'état cru ou après réticulation. - Les normes et leur importance - Résistance à la traction (cas des fils et fibres) compression au choc, choc thermique, notion de la ténacité - Domaines de températures d'utilisation et essais thermomécaniques - Conductivité thermique
3 h	Propriétés électriques et magnétiques à harmoniser avec les généralités	- Constantes diélectriques, perte diélectrique et rigidité diélectrique des différents polymères - Applications électriques - Polymères conducteurs
3 h	Dégradation Vieillessement - Corrosion	- Facteurs de dégradation des polymères (oxygène, lumière, ozone, température, fatigue) et conséquences - Méthode d'étude de la dégradation des polymères - Étude de la fracture - craquelure, rupture, changement d'aspects - stabilisants.

Nombre d'heures de cours et TD	Chapitres	Contenu pédagogique
5 h	Composites et multimatériaux	<ul style="list-style-type: none"> - Différentes phases d'un composite et importance de l'interface - Les fibres de renforcement (rayonne, polyamide, polyester, verre, carbone, acier...) - Renforcement par fibres courtes/longues - Renforcement des élastomères (pneumatiques, courroies, tuyaux) - Procédés de mise en œuvre (moulage, drapage, enroulement filamentaire), contrôle non destructif des pièces. - Matrices polyesters insaturés et résines epoxy - Application des composites dans le domaine des plastiques et dans celui des élastomères.
6 h	Principaux matériaux et leurs applications	<ul style="list-style-type: none"> - Matières plastiques (polyéthylène, polypropylène, polystyrène, PVC, plastiques techniques) - Élastomères (caoutchoucs naturels, homo et copolymères de butadiène, caoutchoucs butyl, co et ter polymère d'éthylène et de propylène, polychloropènes) - Les adhésifs - Les matières plastiques dans l'emballage (perméabilité, alimentarité, propriétés optiques) - Notions de propriétés des matériaux à usages alimentaires/biologiques
2 h	Traitement des déchets	<ul style="list-style-type: none"> - Poudrettes et régénérés à base d'élastomères - Biodégradabilité - Recyclage

3) Céramiques, verres, matériaux minéraux du bâtiment, carbone

Nombre d'heures de cours et TD	Chapitres	Contenu pédagogique
1 h	Généralités	Principaux matériaux de cette classe - Aspects économiques.
5 h	Compositions chimiques - Structure et texture	<ul style="list-style-type: none"> - Diagramme de phase - Interaction sur les propriétés mécaniques et physiques - Pureté, granulométrie des matières premières . verres industriels, verres spéciaux . céramiques : relation texture/propriétés céramiques, caractère réfractère . matériaux minéraux du bâtiment (MMB) : <ul style="list-style-type: none"> * béton, plâtre * texture, propriétés mécaniques . vitrocéramique . carbone, graphite - Influence des formulations et des process - Défauts dans les cristaux - Equilibre avec une vapeur.
6 h	Propriétés d'élaboration et mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> - Verres : transition vitreuse, dilatation thermique et viscosité vis-à-vis de la température (rhéologie) - verre plat, verre creux, fibre de verre, fibre optique, poudre sol/gel. Phénomène de démixtion. Propriétés optiques des verres. - Céramiques : élaboration des poudres céramiques, pressage, coulage en barbotine, injection, frittage à haute température. - Carbone : fabrication de pièces en carbone comportant la constitution de la pâte crue, sa mise en forme et sa cuisson - graphitisation. - M.M.B. : prise hydraulique et mise en œuvre "in situ", moulage, usinage. (influence de la formulation et des procédés d'élaboration sur les propriétés) (trempe thermique et chimique du verre, cas des fibres de verre)
2 h	Caractérisations physico- chimiques	<ul style="list-style-type: none"> - Analyse granulométrique et chimique des matières premières et des matériaux élaborés, analyse structurale. - Porométrie. - Rhéologie des pâtes pour la fabrication de carbone
3 h	Traitement de surface	<ul style="list-style-type: none"> - Verres : Augmentation de la résistance mécanique (SnO₂ - TiO₂) état de surface généré par le process ex : float glass, fibre optique - Diminution du coefficient de frottement - Dépôt de couche sur le verre support - Céramiques : dosage, implantation, diffusion, CVD, projection - M.M.B. : enduit, peinture, hydrofugation
6 h	Propriétés mécaniques et conservation	<ul style="list-style-type: none"> - Fragilités des matériaux à l'état massif, ténacité à l'état de fibres, trichittes (y compris les fibres optiques) - Mécanique de la rupture des matériaux fragiles : céramique, verre, carbone - Céramiques et MMB : conservation des propriétés mécaniques à hautes températures. Résistance à la flexion, traction et compression Résistance au choc thermique, dilatation et conductivité thermique, fragilité, analyse statistique de Weibull
3 h	Propriétés électriques diélectriques	<ul style="list-style-type: none"> - Propriétés magnétiques : Ferrites durs (moteurs), ferrites doux (noyaux, transformateurs), ferrites pour hyperfréquence, supraconducteurs, varistances (SiC/ZnO), thermistance - Conductivité électrique du carbone

01

Nombre d'heures de cours et TD	Chapitres	Contenu pédagogique
6 h	Composites et multimatériaux (à matrice fragile)	<ul style="list-style-type: none"> - Fibres de verre et fibres de carbone, structure et propriétés mécaniques, mise en forme des fibres de carbone et de verre - Fibres d'alumine (et ses propriétés d'isolation thermique) - Composite à matrice céramique (CMC) - phase vapeur, phase liquide - Sic/Sic - C/C - Le béton armé, composites ciment/fibres, bétons légers, bétons hautes performances, bétons de polymères - Alumines renforcées whiskers Sic (frittage) Procédés de mise en forme des composites <ul style="list-style-type: none"> . infiltration phase vapeur . infiltration phase liquide . imprégnation Importance de l'interface Processus de la rupture des composites - Durée de biomatériaux
5 h	Vieillessement et durabilité, y compris du béton (pathologie)	<ul style="list-style-type: none"> - Caractérisation - Lois de comportement (verres : action des acides bases, eau, vapeur d'eau) - Durée de vie

4) Matériaux métalliques

Nombre d'heures de cours et TD	Chapitres	Contenu pédagogique
2 h	Généralités et aspects économiques	<ul style="list-style-type: none"> - Enjeu économique des matériaux métalliques (chiffre d'affaires, tonnage) en France et dans le monde. - Structure de l'industrie correspondante : Notions de demi-produits : fournisseurs - transformateurs - utilisateurs Relations entre ces 3 fonctions.
8 h	Procédés d'élaboration (métaux)	<ul style="list-style-type: none"> - Procédés d'élaboration à partir de minerais. Cas des aciers (cycle haut fourneau - aciérie de conservation). Cas des alliages d'aluminium (électrolyse). - Transformation à chaud : laminage - trains continus Forgeage - Filage - Estompage - . - Fonderie - Moulage. - Métallurgie des poudres : élaboration des poudres - Poudres préallées - Frittages. Frittage sous charge HIP.
7 h	Caractéristiques physico- chimiques	<ul style="list-style-type: none"> - Structure des métaux. Liaison métallique - Systèmes cristallins. Défauts dans les solides (Ponctuels - Dislocations - Joints de grains). Transformations allotropiques - Diagrammes d'équilibre - Grains - Taille de grains - Texture - Écrouissage - Précipitations (Durcissement structural). Métaux amorphes. - Structures hors d'équilibre. Bainite - Martensite - Courbes TTT et TRC. Taille de grain. Traitements thermiques. - Inclusions : Natures - Structures - Morphologie - Rôle
5 h	Propriétés de mise en œuvre	<p>Notions simples sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Déformation plastique : . Mise en forme par emboutissage. Notions de coefficient d'anisotropie mécanique. Coefficient d'écrouissage - Courbe limite de formage - Lois de comportement - Méthode d'essai : technique des grilles - Principaux procédés d'emboutissage. . Mise en forme par usinage - Mécanisme de coupe - Comportement des matériaux métalliques - Rôles des inclusions - Aciers à usinabilité améliorée - Procédés d'usinage - CND - Nouveaux procédés. - Assemblage : . Soudage - Principe de soudage - Étude thermique - Étude des ZAT - Fissuration à chaud et à froid - Méthode d'étude et essais (machine Gleeble). Différents procédés de soudage. Procédés nouveaux (bureau d'études - laser) par faisceau... . Préparations de surfaces. Finition. Décapage. Mesure rugosité. Contraintes superficielles.
6 h	Propriétés thermomécaniques	<ul style="list-style-type: none"> - Propriétés conventionnelles - Limite d'élasticité - Résistance limite. Courbe rationnelle de traction - Résilience. - Caractéristiques à chaud - Fluage - Courbes de fluage. - Fragilité rupture - Notions de mécanique linéaire de rupture - Notions de K_{1c}. J_{1c} - COD. Essais et mesure. - Fatigue - Limite de fatigue - Fatigue plastique - Vitesse de fissuration - Essais et mesure. - Conductivité thermique.

Nombre d'heures de cours et TD	Chapitres	Contenu pédagogique
14 h	Propriétés de la résistance à la corrosion	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosion en milieu humide. Importance économique, aspects thermodynamiques de la corrosion (diagramme tension/pH), aspects cinétiques de la corrosion (courbes de polarisation anodique et cathodique, diagramme d'Evans), les techniques de mesure de la vitesse de corrosion, les méthodes de protection contre la corrosion, les phénomènes de passivation. - Corrosion sèche. Oxydation - Notion de couche protectrice. - Rôle de l'hydrogène. Mécanisme d'action de l'hydrogène. Pièges. Inclusions. Notion de HIC et SCC. Méthodes d'essais. Solutions industrielles. Influence de l'hydrogène à chaud : courbes de Nelson.
6 h	Traitement de surface	<ul style="list-style-type: none"> - Dépôts électrolytiques. Revêtement à partir de métal liquide. Galvanisation. Cas des tôles automobiles. - Revêtement CVD. Cémentation, carbonituration, assistance plasma froid. - Revêtement PVD. Dépôts nitrure de titane. - Dépôts plasma. Traitements thermiques superficiels. I.I.F. - Intérêt et applications des traitements de surface. Usure. Corrosion.
3 h	Multimatériaux et composites	<ul style="list-style-type: none"> - Composites à matrice métallique : fibres longues, fibres courtes. - Association métal- polymère : tôle sandwich, tubes frettés, composites,... - Multimatériaux métal- métal.
6 h	Principaux matériaux et applications	<p>Dans chaque cas, on insistera tout particulièrement sur les nouveaux produits à propriétés améliorées.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produits métallurgiques : Tôles minces - Tôles épaisses - Produits longs - Aciers IFS - Bainites à bas carbone... Applications. - Aciers inoxydables : Résistance à la corrosion. Principales familles. Ferrites à très bas interstitiels. Nuances austénoferritiques. Aciers austéniques à l'azote. Applications. - Aciers à outils : Principales caractéristiques et familles. Aciers rapides obtenus à partir de poudres pré- alliées. - Super- alliages : Principales familles. Solidification dirigée et monocristaux. Métallurgie des poudres pré- alliées - Alliages d'aluminium : Principales familles et caractéristiques. Alliages Al- Lithium. Métallurgie des poudres. Composites à matrice Al. Alliages purs. Applications. - Produits métalliques nouveaux : Métaux amorphes (fabrication - applications).

5) Choix des matériaux

Les critères de choix qui seront introduits lors des enseignements des grandes familles de matériaux seront repris au cours d'un enseignement final sous forme d'exposés d'ingénieurs de la profession (automobile, aéronautique, transports ferroviaires, nucléaire, emballage). L'accent sera mis sur les critères de choix : coût, procédés de mise en oeuvre, cadence de fabrication, qualité, comparaison des propriétés, des divers types de matériaux.

LISTE NON EXHAUSTIVE DES TP SUGGÉRÉS

1) Généralités et analyse de surface

- 1 TP d'utilisation des rayons X, microscopie électronique
- 2 TP de contrôles non destructifs (ultrasons, courant de Foucault, ...)

2) Polymères

- 1 synthèse de polystyrène
- 1 sur l'utilisation I.R. comme moyen d'investigation
- analyse thermique différentielle / propriétés thermiques
- 3 TP en ateliers industriels (extrusion, injection, compression)
- 2 TP d'essais mécaniques (propriétés mécaniques : traction, compression, fatigue, résilience)
- 1 TP essais thermomécaniques : température de fléchissement sous charge, essais VICAT
- 1 TP sur les adhésifs et collage structural

3) Verres et céramiques

- frittage de céramique
- mise en oeuvre de ciments et mortier par prise hydraulique
- mesures mécaniques des matériaux
- granulométrie des poudres, matières premières
- diagramme de phase par RX
- TP sur la rhéologie des matériaux (malaxage et mélangeage des poudres initiales avant prise ou cuisson), cas de la rhéologie des verres à haute température.

4) Matériaux métalliques et corrosion

a) Electrochimie - Corrosion

- Rappels de cinétique électrochimique
- Corrosion - Diagramme d'Evans
- Dissolution anodique des métaux
- Passivation anodique du fer en milieu sulfurique
- Dissolution anodique des alliages
- Electrode à disque tournant
- Oxydation anodique de l'aluminium
- Dépôt électrolytique du nickel
- Corrosion par aération différentielle
- Corrosion cavernueuse.

b) Matériaux métalliques

- trempe et revenu de l'alliage UA10
- Durcissement de l'alliage AU₄G
- Recristallisation de l'aluminium
- Trempabilité des aciers
- Trempe et revenu des aciers
- Micrographie d'alliage non ferreux (Al-Cu)
- Micrographie des fontes et aciers
- Micrographie d'aciers XC38 et 100C6 ayant subi des traitements thermiques
- Vérification du traitement thermique d'un acier
- Etude de la soudure des aciers
- Essai de flexion
- Etude de la diffusion chimique
- Essai de torsion
- Etude du frittage d'un bronze.

PROGRAMME SPÉCIFIQUE DE L' OPTION PRODUCTIQUE CHIMIQUE

1) Enseignement théorique

a) Physique

(7 heures Cours, 16 heures TD)

Les connaissances acquises en optique, électricité et électronique sont complétées par un enseignement soutenu en électronique et en électrotechnique. Cet enseignement permet de traiter et d'exploiter des données analogiques et numériques dans des circuits de base (déplacements, convertisseurs, chauffage, temps de fonctionnement, ...) utilisés pour commander et contrôler les processus.

- Electronique numérique

Fonctions logiques ;

Circuits intégrés numériques, microprocesseur ;

Architecture des micro-ordinateurs et gestion des circuits simples.

- Electrotechnique

Électronique de puissance (redresseurs commandés, hacheurs, onduleurs, ...);

Circuits de commande (moteurs, électrothermie, asservissements, ...)

Sécurité électrique.

b) Chimie

(22 heures Cours, 22 heures TD)

L'enseignement de première année et l'enseignement commun de seconde année en chimie physique, analytique, minérale et organique doivent permettre à l'étudiant d'aborder avec une culture chimique suffisante, les enseignements spécifiques de l'option. Les deux options Chimie et Productique chimique ont le même volume horaire (cours et TD) en chimie physique et chimie analytique.

L'enseignement porte sur les grands procédés d'actualité de l'industrie chimique en intégrant les développements prévisibles. Une sensibilisation aux problèmes de qualité et d'environnement ainsi qu'à la sécurité des biens et des personnes est à prévoir.

- Grands procédés de synthèse dans l'industrie ;

- Grands procédés de préparation des produits inorganiques industriels ;

- Perspectives industrielles en chimie fine (pharmacie, arômes et industrie alimentaire, ...);

- Biotechnologies.

c) Génie des procédés et technologie chimique (GPTC)

(35 heures Cours, 53 heures TD)

L'enseignement s'appuie, pour les différentes opérations unitaires, sur les principes physiques qui sont à la base des appareillages, en relation avec les cours de gestion des processus automatisés. L'accent est mis sur l'influence des variations des paramètres opératoires, sur les conditions de marche de l'unité et sur les bilans matière et énergie préférentiellement aux méthodes de conception des appareils. Pour chaque procédé, les aspects sûreté, sécurité et environnement doivent être abordés.

Rappels et compléments de mécanique des fluides et transfert thermique

Opérations unitaires :

- Absorption et stripping (transfert d'un seul composé) ;
- Distillation continue et discontinue des mélanges binaires ;
- Extraction par solvant ;
- Adsorption et échange d'ions ;
- Séchage et cristallisation ;
- Technologie des différents contacteurs (mélangeurs, colonnes à plateaux et à garnissage, ...).

Procédés de séparation par membranes (notions simples présentant quelques applications de ces procédés) :

- Dialyse et électrodialyse ;
- Osmose inverse et ultrafiltration

Réacteurs chimiques

Rappels et compléments de thermodynamique et de cinétique chimique ;

Réacteurs pour réactions en milieu homogène : réacteurs discontinus et continus à écoulements idéaux et non idéaux ;

Bilans thermiques et stabilité des réacteurs ;

Réacteurs pour réactions en milieu hétérogène fluide-solide : réacteurs à lits fixes, réacteurs tubulaires, réacteur à lit fluidisé.

d) Gestion des processus automatisés (GPA)

(40 heures Cours, 47 heures TD)

L'étudiant doit pouvoir déterminer pour un processus, les grandeurs à régler, les grandeurs de réglage ainsi que les perturbations. Il doit connaître les appareils de mesure et les actionneurs. L'étudiant doit appréhender le principe de régulation des principaux paramètres. Il acquiert une bonne compréhension des systèmes de contrôle-commande et de leur utilisation. L'organisation de la production et les principes de gestion industrielle sont abordés.

Mesures industrielles

- Chaîne de mesure, caractéristiques métrologiques ;
- Génération du signal (capteurs), traitement et transmission du signal ;
- Analyse et traitement des données.

Régulation

- Réglage discontinu ;
- Régulation P, PI, PID ;
- Boucles de régulation ;
- Régulation numérique.

Automatismes

- Structure et fonction d'un automatisme ;
- Systèmes logiques combinatoire et séquentiel ;
- Analyse fonctionnelle et Grafcet ;
- Automate programmable industriel.

Organisation et fonctionnalités des systèmes automatisés

- Fonctionnalités : Acquisition, traitement, commande ;
- Calculateur et Interfaces entrée-sortie ;
- Architecture des systèmes de gestion de procédés (contrôle-commande, réseaux, liaisons numériques, ...);
- Etude de cas.

Actionneurs

Génie industriel

- Organisation de la production ;
- Gestion de la production ;
- Maintenance des moyens de production ;
- Gestion de projet.

2) Enseignement pratique

a) Physique

16 heures TP

Les montages sont conçus en fonction des nécessités de l'instrumentation analogique et numérique.

- Circuits intégrés numériques ;
- Maquette de microprocesseur et microordinateur ;
- Commandes de circuits simples ;
- Commandes de machines tournantes (variateurs de puissance, de vitesse, ...)
- Différents types de four et leur régulation ;
- Montages de circuits électriques avec leurs protections.

b) Chimie

32 heures TP

Analyse expérimentale utilisant les techniques et les appareils fréquemment rencontrés dans les laboratoires et retrouvés comme ana-

lyseurs en ligne dans les ateliers de fabrication.

- Méthodes chromatographiques (CPG, CPL, CPI, ...);
- Méthodes spectroscopiques (UV/visible, IR, ...);
- Méthodes électrochimiques (conductimétrie, voltampérométrie, potentiométrie, ampérométrie, coulométrie, ...).
- Application à l'analyse en ligne.

c) Génie des procédés et technologie chimique

90 heures TP

- Compléments : mécanique des fluides, échange thermique, opération sur les systèmes fluide-solide ;
- Opérations unitaires (absorption, extraction, distillation continue et discontinue, ...);
- Réacteurs chimiques. Différents types ;

Ces travaux pratiques comprennent aussi des simulations sur micro-ordinateur ainsi qu'un apprentissage au schéma de procédé.

d) Gestion des processus automatisés

90 heures TP

- Réglage et mise en service de capteurs-transmetteurs (niveau, débit, pression, température) ;
- Etude et mise au point de boucles de régulation (niveau, débit, pression, température)
- Vannes automatiques ;
- Simulation dynamique de procédés : étude d'un échangeur de chaleur, d'une colonne à distiller, Etude des systèmes de régulation associés ;
- Introduction au système de conduite ;
- Grafset et développement d'applications sur automate pour la gestion des processus de fabrication discontinus.