

Filière : GENIE CHIMIQUE

Table des matières	page
Référentiel de formation.....	212
Finalités et objectifs généraux.....	212
Tableau des matières et des modules.....	213
Matière : Chimie.....	214
Matière : Techniques de laboratoire.....	239
Matière : Technologie et schéma.....	246
Annexe I : Equipements de base.....	263
Annexe II : Matériel de travaux pratiques de chimie.....	264
Annexe III : Réactifs et produits chimiques.....	265
Annexe IV : Matériel de laboratoire de génie chimique.....	266

1. Référentiel de formation

Le titulaire du baccalauréat génie chimique possède une formation technologique, scientifique et humaine suffisamment ouverte pour :

- Poursuivre ses études supérieures sans difficultés spécifiques à l'intérieur des établissements de l'enseignement supérieur ;
- Participer au dialogue avec les spécialistes des technologies génie chimique ;

Le bachelier génie chimique devra posséder :

- Les connaissances structurées des diverses techniques relevant des laboratoires d'analyse et de synthèse en chimie et en génie chimique ;
- Les moyens de schématisation et de compréhension de conduite des opérations unitaires en technologie génie chimique ;
- Les capacités de travaux d'organisation et de conduite des étapes de réalisation des manipulations en sécurité au laboratoire.

2. Finalités et objectifs généraux

Le baccalauréat technologique génie chimique, impose une formation alliant culture générale, enseignement scientifique et technologie chimique et cela dans le cadre d'une action pédagogique interdisciplinaire, aboutissant à fournir, à l'élève en fin d'étude secondaire, la possibilité de poursuivre ses études supérieures technologiques ;

Pour cela, il faut tenir compte de ce qui suit :

- acquérir des connaissances approfondies (lois, principes...) en chimie, techniques de laboratoire et technologie des synthèses industrielles ;
- acquérir des méthodes de travail personnel et en groupe pour accéder à une autonomie permettant la gestion du temps et du travail ;
- développer les différentes techniques d'expression, les capacités d'observation, d'analyse critique et de créativité ;
- acquérir le concept de sécurité au laboratoire et le respect de l'environnement ;

- analyser, identifier, purifier produits et mélanges et rédiger un compte-rendu ;
- conduire les étapes de préparations et de synthèses industrielles en toute sécurité en génie chimique des procédés ;
- interpréter ou élaborer une schématisation de préparation ou de synthèses industrielles minérale et organique utilisant les représentations et les symboles de génie chimique.

3. Tableau des matières et des modules

Matières	S2	S3	S4	S5	S6	Modules	Enveloppe Horaire (h)
Chimie	2	2	2	2	2	10	300
Technologie et Schéma	2	2	2	2	2	10	300
Physique	1	1	1	1	1	5	150
Mathématiques	2	2	2	2	2	10	300
Techniques de laboratoire	1	1	1	2	2	7	210
Informatique	1	1	1	0	0	3	90
Education Islamique	1	1	1	1	1	5	150
Langue Arabe et Culture	1	1	1	1	1	5	150
Histoire et Géographie	1	1	1	1	1	5	150
Philosophie	1	1	1	1	1	5	150
Langue Etrangère I	1	1	1	1	1	5	150
Langue Etrangère II	1	1	1	1	1	5	150
Education physique	1	1	1	1	1	5	150
Total	16	16	16	16	16	80	2400

Matières technologiques

CHIMIE

Séances : Cours et Travaux dirigés
 Horaire : 2 heures
 Lieu : Salle spécialisée de Chimie

TECHNIQUES DE LABORATOIRE

Séances : Travaux pratiques; effectifs dédoublés
 Horaire : 3 heures
 Lieu : Laboratoire de Chimie

TECHNOLOGIE ET SCHEMA

Séances : Cours, TD et TP
 Horaire : 3 heures
 Lieu : Salle spécialisée de Chimie et laboratoire de Génie chimique

4. MATIERE : CHIMIE

1.1. Objectifs :

Les objectifs des cours et travaux dirigés de chimie sont :

- Acquérir des connaissances scientifiques indispensables à la compréhension des propriétés de la matière, de ses transformations, des phénomènes de la nature et de l'utilisation qui en est faite par l'Homme ;
- Développer la compréhension des principes fondamentaux sur lesquels repose le comportement des atomes, des ions et des molécules et la faculté d'appliquer ces principes à des problèmes réels qui mettent en œuvre des matériaux dans diverses conditions ;
- Savoir, définir et résoudre des problèmes de chimie, en entraînant les élèves à la réflexion et aux raisonnements en chimie, pour la comprendre de façon aussi approfondie qu'elle est définie dans le programme.

2.2. Programme :

- Les modules de chimie couvrent les divers aspects de la chimie.
 - 1- Bases de chimie générale
 - 2- Bases de chimie organique
 - 3- Structure de la matière
 - 4- Equilibres/Equilibres ioniques
 - 5- Chimie inorganique
 - 6- Chimie organique-1
 - 7- Cinétique/Thermochimie
 - 8- Equilibres de phases
 - 9- Réaction chimique
 - 10- Chimie organique-2
- Les listes du matériel et des produits chimiques indispensables aux expériences et aux TP cours de chimie sont jointes au programme (voir annexes)

3.3. Méthodes :

- L'acquisition de divers objectifs nécessite un enseignement ancré sur l'expérimental.
- En travaux dirigés, les séries d'exercice variés et concrets permettent une évaluation progressive et approfondie des connaissances et des savoir-faire théoriques.
- Les démarches et les méthodes pédagogiques utilisées feront parvenir l'élève à apprendre progressivement à adopter l'attitude scientifique et à maîtriser la méthode expérimentale.

4.4. Evaluation :

- Des contrôles diversifiés à élaborer seront destinés à évaluer les compétences variées de l'élève : connaissances scientifiques, savoir-faire expérimentaux et savoir-faire théoriques.
- Les capacités à évaluer en chimie sont présentées ci-dessous :
 - **Posséder des connaissances spécifiques à la chimie :**
 - Des connaissances scientifiques et techniques :
 - a. vocabulaire, symboles, unités,
 - b. ordre de grandeur,
 - c. définitions, lois, modèles.
 - Des connaissances de savoir-faire
 - a. dans le domaine expérimental (laboratoire, fabrication),
 - b. dans le domaine théorique.
 - **Utiliser des connaissances et des savoir-faire non spécifiques**
 - Accéder aux connaissances au moyen de différentes sources (spectres, tableaux de valeurs, graphes, schémas, comptes rendus, textes divers),
 - Utiliser la langue française pour s'informer et communiquer,
 - Utiliser les outils mathématiques et de physique,
 - Utiliser d'autres outils et moyens d'expression.
 - **Pratiquer une démarche scientifique, notamment :**
 - Observer et analyser,
 - Choisir ou élaborer un modèle physique,
 - Organiser les étapes de la résolution,
 - Porter un jugement critique.

Descriptif du module 1

Intitulé du module : Bases de chimie générale	Code ⁽¹⁾:
Filières : Génie Chimique	/GC/CH/S2/
Nature du module : Composante obligatoire I	
1. Préalables :	
▪ Codes des modules de la même matière : ▪ Codes des modules correspondants homologues des disciplines proches:	
2. Plan du module :	
I. Constitution de la matière (10h) II. Transformation de la matière (8h) III. Solutions aqueuses (8h) Contrôles (4h)	
3. Eléments méthodologiques :	
▪ Cours, exercices, expériences de laboratoire, simulations	
4. Moyens didactiques nécessaires :	
▪ Matériel, documents, logiciels, vidéo et des produits chimiques	
(1) code de la filière ../ Code de la matière ../ code de la session ../	

MODULE 1 : Bases de chimie générale

Programme	Compétences attendues
1. Constitution de la matière	
1.1. Description de l'atome :	
1.1.1. Un modèle de l'atome - noyau (protons et neutrons) et électrons. - Nombre de charge et numéro atomique Z, nombre de nucléons A charge électrique élémentaire charges des constituants de l'atome - Masse des constituants de l'atome, masse approchée d'un atome et de son noyau - Dimension	- Connaître la constitution d'un atome - Connaître et utiliser le symbole - Savoir que l'atome est électriquement neutre - Savoir que la masse de l'atome est concentrée dans son noyau
1.1.2. L'élément chimique - Définitions isotopes, ions monoatomiques - Caractérisation de l'élément par son numéro atomique et son symbole - Conservation au cours d'une transformation chimique.	- Connaître le symbole de quelques éléments - Savoir que le numéro atomique Z caractérise un atome. - Interpréter une suite de transformations chimiques en terme de conservation d'un élément.
1.1.3. Un modèle du cortège électronique	

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Répartition des électrons en différentes couches appelées K,L,M, pour les éléments de Z compris entre 1 et 18. | <ul style="list-style-type: none"> - Distinguer les électrons associés aux couches internes et ceux de la couche externe et dénombrer les électrons de la couche externe. |
|--|--|

Programme	Compétences attendues
1.2. De l'atome aux édifices chimiques 1.2.1. Les règles du « duet » et de l'octet - Enoncé des règles de stabilité des atomes de gaz rares (nobles) inertie chimique. - Application aux ions monoatomiques stables - Application aux molécules à l'aide du modèle de Lewis de la liaison covalente. - Représentation de Lewis de quelques molécules. - Dénombrement des doublets d'électrons liants et non liants.	- Appliquer les règles du « duet » et de l'octet pour rendre compte des charges des ions monoatomiques existants dans la nature. - Donner la représentation de Lewis de quelques molécules simples : H₂, Cl₂, HCl, CH₄, NH₃, H₂O, C₂H₆, O₂, N₂, C₂H₄, CO₂. - Représenter les formules développées et semi-développées compatibles avec les règles du « duet » et de l'octet de quelques molécules simples telles que : C₄H₁₀, C₂H₆O, C₂H₇N.
1.2.2. La géométrie des molécules simples - Disposition relative des doublets d'électrons en fonction de leur nombre - Application à des molécules ne présentant que des liaisons simples - Représentation de Cram	- Rendre compte de la géométrie des molécules CH₄, NH₃, H₂O en se basant sur la répulsion électronique des doublets liants et non liants.
1.3. La classification périodique des éléments - La démarche de Mendeliev - Les critères actuels de la classification : Z et les électrons de la couche externe. - Utilisation de la classification périodique : famille chimique, formules des molécules usuelles et charges des ions	- Retrouver la charge des ions monoatomiques et le nombre de liaisons que peuvent établir les éléments de chacune des familles de la colonne du carbone, de l'azote de l'oxygène et du fluor. - Localisation, dans la classification périodique,

monoatomiques ;
généralisation à des éléments
de Z plus élevé.

les familles des alcalins,
des halogènes et des gaz
nobles (en rares).

Programme	Compétences attendues
2. Transformation de la matière :	
2.1. Outils de description d'un système :	
2.1.1. La mole :	
- Unité de quantité de matière : la mole,	- Calculer une masse moléculaire à partir des masses atomiques.
- Constante d'Avogadro, N_A	- Déterminer une quantité de matière (mol) connaissant la masse d'un solide ou le volume d'un liquide ou d'un gaz.
- Masse molaire « atomique » M (g.mol^{-1})	- Savoir qu'une solution peut contenir des molécules ou des ions.
- Masse molaire moléculaire,	- Réaliser la dilution d'une espèce moléculaire.
- Volume molaire V_m (L.mol^{-1} à P et T)	- Réaliser la dissolution d'une solution
2.1.2. Concentration molaire des espèces chimiques en solution	- Connaître l'expression de la concentration molaire d'une espèce moléculaire dissoute et savoir l'utiliser.
- Notion de solvant, soluté, solution et solution aqueuse.	
- Dissolution d'une espèce chimique moléculaire,	
- Concentration molaire d'une espèce dissoute en solution non saturée	
- Dilution d'une solution	
2.2. Transformation chimique d'un système	
2.2.1. Modélisation de la transformation : réaction chimique.	
- Exemples de transformations chimiques	- Décrire un système.
- Etat initial et état final d'un système	- Ecrire l'équation de la réaction chimique avec les nombres stœchiométriques.
- Réaction chimique, équation chimique, réactifs, produits, ajustement des nombres stœchiométriques.	
2.2.2. Bilan de matière	
- Initiation à l'avancement	
- Expression des quantités de matière des réactifs et des produits	
- Réactif limitant et avancement maximal.	

-
- Bilan de matière tableau descriptif de l'évolution du système au cours de la transformation.
-

Programme	Compétences attendues
3. Solutions aqueuses	
3.1. Acide et base :	
- Définitions d'un acide et d'une base selon Bronsted, - Autoprotolyse de l'eau : réaction, produit ionique de l'eau K_e, ion hydronium et hydroxyde. - Solutions aqueuses d'acides et de bases, force des acides et des bases ; forts et faibles - Notion de pH, pH-mètre, papier indicateur papier pH - Réaction acide basique, transfert de protons acide fort, base forte, acide faible, base faible.	- Connaître la définition d'un acide et d'une base selon Bronsted. - Ecrire l'équation d'autoprotolyse de l'eau. - Connaître la valeur de $K_e = 10^{-14}$ à 25°C l'expression $[H_3O^+][OH^-] = K_e$ - Ecrire l'équation de dissolution d'un acide, d'une base. - Déterminer le pH d'une solution par lecture d'une mesure pH-mètre, indicateur coloré
3.2. Oxydant et réducteur	
- Définitions d'un oxydant , d'un réducteur, couple redox, équation électrochimique redox (demi-équation redox, oxydant, réducteur, - Réaction d'oxydoréduction - Transfert d'électrons entre espèces chimiques - Variation de nombre d'oxydation.	- Connaître l'expression entre H_3O^+ et pH ; $[H_3O^+] = 10^{-pH}$ et savoir l'utiliser - Ecrire l'équation des réactions acido-basiques - Connaître les définitions d'un oxydant et d'un réducteur par transfert d'électrons et par changement de nombre d'oxydants (n.o) - Ecrire les $\frac{1}{2}$ équations et les équations d'oxydoréductions des espèces H_3O^+/H_2, O_2/H_2O, MnO_4^-/Mn^{2+}, Cu^{2+}/Cu, Fe^{3+}/Fe^{2+}, Cl_2/C, I^- - Equilibrer les équations de réaction en utilisant les nombres d'oxydation (n.o).

-
- Application :
 - Pile Daniell, Pôle (+) et pôle(-) ; notions d'électrode, $\frac{1}{2}$ équation redox, potentiel et potentiel standard d'une électrode E° , force électromotrice d'une pile (f.e.m) unité (V)
 - Electrolyse :
 - Solution de HCl,
 - Réactions aux électrodes,
 - Tension seuil d'électrolyse
 - Loi de Faraday.
 - Dessiner le schéma de la pile Daniell,
 - Représenter par schéma conventionnel une pile
 - Ecrire les $\frac{1}{2}$ équations redox et l'équation d'oxydoréduction.
 - Calculer la f.e.m d'une pile dans les conditions standards à partir des $E^\circ(\text{Ox/red})$.
-

Descriptif du module 2

Intitulé du module : Bases de chimie organique	Code ⁽¹⁾: /GC/CH/S2/
Filières : Génie Chimique	
Nature du module : Composante obligatoire I	
1. Préalables :	
▪ Codes des modules de la même matière : ▪ Codes des modules correspondants homologues des disciplines proches :	
2. Plan du module :	
I. Particularité de la chimie organique (2h) II. Alcanes (4h) III. Alcènes et alcynes (6h) IV. Composés aromatiques (4h) V. Pétrole et gaz naturel (2h) VI. Composés oxygénés (4h) VII. Composés azotés (4h) - Contrôles (4h)	
3. Eléments méthodologiques :	
▪ Cours, exercices, expériences de laboratoire, simulations	
4. Moyens didactiques nécessaires :	
▪ Matériel, documents, logiciels, vidéo et des produits chimiques	
(1) code de la filière /../ Code de la matière /../ code de la session /.../	

Module 2 : Bases de chimie organique

Programme	Compétences attendues
1. Particularités de la chimie organique : - Nombre restreint d'éléments C,H,O,N, halogène, P,S, Mg. - Grand nombres de molécules - Liaisons covalentes - Formules brutes, composition centésimale en masse, - Formules développées, isomères.	- Connaître les éléments essentiels de la chimie organique - Savoir l'importance et la diversité des molécules organiques - Savoir que la chimie organique est essentiellement une chimie de covalence - Savoir que le carbone tétravalent ; O : divalent . N : trivalent ; H : monovalent. - Savoir déterminer la formule brute d'un corps connaissant la masse molaire et la composition centésimale en masse des éléments. - Savoir représenter les formules développées et définir les isomères d'un corps
1. Alcanes 2.1. Structure du méthane et de l'éthane, - Carbone tétraédrique - Méthane CH₄ ; représentation en perspective de Gram. - En projection de Newman - L'éthane C₂H₆ : conformation éclipsée et décalée, stabilité 2.2. Les alcanes : - Formule générale C_n H_{2n+2} nomenclature (UICPA) - Alcanes à chaîne principale linéaire et ramifiée. - Existence des cyclanes - Réactions chimiques : - Combustion - Substitution par Cl₂	- Savoir représenter en perspective de Cram et en projection de Newman. - Savoir interpréter la stabilité d'une conformation en utilisant les projection de Newman. - Savoir nommer les alcanes et leur isomères et inversement écrire les formules semi-développées, connaissant les noms. - Savoir écrire l'équation équilibrée d'une réaction de combustion d'un alcane - Savoir exploiter les résultats d'une combustion masses de CO₂ et H₂O pour déterminer la formule brute - savoir écrire les équations de réaction de substitution.

1. Alcènes et alcynes :**3.1. Structure moléculaire :**

- liaisons multiples double et triple.
- Formules générales C_nH_{2n} , nomenclatures
- Isomérisation Z et E des alcènes

3.2. Alcènes :

- Réactions d'addition
 - Halogène (Br_2 et Cl_2)
 - HCl et HBr (règle de Markovnikov, effet Karach)
 - Hydratation
 - Hydrogénation catalytique
- Réactions d'oxydation
 - Coupure oxydante
 - Ozonolyse
 - Epoxydation
 - polymérisation

3.3. Alcyne :

- Addition sur l'acétylène de dihydrogène, d'eau.

- Connaître la valeur des angles entre liaisons sur un carbone
- Représenter les atomes de carbone doublement et triplement liés
- Savoir nommer les alcènes et les alcynes
- Savoir rechercher les isomères géométriques Z et E (ou cis et trans).
- Savoir écrire les équations des réactions d'addition sur un alcène.
- Savoir appliquer la règle de Markovnikov pour expliquer le choix du produit qui se forme de préférence
- Connaître l'importance des conditions expérimentales.
- Savoir écrire les équations de la coupure oxydante de la double liaison (sans mécanisme réactionnel)
- Connaître les équations bilans permettant d'obtenir des polymères (polyéthylène)
- Savoir écrire les équations des réactions d'addition sur l'acétylène (éthyne)

Programme	Compétences attendues
1. Composés aromatiques 4.1. Benzène : - Caractéristiques du noyau benzénique : addition de H₂, - Réactions de substitution - Réactions d'addition : Cl₂ 4.2. Arènes : - Alkyl benzène - Styrène - Arènes à noyaux condensés.	- Savoir que les six électrons assurent une liaison délocalisée pour le cycle benzénique. - Savoir écrire les équations des réactions de substituant sur le benzène. - Savoir nommer les isomères de position (ortho, méta et para) d'une 2ème substitution. - Ecrire les formules développées de quelques arènes : Alkyl benzène, styrène, arènes à noyaux condensés.
1. Pétroles et gaz naturels : 5.1. Sources naturelles des composés organiques, 5.2. Fractionnement du pétrole et traitement : craquage et réformage	- Connaître les principaux constituants du pétrole - Définir les termes craquage et réformage.
2. Composés oxygénés : 6.1. Obtention de l'éthanol et de l'éthylène à partir de l'éthylène. 6.2. Classes d'alcools : structures, nomenclature. 6.3. Oxydation de l'éthanol en éthanal et en acide éthanoïque. 6.4. Généralisation de l'oxydation aux alcools (I) et (II). Nomenclature des composés oxygénés. 6.5. Estérification, hydrolyse des esters.	- Savoir nommer les alcools et leur isomères - Savoir écrire les équations d'oxydoréduction et nommer les produits des réactions - Prévoir les produits des réactions connaissant les réactifs réagissant.
3. Composés azotés : 7.1. Amines aliphatiques et aromatiques : - Classes d'amines - Nomenclature - Propriétés basiques 7.2. Réaction du nitrite de sodium en milieu acide sur les amines. 7.3. Acétamide : Préparation, hydrolyse.	- Distinguer les classes d'amines et les nommer. - Savoir écrire l'équation acido-basique des amines avec l'eau. - Savoir commenter l'expérience d'analyse des amines primaires. - Savoir écrire l'équation bilan de la réaction caractéristique des amines I - Connaître les méthodes de préparation - Savoir écrire les équations de réactions

Descriptif du module 3

Intitulé du module : Structure de la matière	Code ⁽¹⁾: /GC/CH/S3/
Filières : Génie Chimique	
Nature du module : Composante obligatoire I	
1. Préalables :	
- Codes des modules de la même matière : /GC/CH/S2/ - Codes des modules correspondants homologues des disciplines proches :	
2. Plan du module :	
I. Structure de l'atome (6h) II. Classification périodique des éléments (4h) III. La liaison chimique (10h) IV. La liaison de faible énergie (2h) V. Etats de la matière (4h) Contrôles(4h)	
3. Eléments méthodologiques :	
Cours, exercices, expériences de laboratoire, simulations	
4. Moyens didactiques nécessaires :	
Matériel, documents, logiciels, vidéo et des produits chimiques.	
(1) code de la filière ../ Code de la matière ../ code de la session ../	

Module 3 : Structure de la matière

Programme	Compétences attendues
1. Structure de l'atome :	
1.1. Description de l'atome (modèle quantique).	
- Rappels couches K, L, M et N - Définition des sous-couches s, p, d et f. - Notion d'orbitale atomique - Nombres quantiques : n, l, m et s, signification physique et relations mathématiques.	- Décrire l'état d'un électron à l'aide des nombre quantiques n, l, m et s. - savoir représenter schématiquement les orbitales atomiques pures s, p et d.
1.2. Répartition des électrons :	
- Règles de remplissage du niveaux d'énergie. - Principes d'exclusion de Pauli et de stabilité. - Règles de Hund et de Klechkowsky - Description des atomes : - Structure électronique ou configuration électroniques des atomes. - Représentation par les cases quantiques. - Anomalie des règles de remplissage ; cas du chrome et du cuivre.	savoir écrire la structure électronique d'un élément et de la représenter par les cases quantiques.

2. Classification périodique des éléments :

2.1. Elaboration du tableau périodique :

- Principe de construction

2.2. Les grandes familles chimiques

- bloc **s** - bloc **p** - bloc **d** - bloc **f**

2.3. Propriétés périodiques :

- dimension des atomes,
- énergie de liaison
- électronégativité.

- Repérer les éléments chimiques dans le tableau périodique.
 - Montrer la périodicité des propriétés des éléments chimiques (métaux et non métaux).
 - Connaître les sens de variation des principales grandeurs atomiques (électronégativité, énergie d'ionisation, rayons atomiques).
-

Programme	Compétences attendues
3. La liaison chimique : 3.1. Rappels et définitions : - Liaison covalente : simple et multiple - Liaisons monoatomiques et hétéro-atomique normale et dative. - Liaisons à caractère ionique et métallique 3.2. Propriétés des liaisons covalentes - Polarisation des liaisons - Mésonérie - Méthode VSEPR. Règles de Gillespie. 3.3. Théorie de l'hybridation des orbitales atomiques - Notion d'orbitales moléculaire σ et π - Notion d'hybridation des orbitales atomiques sp; sp^2, sp^3 - Molécules BeH_2; BH_3, CH_4 - Molécule C_2H_4; C_2H_2; C_6H_6.	- Connaître l'insuffisance du modèle de Lewis pour expliquer l'établissement des liaisons chimiques et de prévoir la géométrie des molécules. - Savoir utiliser des données sur l'électronégativité pour prévoir le caractère polaire d'une liaison. - Savoir appliquer les règles de Gillespie (VSEPR) pour prévoir la géométrie des espèces chimiques-molécules et ions polyatomiques. - Etablir la représentation schématique des orbitales moléculaires σ et π par recouvrements d'orbitales atomiques pures. - Expliquer la formation des liaisons covalentes σ et π par recouvrements axial et latéral entre orbitales atomiques pures et hybrides.
4. Liaisons de faible énergie 4.1. Le modèle de la liaison de Van der Waals 4.2. Le modèle de la liaison hydrogène. 4.3. Solides moléculaires.	- Connaître l'existence de liaisons intermoléculaires (liquide, solides) - Savoir comparer l'ordre de grandeur de l'énergie de liaison hydrogène et d'une liaison covalente.
5. Etats de la matière : 5.1. L'état gazeux ▪ Les lois des gaz parfaits ▪ les variables d'état d'un gaz, l'équation d'état du gaz parfait $PV = nRT$ ▪ Loi de Boyle-mariotte ▪ Loi de Charle, loi de Gay-Lussac 5.2. l'état liquide ▪ la tension superficielle ▪ la viscosité 5.3. L'état solide ▪ Structures cristallines C_sCl, $NaCl$, CaF_2	• Enoncer les lois relatives aux gaz parfaits et les appliquer. • Définir les termes tension superficielle et viscosité d'un liquide. • Savoir représenter schématiquement la maille de type C_sCl et de type $NaCl$.

Descriptif du module 4

Intitulé du module : Equilibres /Equilibres ioniques	Code ⁽¹⁾: /GC/CH/S3/
Filières : Génie Chimique	
Nature du module : Composante obligatoire I	

1. Préalables :

- Codes des modules de la même matière : /GC/CH/S2/
- Codes des modules correspondants homologues des disciplines proches :

2. Plan du module :

- I. Equilibres (10h)
 1. Rappels et définition
 2. Loi d'action de masse
 3. Loi qualitative de déplacement des équilibres
 - II. Equilibres ioniques (16h)
 1. Acido-basique
 2. Solubilité
 3. complexation
- Contrôles(4h)

3. Eléments méthodologiques :

- Cours, exercices, expériences de laboratoire, simulations

4. Moyens didactiques nécessaires :

- Matériel, documents, logiciels, vidéo et des produits chimiques.

(1) code de la filière /../ Code de la matière /../ code de la session /.../

Module 4 : Equilibres/Equilibres ioniques

Programme	Compétences attendues
1. Equilibres : 1.1. Rappels et définition - loi des gaz parfaits, - équation de réaction totale - notion d'équilibre chimique.	- Savoir utiliser la relation $PV=nRT$ - Savoir conduire les calculs portant sur quantité de matière, volume, masse. - Savoir énumérer les paramètres définissant un équilibre chimique.
1.2 Loi d'action de masse ou (loi de Guldberg et Waage) a) Equilibre homogène : - énoncé relatif aux concentrations - énoncé relatif aux pressions partielles des gaz ; application à des synthèses industrielles b) Equilibre hétérogène expression de la loi d'action de masse pour quelques cas simples types : - Solide $\leftrightarrow$ gaz + (gaz) - Solide $\leftrightarrow$ gaz + solide	- Savoir écrire la constante d'équilibre K - Savoir déterminer la composition d'un mélange à l'équilibre. - Savoir calculer les pressions partielles à partir de la pression totale. - Savoir énoncer les différentes lois de déplacement des équilibres - Savoir les appliquer pour prévoir les sens de déplacement d'un équilibre lors de la variation d'un paramètre
1.3 Lois qualitatives de déplacement des équilibres : - Influence de la température - Influence de la pression - Influence de la concentration.	
2. Equilibres ioniques 2.1. équilibres acido-basiques : - Autoprotolyse de l'eau - Définition des acides et des bases - Forts et faibles du couple acido-basique, du pK - Rappel de la définition du pH - Mesure du pH : - indicateurs colorés, papier pH - phmétrerie : tracé et exploitation de quelques courbes de dosage : - acide fort/base fort - acide faible/base fort - base faible/acide fort.	- Connaître : - la réaction d'autoprotolyse de l'eau - la valeur de $K_e = 10^{-14}$ à 25°C. - Savoir distinguer un acide fort, une base forte, un couple acido-basique. - Savoir écrire la constante K_a - Connaître la définition du pH - Savoir utiliser la relation $\text{pH}=\text{p}K_a+\log[B]/[A]$ pour déterminer la répartition entre les deux espèces d'un couple acide-base, le pH étant connu. - Savoir exploiter une courbe de dosage (point d'équivalence, choix d'un indicateur coloré, zone tampon) et calculer une concentration inconnue.

2.2. Equilibres de solubilité : - exemples - solubilité d'un sel - définition du produit de solubilité K_s - condition de précipitation - effet d'ion commun	- Savoir définir la solubilité d'un composé - Connaître la relation entre s et K_s en solution aqueuse - Calculer un produit ionique et l'utiliser pour savoir s'il y a précipitation - Appliquer les lois de déplacement des équilibres (effet d'ion commun, variation du pH).
2.3. équilibres de complexation - constante de formation et de K_s - constante de dissociation	- Connaître les termes : ligands, ion ou atome central - Connaître quelques complexes (formule, nomenclature, couleur) - Savoir écrire l'expression de K_d ou K_f

Descriptif du module 5

Intitulé du module : Chimie inorganique	Code ⁽¹⁾: /GC/CH/S4/
Filières : Génie Chimique	
Nature du module : Composante obligatoire I	
1. Préalables :	
▪ Codes des modules de la même matière : /GC/CH/S3/ ▪ Codes des modules correspondants homologues des disciplines proches :	
2. Plan du module :	
I. Caractères généraux des métaux (6h) II. Elaboration des métaux (10h) III. Synthèses minérales (10h) - Contrôles (4h)	
3. Eléments méthodologiques :	
▪ Cours, exercices, expériences de laboratoire, simulations	
4. Moyens didactiques nécessaires :	
▪ Matériel, documents, logiciels, vidéo et des produits chimiques..	
(1) code de la filière /../ Code de la matière /../ code de la session /.../	

Module 5 : Chimie inorganique

Programme	Compétences attendues
1. caractères généraux des métaux :	
1.1. Etat métallique :	
- Place des éléments métalliques dans la classification périodique.	- Savoir situer un métal dans le tableau périodique
- Propriétés physiques des métaux	- Connaître les propriétés physiques principales de quelques métaux.
- Propriétés chimiques des métaux : formation d'oxydes, d'hydroxydes.	- Savoir écrire les équations des réactions chimiques relatives aux oxydes et hydroxydes métalliques ainsi que l'action de l'eau et des acides sur les métaux.
- Réactions avec l'eau, avec les acides.	
1.2. Notions de corrosion	
- Corrosion sèche - Corrosion électrochimique - Protection contre la corrosion	- Connaître les problèmes de la corrosion et la protection contre ce phénomène.
1.3. Structure des métaux à l'état solide	
- Systèmes cristallins les plus courants CC, CFC et HC	- Savoir dessiner les mailles des systèmes : - cubique centré - cubique à faces centrées - hexagonal compact
- Formes allotropiques des métaux.	- Savoir calculer le rayon métallique à partir de l'arête de la maille CC et CFC ou inversement.
1.4. Alliages métalliques	
- intérêt	- Savoir commenter la préparation d'un alliage.
- préparation.	
2. Elaboration des métaux :	
2.1. Traitement des minerais :	
- Métaux à l'état natif.	- Connaître quelques métaux existant à l'état natif
- Enrichissement des minerais	- Savoir commenter les opérations principales d'enrichissements utilisés
- préparation mécanique,	
- enrichissement physique,	
- enrichissement par voie chimique	
2.2. méthodes d'extraction	
- réduction par pyrométallurgie	- Savoir commenter les procédés d'obtenir des métaux en général et de l'aluminium et du cuivre en particulier.
- réduction électrolytique	
2.3. affinage des métaux	
- affinage oxydant	- Savoir écrire et équilibrer les équations des réactions.
- affinage électrolytique	
2.4. élaboration des métaux	
- aluminium	- Savoir distinguer entre fonte et acier
- cuivre	- Savoir décrire le fonctionnement du haut fourneau
2.5. élaboration des fontes et des aciers	
- haut fourneau : description et fonctionnement	- Savoir écrire les équations des réactions d'oxydoréduction mises en jeu dans le haut fourneau.
- préparation des aciers.	
3. Synthèses minérales	
3.1. ammoniac	- Savoir analyser les différentes étapes, d'une synthèse.
3.2. acide nitrique	- Savoir écrire et équilibrer les équations de préparation de NH_3 , HNO_3 et H_2SO_4 .
3.3. acide sulfurique	

3.1. engrais	- Savoir calculer la teneur en éléments (N, P, K) ou unités fertilisantes (N, P ₂ O ₅ et K ₂ O) d'un engrais donné et écrire sa formule de spécification commerciale
- nomenclature, teneur en éléments N, P, K	
- préparation de nitrate d'ammonium et engrais phosphatés	- Savoir écrire les équations de réactions de préparation d'engrais et de l'acide phosphorique.
3.2. acide phosphorique.	

Descriptif du module 6

Intitulé du module : Chimie organique 1	Code ⁽¹⁾: /GC/CH/S4/
Filières : Génie Chimique	
Nature du module : Composante obligatoire I	
1. Préalables :	
- Codes des modules de la même matière : - Codes des modules correspondants homologues des disciplines proches :	
2. Plan du module :	
I. Halogénoalcanes (2h) II. Organomagnésiens (2h) III. Alcools-phénols (4 h) IV. Amines (4h) V. Aldéhydes et cétone (6h) VI. Acides carboxyliques et dérivés (6h) Contrôles (4h)	
3. Éléments méthodologiques :	
Cours, exercices, expériences de laboratoire, simulations	
4. Moyens didactiques nécessaires :	
Matériel, documents, logiciels, vidéo et des produits chimiques..	
(1) code de la filière ../ Code de la matière ../ code de la session ../	

Module 6 : Chimie organique 1

Programme	Compétences attendues
1. Halogénoalcanes :	
- Obtention	- Savoir nommer un halogénoalcane
- Réaction de substitution ; application	- Savoir écrire les équations des réactions et distinguer leur type :
- Réaction d'élimination : application	- Lors de leur préparation : substitution sur le méthane, addition sur les alcènes, substitution de ROH par HX ou PCl ₅ , actions PCl ₅ sur cet atome.
	- Et lors de leur utilisation :
	- Substitutions par : H₂O, OH⁻, par CN⁻, par NH₃ - Eliminations de HX, de 2HX (alcynes)

1. Organomagnésiens :

- Obtention
- Caractéristiques
- Applications en synthèse organique

- Connaître l'intérêt industriel :
 - Solvants
 - Intermédiaires de synthèse : directe, via R-MgX
- Savoir les nommer
- Connaître : le mode de préparation, les relations avec H₂O, O₂, R-OH les précautions à prendre lors de la synthèse.
- Savoir écrire les réactions d'addition sur aldéhyde, cétone, époxyde, ester, nitrile et CO₂.

2. Alcools-phénols

- Existence de 3 classes d'alcools
- Acidité du H de OH
- Mobilité du OH
- Déshydratation
- Oxydation des alcools
- Phénols : cas du benzophénol

- Savoir nommer les alcools
- Reconnaître la classe d'un alcool
- Connaître les différences de réactivité selon la classe
- Connaître les conditions expérimentales précises pour les deux types de déshydratation.
- Savoir écrire les équations d'oxydoréduction équilibrées (après écriture des demi-équations redox)
- Connaître un type d'alcool aromatique le benzophénol
- Savoir écrire l'équation chimique avec NaOH et avec Br₂

Programme	Compétences attendues
3. Amines : - Préparation à partir de l'ammonium - Basicité - Passage aux amides et aux nitriles	- Savoir nommer les amines - Connaître les méthodes de préparation d'Hoffmann et de Sabatier - Savoir écrire l'équation de la réaction d'une amine sur l'eau, d'une amine sur un acide. - Connaître l'action des amines sur les principaux indicateurs colorés, - Savoir écrire l'équation de la réaction entre une amine et un acide carboxylique, suivie de déshydratation, et savoir que ces réactions sont réversibles.
4. Aldéhydes et cétones - Dérivés cristallisés caractéristiques - Oxydations : caractère réducteur des aldéhydes, cas des cétones cycliques. - Hydrogénation, réaction de Clemmensen, action des hydrures métalliques. - Enols et ions énolate : Existence, conséquence crotonisation d'aldolisation, cétoalisation arotomisation, halogénéation en α du carbone fonctionnel) - Acétalisation : introduction de la notion de protection du groupement fonctionnel.	- Distinguer aldéhydes et cétones - les nommer - Savoir écrire les équations de réaction de formation de dérivés caractéristiques. - Savoir écrire les équations de réaction de formation de dérivés caractéristiques. - Savoir écrire les équations équilibrées des réactions rédox - Distinguer aldéhyde et cétone à travers leur propriétés chimiques. - Savoir écrire l'équation d'une : - aldolisation - cétoalisation crotonisation - halogénéation - savoir protéger (et régénérer) la fonction.
5. Acides carboxyliques et dérivés: - Etudes de l'estérification - Passage aux dérivés des acides, chlorures, anhydrides, esters, amides, nitriles. - Esters : - préparation à partir de chlorure ou anhydrides - hydrolyse - saponification - Chlorures, anhydrides d'acides et Nitriles : utilisation en synthèse.	- Savoir nommer les acides, les esters, les amides, les nitriles, les chlorures d'acides et les anhydrides d'acides. - Savoir écrire la réaction d'estérification, prévoir qualitative les déplacements d'équilibre, faire le lien avec le chapitre « alcools » (différence de réactivité des classes alcools) - Savoir écrire les diverses équations de réactions conduisant aux dérivés d'acide. - Distinguer entre réaction équilibrée et réaction totale.

Descriptif du module 7

Intitulé du module : Cinétique/ Thermochimie	Code ⁽¹⁾: /GC/CH/S5/
Filières : Génie Chimique	
Nature du module : Composante obligatoire I	
1.Préalables :	
▪ Codes des modules de la même matière : /GC/CH/S3/ ▪ Codes des modules correspondants homologues des disciplines proches :	
2. Plan du module :	
I. Cinétique chimique (12h) II. Thermochimie (14h) Contrôles (4h)	
3.Eléments méthodologiques :	
- Cours, exercices, expériences de laboratoire, simulations	
4.Moyens didactiques nécessaires :	
- Documents, Logiciels - Matériel du dosage volumétrique chronomètre - Colorimètres et accessoires. - Réactifs et produits chimiques	
(1) code de la filière ../ Code de la matière ../ code de la session ../	

Module 7 : Cinétique/Thermochimie

Programme	Compétences attendues
1. Cinétique chimique	
1.1. Vitesse de réaction :	
- Définitions : Vitesse moyenne de formation et de disparition, vitesse instantanée, vitesse de réaction, temps de réaction, temps de demi-réaction ; ordre de réaction 1 et 2.	- Savoir définir la vitesse d'une réaction, le temps de demi-réaction
1.2. Facteur influençant, la vitesse de réaction influences des concentrations de la température.	- Savoir déterminer, à partir d'un tracé ou d'une série de mesures (quantité de matière, concentration, pression) en fonction du temps, la vitesse moyenne et la vitesse instantanée et ordre de réaction 1 et 2.
1.3. TP : étude de la vitesse de réaction de réduction du peroxosulfate de potassium par l'iodure de potassium.	- Traçage de la courbe et exploitation pour déterminer la vitesse de la réaction chimique.
1.4. Notions de catalyse	- connaître le rôle d'un catalyseur.
- Définition et fonctionnement d'un catalyseur.	- Connaître le vocabulaire.
- Catalyse homogène et catalyse hétérogène	
- Inhibiteurs.	
2. Thermochimie :	
2.1. Notions thermodynamiques :	
- Définitions :	- Connaître le vocabulaire,
- Système, état d'un système, variables d'état intensive, extensive.	- Associer sur des exemples, la production de la chaleur au travail,
- Transformation isotherme isobare, isochore, adiabatique.	- Savoir que $W+Q = U_2-U_1 = \Delta U$,
- Echange d'énergie : travail et chaleur.	- Savoir établir la relation entre Q_p et Q_v ,
- Premier principe de la thermodynamique : l'énergie interne U	- Savoir que $H=U+PV$,
- Transformation à volume constant et à pression constante	- Connaître état standard,
- Enthalpie H	- Connaître l'enthalpie standard de formation,
	- Savoir déterminer les quantités de chaleur échangées en utilisant la relation ($Q = mc (t_f - t_i)$).

Programme	Compétences attendues
2.2. Thermochimie : - Chaleur de réaction : loi de Hess - Etat standard - Enthalpie standard de formation - Enthalpie de liaison - Détermination des chaleurs de réaction - Mesures calorimétriques - Indirecte. - Détermination de capacité thermique du calorimètre, mesure de chaleur de la réaction de centralisation de HCl par NaOH	- Savoir appliquer la loi de Hess. - Réaliser des mesures calorimétriques et déterminer la chaleur de la réaction acido-basique.

Descriptif du module 8

Intitulé du module : Equilibres de phases	Code ⁽¹⁾: /GC/CH/S5/
Filières : Génie Chimique	
Nature du module : Composante obligatoire I	
1. Préalables :	
▪ Codes des modules de la même matière : /GC/CH/S3/ ▪ Codes des modules correspondants homologues des disciplines proches :	
2 Plan du module :	
I. Equilibres de phases d'un corps pur (4h) II. Equilibres de phases des systèmes binaires (22h) Contrôles (4h)	
3. Eléments méthodologiques :	
▪ Cours, exercices, expériences de laboratoire, simulations	
4. Moyens didactiques nécessaires :	
▪ Matériel, documents, logiciels, vidéo et des produits chimiques..	
(1) code de la filière ../ Code de la matière ../ code de la session ../	

Module 8 : Equilibres de phases

Programme	Compétences attendues
1. Equilibres de phases d'un corps pur :	
1.1. Définition et rappels	
- Phase - Variables d'état intensive et extensive	
1.2. Changement d'état d'un corps pur	- Connaître le vocabulaire
- Chaleur latente - Courbes des changements d'état $P = f(T)$	- Savoir interpréter l'allure des courbes de changement de phases et les diagrammes d'équilibre de phases des corps purs.
1.3. Diagrammes d'équilibres de phases des corps purs :	
- Eau - Soufre	
2. Equilibres de phases des systèmes binaires :	
2.1. Définitions :	
- Solution idéale, non idéale, solution parfaite - Molalité (molal). - Composition d'un système binaire ; fractions molaire et massique	- Savoir exprimer les concentrations des solutions en molalité.
2.2. Equilibre liquide-liquide	- Connaître le vocabulaire
T.P : Eau-phénol	- Savoir interpréter les diagrammes liquide- liquide aux points critiques maximum, minimum et à 2 points critiques.
- Courbes de solubilité, point critique, solutions conjuguées, domaines de miscibilité et de non-miscibilité ; - Règle des moments chimiques.	- Savoir appliquer la règle des moments chimiques.

Programme	Compétences attendues
2.3. Equilibre solide-liquide - Courbes de refroidissement ou courbes d'analyse thermique de solidification (ATS), cas de mélange eutectique, - Diagrammes d'équilibre de phases de type: - fuseau - eutectique	- Savoir exploiter les courbes de refroidissement et tracer un diagramme d'équilibre et inversement. - Savoir calculer les quantités de matière ou les masses des substances constituant les phases d'un système binaire.
2.4. Equilibre solide-vapeur : - Pression de vapeur d'un mélange. ▪ Cas de solution idéale ▪ Cas de solution non idéale ▪ Cas de liquides insolubles ▪ Cas de solution dont le solvant est volatil. - Diagramme d'équilibre isobare liquide-vapeur ▪ Diagramme en fuseau ▪ Diagramme azéotrope ▪ Diagramme eutectique	- Savoir tracer les courbes $P=f(T^{\circ}\text{C})$ des mélanges binaires. - Savoir exprimer la loi de Raoult et la loi de Henry. - Savoir calculer la quantité d'eau nécessaire à l'entraînement d'une masse d'un liquide organique. - Savoir déterminer la masse molaire d'un soluté par cryométrie et ébulliométrie à partir des mesures ΔT. - Connaître les points caractéristiques, les courbes et les phases en équilibre dans chaque domaine des diagrammes liquide-vapeur. - Savoir exploiter les diagrammes pour calculer les quantités de matière des constituants du binaire.

Descriptif du module 9

Intitulé du module : Réaction chimique	Code ⁽¹⁾: /GC/CH/S6/
Filières : Génie Chimique	
Nature du module : Composante obligatoire I	

1. Préalables :

- Codes des modules de la même matière : /GC/CH/S3/
- Codes des modules correspondants homologues des disciplines proches :

2. Plan du module :

- I. Propriété des électrolytes (4h)
- II. Réactions acido-basiques (6h)
- III. Réactions d'oxydoréduction (8h)
- IV. Réaction de complexation (4h)
- V. Réaction de précipitation (4h)
- Contrôles (4h)

3. Eléments méthodologiques :

- Cours, exercices, expériences de laboratoire, simulations

4. Moyens didactiques nécessaires :

- Matériel, documents, logiciels, vidéo et des produits chimiques..

(1) code de la filière /../ Code de la matière /../ code de la session /../

Module 9 : Réaction chimique

Programme	Compétences attendues
1. Propriétés des électrolytes : 1.1. Application aux acides et aux bases ▪ force comparée, ▪ coefficient de dissociation ▪ influence de la dilution sur le comportement d'un électrolyte faible 1.2. Définition de la conductance $G(\Omega^{-1}$ ou $S)$ de la conductivité $\kappa(S.m^{-1})$, de la conductivité molaire ionique limite $\lambda_0(S.m^{-1}.mol^{-1})$ ou $(\Omega^{-1} m^{-1}.mol^{-1})$. 1.3. application aux dosages : acido-basiques, par précipitation par complexation et à la cinétique,	- Connaître les domaines de prédominance à partir de la donnée pK_a - Maîtriser l'utilisation du coefficient de dissociation α . - Savoir définir et utiliser les grandeurs introduites.
2. Réaction acido-basiques : 2.1. pH des solutions aqueuses : ▪ acide faible ▪ base faible ▪ mélange acide+base conjuguée avec application aux mélanges tampons ▪ ampholytes 2.2. Etudes théorique des dosages acido-basiques : ▪ Acide faible-base forte (par pH-métrie et conductimétrie) ▪ Acide faible-base forte (pH-métrie) ▪ Conditions de séparation de deux acidités successives (ex $H_2C_2O_4$) ▪ Indicateurs colorés ; détermination de la zone de visage.	- Savoir écrire les équations de neutralité électrique et de conservation des atomes, les constantes d'équilibre, - Savoir faire les approximations nécessaires en les justifiant (une espèce sera considérée comme négligeable devant une autre à 10%) - Savoir effectuer un calcul de pH faisant intervenir un seul couple acide/base faible. - Savoir calculer le pH d'un ampholyte dans le cadre des approximations usuelles. - Savoir déterminer à partir

d'une courbe de dosage, une concentration un K_a .

- Savoir choisir un indicateur en fonction du dosage effectué
-

Programme	Compétences attendues
3. Réactions d'oxydoréduction 3.1. Potentiel redox, loi de Nernst ▪ influence du pH ▪ prévision thermodynamique des réactions, calcul de la constante d'équilibre K de la réaction d'oxydoréduction. ▪ Influence des précipitations et complexation ▪ Applications : - les électrodes - les piles - Phénomènes de corrosion, mise en évidence, protection. 3.2. Etude théorique des dosages potentiométriques : - oxydoréduction - par précipitation.	- Savoir déterminer les domaines de prédominance - Connaître la loi de Nernst sous sa forme générale - A partir à la demi-équation d'oxydoréduction, savoir écrire la loi. - Savoir calculer les concentrations connaissant la d.d.p. et inversement - Savoir calculer la constante k d'un équilibre redox - Savoir calculer le potentiel de l'électrode de référence - Savoir représenter la courbe potentiel pH et déterminer les domaines d'existence des espèces chimiques - Savoir interpréter les courbes potentiométriques.
4. Réactions de complexation ▪ Nomenclature des ions complexes ▪ Constante de dissociation K_d ▪ Etude de la stabilité d'un complexe : - influence du pH - influence des concentrations - influence de la formation d'un complexe sur un couple redox.	- Connaître les conditions de formation d'un complexe - Savoir écrire la constante K_d, les équations de conservation du ligand et du cation, et savoir les utiliser pour calculer les concentrations des différentes espèces, ou K_d.
5. Réactions de précipitation Rappel : solubilité, produit de solubilité K _s Influence : ▪ d'un ion commun sur la solubilité ▪ de la formation d'un complexe sur la solubilité ▪ du pH sur s et sur la précipitation (précipitation sélective)	▪ Savoir exprimer le produit de solubilité k_s ▪ Savoir calculer s à partir de k_s, compte tenu des paramètres suivants : ▪ Présence d'un ion commun ▪ pH ▪ Formation d'un ion complexe.

Descriptif du module 10

Intitulé du module : chimie organique 2	Code ⁽¹⁾: /GC/CH/S6/
Filières : Génie Chimique	
Nature du module : Composante obligatoire I	
1. Préalables :	
- Codes des modules de la même matière : /GC/CH/S4/ - Codes des modules correspondants homologues des disciplines proches :	
2 Plan du module :	
I. Spectroscopie infrarouge (4h) II. Stéréochimie des molécules (4h) III. Mécanisme réactionnel (4h) IV. Grandes réactions organiques (12h) V. Composés poly-fonctionnels (2h) Contrôles (4h)	
3. Eléments méthodologiques :	
Cours, exercices, expériences de laboratoire, simulations	
4. Moyens didactiques nécessaires :	
Matériel, documents, logiciels, vidéo et des produits chimiques.	
(1) code de la filière ../ Code de la matière ../ code de la session ../	

Module 10 : Chimie Organique 2

Programme	Compétences attendues
1. Spectroscopie infrarouge	
1.1. Notions spectroscopiques	Savoir reconnaître dans un spectre IR, en utilisant les tables de fréquences, les absorptions caractéristiques des fonctions : alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, alcène, alcyne, amine, cycle aromatique
1.2. Structure des molécules exploitation des spectres IR de quelques molécules appartenant aux diverses fonctions et familles organiques.	
2. Stéréochimie des molécules	
2.1. Rappels :	- Savoir représenter les conformations des molécules organiques en perspective et en projection sur le plan. - Reconnaître un carbone asymétrique - Savoir représenter un couple de deux inverses optiques et les nommer en R et S suivant la notion de Cahn-Ingold-Prélog. - Distinguer les formes érythro, méso et thréo.
- Conformations de molécules à chaînes carbonées ouverte et cycliques - Représentation de Cram, de Newman et de Fischer	
2.2. Stéréo-isomérisation :	
- carbone, asymétrie chiralité - énantiomères, diastéréoisomères - isomérisation Z et E - nomenclature, R et S (configuration absolue) - formes érythro, méso et thréo.	
3. Mécanisme réactionnel	
3.1. Structure électronique :	- savoir expliquer la réactivité chimique des molécules en se basant sur les structures électroniques - écrire les formes limites à partir des formules développées des molécules.
- Polarité des liaisons chimiques : effet inductif - Délocalisation des électrons ; effet mésomère - Effet stérique	

Programme	Compétences attendues
3.2. Mécanisme réactionnel - Ruptures homo et hétérolytiques des liaisons. - Intermédiaires réactionnels carbocation, carbanion et radicaux libres. - Agents électrophiles et nucléophiles. - Applications : ▪ Réaction de substitution électrophile. ▪ Règles de D'Holleman ▪ Réaction d'addition ▪ Réaction d'élimination selon Zaitsev.	- Savoir représenter les intermédiaires réactionnels et connaître leur réactivité chimique et leur stabilité relative. - Savoir identifier les espèces électrophiles et nucléophiles - Savoir expliquer les mécanismes réactionnels des réactions : Addition, substitution, élimination selon Zaitsev. - Connaître et savoir appliquer les règles d'Holleman (orientation et activation) dans le cas des dérivés monosubstitués du benzène.
4. Grandes réactions organique : 4.1. Oxydation : - alcool et dérivés carbonylés - alcènes et alkyl benzènes 4.2. Réduction - dérivés nitrés par (Fe +HCl) - dérivés carbonylés (LiAlH₄)	- Prévoir les résultats d'une réaction donnée et nommer les produits et réactifs mis en jeu, - Ecrire les équations-bilans des réactions d'oxydation et de réduction.
4.3. Substitution : - Halogénéation - Nitration - Sulfonation - Fusion alcaline - Réaction de Friedel Craft - Diazotation-copulation - Réaction de Sendmeyer 4.4. Condensation en milieu basique - Aldolisation, cétoalisation crotonisation. - Réaction de Cannizzaro. 4.5. Polycondensation - Polyester (Tergal) - Polyamide (Nylon) - Phénioplate (Bakélite)	- prévoir les résultats des réactions chimiques de substitution - appliquer les règles de Holleman - Reconnaître le nom d'une réaction de substitution par description des réactifs et produits ou catalyseur. - Savoir concevoir une suite de réactions conduisant à un produit donné. - Choisir judicieusement les réactions et leur enchaînement - Nommer les produits des réactions de condensation : alcool, céto, etc. - Savoir écrire les équations des réactions chimiques étudiés et expliquer les mécanismes réactionnels. - Connaître monomère, motif élémentaire de la réaction de polycondensation dans chacun des cas Tergal, Nylon et Bakélite
5. Composés polyfonctionnels 5.1. Composés à fonctions multiples : - Diènes conjuguées : addition HX, réaction Diels-Alder. - Polyols, polyacide. 5.2. Composés à fonctions mixtes : - aldéhyde-alcool (glucose) - acide-alcool (acide lactique) - acide-amine : (glycine)	- Savoir écrire les diverses équations des réactions - Etablir les structures des molécules - Représenter en perspective et en projection de Newman et de Fischer, les molécules acide lactique et glycine.

5. MATIERE : TECHNIQUES DE LABORATOIRE

5.1. Objectifs :

Le programme recouvre trois principaux secteurs de laboratoire :

- analyse qualitative
- analyse quantitative
- préparations et synthèses

D'autres techniques de laboratoire sont abordées et développées permettant à l'élève de travailler avec l'ensemble du matériel de laboratoire.

L'évolution des techniques d'analyse, de synthèse et de saisie de données implique une évolution de l'enseignement :

Il est nécessaire que le professeur ait constamment le souci d'utiliser les méthodes modernes dont il dispose.

En conséquence, l'utilisation de l'ordinateur comme outil de laboratoire est recommandé.

En séance de TP, seront favorisées et encouragées les compétences suivantes : connaissances et habitudes requises pour manipuler, de manière sûre, efficace et attentive des produits chimiques, des appareils utilisés dans diverses opérations de laboratoire.

Le respect de l'environnement et des règles de sécurité sera une préoccupation constante lors du travail au laboratoire.

5.2. Programme

5.2.1. Modules

- En Techniques de laboratoire (Travaux pratiques de chimie), les modules traitent diverses techniques utilisées en chimie analytique minérale et en chimie organique expérimentale.
 - 1- Techniques de laboratoire –1
 - 2- Analyse minérale
 - 3- Analyse organique
 - 4- Techniques de laboratoire-2
 - 5- Techniques de laboratoire-3
 - 6- Analyse instrumentale
 - 7- Synthèses organiques
- Les listes du matériel et des produits chimiques indispensables aux travaux pratiques de chimie sont jointes au programme (voir annexes)

5.2.2. Compétences : Fonctions et capacités

Fonction : « préparation »

- Exposer les principes des manipulations mises en œuvre ;
- Ecrire les équations chimiques qui sous tendent les principes ;
- A partir de l'analyse d'un protocole opératoire, justifier les différentes phases de ce mode opératoire ;
- Préparer des produits et des réactifs nécessaires pour la mise en œuvre du protocole ;
- Préparer des solutions titrées nécessaires aux dosages mis en œuvre ;
- Etalonner les solutions titrantes ;

- S'assurer que les conditions opératoires sont correctement établies (paramètres physico-chimiques, catalyseurs...);
- Régler et étalonner les appareils.

Fonction : «réalisation»

- A partir d'un protocole opératoire donné, effectuer l'ensemble des opérations techniques de préparation et d'analyse du matériel ;
- Choisir le matériel et les appareils les mieux appropriés aux opérations techniques envisagées;
- Calculer les prises d'essai à effectuer ;
- Analyser un aléa d'exécution;
- Observer les mesures d'hygiène et de sécurité afférentes au protocole utilisé.

Fonction : «évaluation et contrôle de qualité»

- Contrôler la conformité des réactifs et des produits utilisés aux règles de conservation, de conditionnement et de fabrication ;
- Identifier les points critiques d'un protocole opératoire ;
- Estimer le domaine d'incertitude ;
- Exprimer correctement le résultat ;
- Analyser les résultats obtenus.

Fonction : « maintenance »

- Relever une anomalie de fonctionnement d'un appareillage et en rendre compte ;
- Assurer le nettoyage des appareils ;
- Assurer la maintenance de premier niveau.

Fonction : « Sécurité »

- Prévoir les mesures de sécurité conforme au diagnostic réalisé pour la manipulation ou l'activité envisagée.

5.3. Méthodes :

Deux conditions sont nécessaires pour que l'enseignement expérimental remplisse son rôle :

- 1- Les élèves doivent savoir ce qu'ils cherchent, anticiper un ou des résultats possibles, agir, expérimenter, conclure et ainsi élaborer leurs connaissances.
 - 2- l'enseignant doit veiller à bien définir les objectifs de contenus des manipulations et à limiter le nombre de compétences mise en jeu dans une séance de TP afin de bien dégager les notions qu'il veut faire acquérir.
- L'élève doit manipuler seul ou en binôme, répondre à une situation-problème par la mise au point d'un protocole, rédiger un compte-rendu, remis obligatoirement à la fin de la séance.
 - La gestion de différentes compétences mises en œuvre lors de la conception de chaque séance de travaux pratiques nécessite la mise au point de grille de suivi des compétences :
 - compétences liées à l'expérimentation
 - compétences liées aux manipulations et aux mesures
 - compétences liées au comportement de l'élève.

5.4. - Evaluation :

- Le contrôle prévu dans chaque module des techniques de laboratoire, comporte une partie théorique (30minutes, sans documents) et une partie pratique (2h.30', avec documents). Ce contrôle est compté 25% de la moyenne des notes obtenues en évaluation de différentes compétences mises en œuvre dans chaque module.
- Les compétences mises en œuvre en techniques de laboratoire seront évaluées en se basant sur les critères d'évaluation en travaux pratiques de chimie.

Critères d'évaluation en travaux pratiques de chimie

L'élève doit être capable de :

1° Comprendre le protocole expérimental

La capacité de lire et d'analyser un texte scientifique est supposée maîtrisée :

- connaissance du français,
- termes scientifiques et techniques,
- connaissances et savoir-faire théoriques.

2° Mettre en œuvre le protocole expérimental

La maîtrise des savoir-faire expérimentaux de tous ordres est exigée :

- manipulation du matériel et des produits,
- choix judicieux du matériel et des produits,
- soins dans le domaine expérimental tout particulièrement,
- souci constant de la sécurité,
- autonomie,
- organisation du travail.

3° Faire l'analyse critique des résultats expérimentaux et leur interprétation

Mobiliser ses connaissances pour :

- contrôler qu'une loi est vérifiée à l'aide d'un tableau de mesure
- identifier un corps et contrôler sa pureté à l'aide de données physico-chimiques,
- trouver les raisons d'écarts éventuels aux résultats attendus.

4° Rédiger le compte- rendu de la manipulation

- Communiquer par écrit sous différentes formes (textes, graphes, dessins...)

Descriptif du module 1

Intitulé du module : Techniques de laboratoire –1 **Code (1) :** / GC / TL / S2 /

Filière : Génie Chimique

Nature du module : Composante obligatoire

1.Préalables :

- Code des modules de la même matière :
- Codes des modules correspondants homologues des disciplines proches :

2.Plan du module :

- Travail du verre et du bouchon et utilisation du matériel de chauffage (2x3h)
- Présentation de la verrerie et utilisation du matériel de mesure (2x3h) : balance électronique ; thermomètres ; densimètres.
- Techniques de séparation (3x3h) : décantation ; filtration ; centrifugation ; recristallisation ; distillation ; dialyse ; sublimation ; chromatographie sur colonne.
- Préparations : (2x3h) solutions diluées à partir de substances solides et de solutions commerciales, produit minéral (nitrate de potassium) ou/et produit organique (savon).
- Contrôle : (3h)

3.Eléments méthodologiques :

- Travail de laboratoire

4.Moyens didactiques nécessaires :

- Documents, matériel et produits chimiques.

(1) Code de la filière/... /Code de la matière/.../ Code de la session/.../

Descriptif du module 2

Intitulé du module : Analyse minérale **Code (1) :** / GC / TL / S3 /

Filière : Génie Chimique

Nature du module : Composante obligatoire

1.Préalables :

- Code des modules de la même matière : / GC / TL / S2 /
- Codes des modules correspondants homologues des disciplines proches : /GC/CH/S2/

2.Plan du module :

- Analyse qualitative minérale (4x3h)
Recherche des cations et groupes de cations :
Groupe 1 ; groupe 2A ; groupe 2B ; groupe 3 ; groupe 4 ; groupe 5 et groupe 6
Recherche des anions et groupes d'anions :
Groupe 1 ; groupe 2 ; groupe 3 ; groupe 4 ; groupe 5 et groupe 6
Identification d'un produit minéral pur, avec mise en solution par voie humide
- Analyse quantitative minérale (5x3h)
Analyse volumétrique :
Acidimétrie ; argentimétrie ; complexométrie ; oxydoréduction.
Analyse gravimétrique :
Dosage sans séparation ; dosage avec séparation sur papier ;
dosage avec séparation sur verre fritté.
- Contrôle (3h)

3.Eléments méthodologiques :

- Travail de laboratoire

4.Moyens didactiques nécessaires :

- Documents, matériel et produits chimiques.

(1) . Code de la filière/... / Code de la matière/... /Code de la session/.../

Descriptif du module 3

Intitulé du module : Analyse organique

Code (1) : / GC / TL / S4 /

Filière : Génie Chimique

Nature du module : Composante obligatoire

1. Préalables :

- Code des modules de la même matière : /GC/TL/S2/
- Codes des modules correspondants homologues des disciplines proches : /GC/CH/S2/

2. Plan du module :

- Analyse qualitative organique (3x3h)
 - Analyse élémentaire : recherche carbone, azote et halogènes
 - Analyse fonctionnelle : hydrocarbures éthyléniques, alcools, aldéhydes, cétones, acides carboxyliques, amines et amides
 - Identification d'une substance organique monofonctionnelle.
- Analyse quantitative organique (6x3h)
 - Dosage de l'acétone
 - Dosage du saccharose par la méthode de Bertrand
 - Dosage de l'azote par la méthode de Kjeldahl
 - Détermination des indices d'huiles végétales (indices d'iode, acide, de saponification et d'ester).
- Contrôle (3h)

3. Eléments méthodologiques :

- Travail de laboratoire

4. Moyens didactiques nécessaires :

- Documents, matériel et produits chimiques.

(1) Code de la filière/... / Code de la matière/... /Code de la session/.../

Descriptif du module 4

Intitulé du module : Techniques de laboratoire –2

Code (1) : / GC / TL / S5 /

Filière : Génie Chimique

Nature du module : Composante obligatoire

1.Préalables :

- Code des modules de la même matière : /GC/TL/S2/
- Codes des modules correspondants homologues des disciplines proches : /GC/CH/S3/

2.Plan du module :

- Détermination de point de fusion (méthode de Thiële et banc Kofler) (2x3h)
- Distillation sous pression réduite (3h)
- Rectification d'un solvant (3h)
- Entraînement de l'eau par solvant (3h)
- Extraction en discontinue (3h)
- Extraction en continue (3h)
- Diagrammes d'équilibres de phases : (2x3h)
 - solide-liquide de type fuseau
 - solide-liquide de type eutectique
- Contrôle (3h)

3.Eléments méthodologiques :

- Travail de laboratoire

4.Moyens didactiques nécessaires :

- Documents, matériel et produits chimiques.

(1) Code de la filière/... /Code de la matière/.../ Code de la session/.../

Descriptif du module 5

Intitulé du module : Techniques de laboratoire –3

Code (1) : / GC / TL / S5 /

Filière : Génie Chimique

Nature du module : Composante obligatoire

1.Préalables :

- Code des modules de la même matière : /GC/TL/S2/
- Codes des modules correspondants homologues des disciplines proches : /GC/CH/S3/

2.Plan du module :

- Adoucissement et déminéralisation des eaux sur résines (2x3h)
- Chromatographie sur papier et sur couche mince (2x3h)
- Détermination d'indice de réfraction (3h)
- Spectroscopie : (4x3h)
 - Etude et analyse des spectres infrarouge et ultraviolet des molécules.
- Contrôle (3h)

3.Eléments méthodologiques :

- Travail de laboratoire

4.Moyens didactiques nécessaires :

- Documents, matériel et produits chimiques..

(1) Code de la filière/... /Code de la matière/.../ Code de la session/.../

Descriptif du module 6

Intitulé du module : Analyse instrumentale

Code (1) : / GC / TL / S6/

Filière : Génie Chimique

Nature du module : Composante obligatoire

1. Préalables :

- Code des modules de la même matière : /GC/TL/S3/
- Codes des modules correspondants homologues des disciplines proches : /GC/CH/S3/

2. Plan du module :

- pH- métrie (3h)
- Conductimétrie (3h)
- Potentiométrie (3h)
- Electroargentimétrie (3h)
- Spectrophotométrie (3h)
- Polarimétrie (3h)
- Electrogravimétrie (3h)
- Analyse de mélanges faisant intervenir plusieurs techniques (2x3h)

- Contrôle (3h)

3. Eléments méthodologiques :

- Travail de laboratoire

4. Moyens didactiques nécessaires :

- Documents, logiciels, matériel et produits chimiques..

(1) . Code de la filière/... / Code de la matière/... /Code de la session/.../

Descriptif du module 7

Intitulé du module : Synthèses organiques

Code (1) : / GC / TL / S6 /

Filière : Génie Chimique

Nature du module : Composante obligatoire

1. Préalables :

- Code des modules de la même matière : /GC/TL/S4/
- Codes des modules correspondants homologues des disciplines proches : /GC/CH/S4/

2. Plan du module :

- Préparation de l'aniline et entraînement à la vapeur d'eau (2x3h)
- Préparation de l'acétanilide et recristallisation (3h)
- Préparation de l'acide parasulfanilique (2x3h)
- Préparation de l'hélianthine (3h)
- Réaction de Grignard (3h)
- Estérification (3h)
- Oxydation (3h)

- Contrôle (3h)

.Eléments méthodologiques :

- Travail de laboratoire

4. Moyens didactiques nécessaires :

- Documents, matériel et produits chimiques...

(1) Code de la filière/... / Code de la matière/... /Code de la session/.../

6. MATIERE : TECHNOLOGIE ET SCHEMA

6.1. Objectifs

Les objectifs des cours, travaux dirigés et travaux pratiques de technologie et schéma sont:

En technologie génie chimique :

- Acquérir des connaissances et des savoir-faire sur les structures de l'industrie chimique, y compris ses activités principales, de ses matières premières, de ses procédés et de ses produits ; tout en utilisant efficacement la littérature chimique et les symboles de génie chimique, ainsi que d'autres sources d'information.
- Développer la compréhension des systèmes chimico-technologiques formés par des opérations unitaires et successives qui se déroulent dans les réacteurs, ainsi que les instruments de mesure et de régulation.

En schéma :

- Savoir décrire les appareils et les installations de fabrication par :
 - Lecture d'un schéma permettant de comprendre rapidement une fabrication donnée.
 - Exécution du schéma à partir d'un descriptif, afin que l'installation puisse fonctionner dans les meilleures conditions de contrôle et de régulation.

6.2. Programme :

Les modules visent une formation polyvalente par la description des structures de l'industrie chimique ; la sécurité au laboratoire et l'étude de la technologie génie chimique sous ses aspects théoriques et pratiques ; ainsi que la pratique de schéma de fabrication.

- 1- Organisation de laboratoire et d'usine chimique
- 2- Sécurité
- 3-Transferts de matière et d'énergie
- 4-Opérations unitaires
- 5-Instruments de mesure et Réacteurs
- 6-Eléments de schéma/corrosion
- 7-Séparations mécaniques
- 8-Séparations physiques
- 9- Contrôle et régulation
- 10-Schéma et Activités de laboratoire de génie chimique

L'équipement de laboratoire de génie chimique est indispensable à la réalisation de l'aspect pratique des activités de laboratoire.

6.3. Méthodes :

Les éléments méthodologiques : travail sur document, simulation d'opérations et de situations ainsi que l'expérimentation et la réalisation de manipulations.

6.4. Evaluation :

- Les connaissances acquises et les savoir-faire théoriques en technologie seront testés à l'aide de questions de cours, d'exercices simples et par la schématisation à partir d'un texte descriptif suivant les compétences minimales assignées au programme.
- Les savoir-faire expérimentaux à évaluer lorsque les conditions d'équipement de laboratoire de génie chimique le permettent.

Descriptif du module 1

Intitulé du module : Organisation de laboratoire et d'usine chimique	Code ⁽¹⁾: /GC/TS/S2/
Filières : Génie Chimique	
Nature du module : Composante obligatoire	
1. Préalables :	
I. Codes des modules de la même matière :	
II. Codes des modules correspondants homologues des disciplines proches :	
2. Plan du module :	
1. Présentation générale des laboratoires (6h) 2. Services généraux (9h) 3. Organisation générale d'une usine chimique (6h) 4. Matériaux (3h) 5. Sortie (3h) - Contrôle (3h)	
3. Eléments méthodologiques :	
- Travail sur documents - Simulation de situation - Visites guidées, étude de cas.	
4. Moyens didactiques nécessaires :	
- Rétroprojecteur - Episcopes - Maquettes et dispositifs, dessins et schémas, fiches techniques. - Ordinateur et logiciels spécialisés.	
(1) code de la filière ../ Code de la matière ../ code de la session ../	

Module 1 : Organisation de laboratoire et d'usine chimique

programme	Compétences attendues
1. Présentation générale des laboratoires	
1.1. Aménagement des laboratoires	
- Le poste de travail, les rangements, les évacuations, les installations de sécurité	- connaître les consignes de sécurité
- Fluides divers : gaz utilisés pour le chauffage	- se comporter en respectant les règles de sécurité

, azote,
gaz
carbonique,
vapeur
d'eau, air
comprimé

- 1.2. stockage des produits chimiques
incompatibilités, règlement administratif.
- 1.3. Respect des règles de sécurité.
-

programme	Compétences attendues
2. Services généraux :	
2.1. L'eau :	
- Epuration des eaux naturelles (eau de ville, eau permutée, eau déminéralisée, eau distillée, eau osmosée.	- Connaître les étapes principales d'une épuration
2.2. Transport des liquides par pompes	
- Etude qualitative des pompes volumétriques (une alternative et une rotative) et de la pompe centrifuge.	- A l'aide de la documentation, savoir si une eau est utilisable - Savoir utiliser un dessin fonctionnel
2.3. Transport et compression des gaz.	
- Production des basses pressions, production des hautes pressions notion de sécurité relative à l'utilisation et au stockage des gaz comprimés.	« dessin fonctionnel » désigne un schéma montrant le principe de fonctionnement de l'appareil.
2.4. le vide	
- Production (trompe à eau, éjecteur de vapeur, pompe mécanique pour vide primaire - Problème de sécurité concernant l'utilisation du vide	- Savoir réaliser les dessins fonctionnels de : • trompe à eau et éjecteur de vapeur • un type de pompe - Connaître le rôle et la position relative de chaque élément

-
- | | |
|---|---|
| <p>2.5. Distribution des fluides</p> <p>2.6. Tuyaux, raccords, joints, robinet, vannes 3 voies, détendeur, soupapes, purgeurs, clapets anti-retour.</p> | <p>- Savoir réaliser un schéma fonctionnel.</p> |
|---|---|
-

3. Organisation générale d'une usine chimique :

- 3.1. Implantation d'une usine de produit chimique : conditions économiques, humaines, géographiques, techniques
- 3.2. organisation générale de l'usine
- 3.3. organisation simple d'une entreprise moyenne
- 3.4. différents fonctions, différents services.
-

4. Matériaux

Notions élémentaires sur les principaux matériaux utilisés dans la construction des appareils de laboratoires, justification du choix.

A partir d'une documentation, justifier le choix des matériaux en connaître les restrictions d'usage.

5. Sortie :

Visite de laboratoires et d'usines chimiques.

Descriptif du module 2

Intitulé du module : Sécurité

Code (1) : / GC / TS/ S2 /

Filière : Génie Chimique

Nature du module : Composante obligatoire

1. Préalables :

- Code des modules de la même matière :
- Codes des modules correspondants homologues des disciplines proches :

2. Plan du module :

- I- Principales règles de sécurité (4h)
- II- Risque chimique (10h)
- III- Autres risques (6h)
- IV- Maladies professionnelles (4h)
- V- Sortie (3h)
- Contrôles (3h)

3. Eléments méthodologiques :

- Travail sur documents
- Didacticiels sur le risque chimique
- Visite guidée, étude de cas.

4. Moyens didactiques nécessaires :

- Rétroprojecteur
- Documents
- Ordinateur + logiciels spécifiques
- Imprimante

(1) Code de la filière/... /Code de la matière/.../ Code de la session/.../

Module 2 : Sécurité

Programme	Compétences attendues
1. Principales règles de sécurité	
1.1.Prévention : Connaissance du travail à effectuer, affichage de sécurité et de matériel de protection, comportement au laboratoire, protection personnelle, étiquetage, entreposage et élimination de produits chimiques, travail solitaire et appareils fonctionnant la nuit.	- Savoir s'informer avant d'exécuter.
1.2.Intervention : Renversment sur le sol, projection sur une personne, marche à suivre en cas d'accident.	
2. Risque chimique	
2.1.Intoxication et brûlures - Produits corrosifs gazeux, liquides et solides, prévention et protection. - Produits toxiques : prévention et protection	
2.2.Incendies - Produits inflammables : classement - Causes d'incendie, prévention des feux, moyens de lutte appropriés.	- Savoir utiliser les données bibliographiques.
2.3.Explosions - Risques d'explosions (réactions et produits, surpression et pression réduite, gaz comprimés) ; prévention.	
2.4.Règles d'étiquetage et symboles de danger.	
3. Autres risques	
3.1.Risque électrique	
3.2.Risques biologiques	
3.3.Risques liés aux rayonnements non ionisants	
3.4.Risques liés aux radioéléments	
3.5.Dangers présentés par les machines	
4. Maladies professionnelles	- Connaître les codes normalisés caractérisant les dangers et les produits.
4.1.Définition	
4.2.Notions sur la législation	
4.3.Prévention (maladies d'origine chimique ou physique)	
5. Sortie	
Visite de laboratoire ou d'usine chimique	

Descriptif du module 3

Intitulé du module : Transferts de matière et d'énergie	Code ⁽¹⁾: /GC/TS/S3/
Filières : Génie Chimique	
Nature du module : Composante obligatoire	
1. Préalables :	
III. Codes des modules de la même matière : /GC/TS/S2/	
IV. Codes des modules correspondants homologues : /GC/TL/S2/ /GC/CH/S3/	
2. Plan du module :	
1. Transport de matière (12h)	
2. Production et transfert de chaleur (9h)	
3. Production du froid et utilisation (6h)	
- Contrôle (3h)	
3. Eléments méthodologiques :	
- Travail sur documents	
- Simulation des situations	
- Visite guidée	
4. Moyens didactiques nécessaires :	
- Rétroprojecteur, documents, ordinateur + logiciels spécifiques.	
(1) code de la filière ././ Code de la matière ././ code de la session ././	

Module 3 : Transferts de matière et d'énergie

programme	Compétences attendues
1. Transport de matière :	
1.1. Transport des solides :	
- continu mécanique	- Savoir réaliser un dessin fonctionnel
- continu pneumatique	- Connaître les exigences de sécurité
1.2. Transport des liquides :	
- Relation fondamentale de l'hydrostatique	- Connaître et savoir utiliser la relation $\Delta p = \rho g h$
- Notion d'hydrodynamique	- Distinguer pression absolue, pression effective (ou relative)
• Cas des fluides parfaits	- Savoir appliquer la formule de Bernoulli à des situations
• Cas de fluides réels	
- Notion de perte de charge	
- Nombre de Reynolds.	
• Application aux pompes :	
- Hauteur manométrique d'une pompe	
- Puissance	
- Justification du	

choix

concrètes :

- débitmètre déprimogène
- monte-jus.
- Savoir identifier le mode d'écoulement en fonction du nombre de Reynolds
- Savoir faire des calculs de perte de charge, les coefficients de perte de charge unitaires étant donnés.
- Savoir faire un dessin fonctionnel.
- Savoir calculer la hauteur manométrique, la puissance utile, la puissance effective et le rendement d'une pompe, hauteur manométrique maximale d'aspiration
- Connaître les raisons du choix d'une pompe.

programme	Compétences attendues
1.3.Transport des gaz Compresseur et pompe à vide.	- Savoir faire un dessin fonctionnel.
2. Production et transfert de chaleur :	
2.1.production de chaleur :	
- Les combustibles	
- Définition, caractéristiques, principaux exemples	- Connaître les définitions du pci et du pcs d'un combustible
- Production de chaleur :	- Savoir-faire un dessin fonctionnel.
• Foyer pour combustibles solides	
• Brûlures pour combustibles liquides	
• Brûlure pour combustibles gazeux.	
- Les fours :	
• A combustible	
• A chauffage électrique	
2.2.Transfert de chaleur :	
- Conduction :	
calculs de transferts de chaleur	- Savoir calculer un flux thermique, une quantité de chaleur, une surface de transfert,
- convection :	- On utilisera l'expression : $\Phi = K_s S_m \Delta\theta$
calculs de transferts de chaleur	K_s : coefficient de transmission thermique globale surfacique.
- Notion de rayonnement	- Savoir distinguer co-courant et contre courant,
- Application, isolation, calorifugeage.	- Savoir utiliser les courbes d'évolution des température s pour déterminer

	l'écart moyen de température entre les 2 fluides - Savoir calculer un flux, une quantité de chaleur, une surface de transfert d'un échangeur
2.3.Echangeurs : - Mode de fonctionnement - Expression du flux d'échange - Quelques exemples d'échangeurs.	- Savoir représenter différents types d'échangeur s : double enveloppe, tubes coaxiaux, faisceau tubulaire.

programme	Compétences attendues
2.4.Production de vapeur et utilisation : - Constants et formules relatives à la vapeur d'eau - Le générateur de vapeur - Echangeur avec changement d'état : condenseurs et bouilleurs.	- Connaître le vocabulaire (capacité thermique, enthalpie, vaporisation, température de changement d'état, pression de vapeur saturante). - Savoir calculer une quantité de chaleur lors d'un changement d'état d'un chauffage ou d'un refroidissement. - Savoir distinguer vapeur saturante et surchauffée, la pression et la température étant-données. - Savoir réaliser un dessin fonctionnel d'un générateur à tubes d'eau en précisant les accessoires de contrôle et de sécurité. - Savoir faire un dessin

fonctionnel

- Savoir justifier la position des échangeurs et les entrées et les sorties des fluides.

3. Production du froid et utilisation :

- 3.1.Machine frigorifique par compression
- 3.2.Exemples d'application du Froid
- 3.3.Fluides thermiques : caractéristiques et utilisation

- Connaître le cycle du fluide frigorigène
- Savoir faire un dessin fonctionnel
- Savoir faire un bilan thermique sur une partie de l'appareil
- Justifier le choix d'un fluide thermique.

Descriptif du module 4

Intitulé du module : Opérations unitaires	Code ⁽¹⁾: /GC/TS/S3/
Filières : Génie Chimique	
Nature du module : Composante obligatoire	
1. Préalables :	
V. Codes des modules de la même matière : /GC/TS/S2/	
VI. Codes des modules correspondants homologues des disciplines proches : /GC/TL/S2/	
2. Plan du module :	
1. Réaction	(6h)
2. Séparations	(6h)
3. Evaporation – cristallisation	(6h)
4. Distillation	(9h)
- Contrôle	(3h)
3. Eléments méthodologiques :	
- Travail sur documents	
- Simulation des opérations unitaires	
4. Moyens didactiques nécessaires :	
Rétroprojecteur, documents, ordinateur + logiciels spécifiques	
(1) code de la filière ././ Code de la matière ././ code de la session ././	

Module 4 : Opérations unitaires

programme	Compétences attendues
1. Réaction 1.1. Initiation à l'étude du réacteur industriel - assemblage - étanchéité 1.2. Agitation : - Agitateurs mécaniques (systèmes d'étanchéité). - Agitateurs à turbine, agitateurs magnétiques. 1.3. Transferts de chaleur : - Chauffage - Refroidissement	- Savoir définir qualitativement conduction, convection, rayonnement sur un exemple concret. - La formule $Q=KS\Delta\theta\Delta t$ étant donnée, savoir l'appliquer dans le cas de l'échange thermique entre deux corps à température constante.
2. séparations 2.1. Filtration : par gravité, sous pression réduite, à température ambiante et à chaud. 2.2. Décantation de deux liquides non miscibles : - En discontinu - Décanteur continu type florentin 2.3. sédimentation centrifugation : étude d'une essoreuse et d'une décanteuse.	- Connaître le principe et schéma du florentin - Savoir calculer la hauteur du florentin en fonction de la position de l'interface.
3. Evaporation cristallisation 3.1. Evaporation 3.2. Cristallisation	- Connaître la définition d'un titre massique - Savoir utiliser les titres massiques - Savoir utiliser les courbes de solubilité - Connaître la

notion de
vapeur
saturante

- Savoir qu'à pression donnée, la température d'ébullition est constante
- Connaître la définition de la fraction molaire
- Savoir lire et utiliser un diagramme isobare pour une composition donnée d'une phase, trouver la température d'équilibre et la composition de l'autre phase.
- Savoir comment évoluent, température et composition des deux phases le long d'une colonne à reflux total.

4. Distillation

4.1. Ebullition d'un corps pur :

- Tension de vapeur saturante

4.2. Ebullition d'un mélange binaire totalement miscible

- Diagramme isobare pour un mélange azéotropique.

4.3. Distillation simple (l'évaporation-condensation)

4.4. colonne fonctionnant à reflux total

4.5. Entraînement à la vapeur.

Descriptif du module 5

Intitulé du module : Instruments de mesure et Réacteurs	Code ⁽¹⁾: /GC/TS/S4/
Filières : Génie Chimique	
Nature du module : Composante obligatoire	
1. Préalables :	
VII. Codes des modules de la même matière : /GC/TS/S3/	
VIII. Codes des modules correspondants homologues: /GC/TL/S2/ ; /GC/CH/S2/	
2. Plan du module :	
1. Instruments de mesure	(9h)
2. Réacteurs	(12h)
3. Travaux pratiques instrumentation	(6h)
- Contrôle	(3h)
3. Eléments méthodologiques :	
- Travail sur documents	
- Expérimentation	
4. Moyens didactiques nécessaires :	
• Rétroprojecteur, documents, ordinateur + logiciels spécifiques, instruments de mesure	
(1) code de la filière ../ Code de la matière ../ code de la session ../	

Module 5 : Instruments de mesure et Réacteurs

programme	Compétences attendues
1. Instruments de mesure 1.1. Température : thermomètres à dilatation, électriques, pyromètres 1.2. Pression : manomètres à liquide, métalliques 1.3. Débit : débitmètres, rotamètres 1.4. Niveau de liquide : tubes de niveau, flotteurs. 1.5. Autres mesures : masse, densité, pH, etc.	- Connaître les unités des grandeurs mesurées - Savoir effectuer une lecture - Savoir représenter différents types d'instruments étudiés.
2. Réacteurs : 2.1. Réacteurs à base de liquides : réacteurs, fermenteurs, autoclaves, réacteurs tubulaires 2.2. Réacteurs à base de solides : réacteurs à lits catalytique, fours à cuve, d'oxydation, à flammes, rotatifs. 2.3. Réacteur de type Grignard et ses équipements : chauffage,	- Connaître le principe et le schéma de chacun des réacteurs étudiés. - Justifier le choix des équipements

refroidissement, agitation, les
dispositifs d'étanchéité, introduction
des réactifs (s,l,g) la vidange, le
travail à reflux, les instruments de
contrôle, sécurité.

s en
fonction du
procédé.

Descriptif du module 6

Intitulé du module : Eléments de schéma/corrosion	Code ⁽¹⁾: /GC/TS/S4/
Filières : Génie Chimique	
Nature du module : Composante obligatoire	
1. Préalables :	
IX. Codes des modules de la même matière : /GC/TS/S3/	
X. Codes des modules correspondants homologues des disciplines proches /GC/CH/S3/	
2. Plan du module :	
1. Schéma (12h)	
2. Corrosion (15h)	
- Contrôle (3h)	
3. Eléments méthodologiques :	
- Travail sur documents	
- Visites guidées	
4. Moyens didactiques nécessaires :	
• Rétroprojecteur, documents.	
(1) code de la filière ../ Code de la matière ../ code de la session ../	

Module 6 : Eléments de Schéma/ Corrosion

programme	Compétences attendues
1. Eléments de Schéma	
1.1 Généralités : Rôle du schéma	
1.2 Schémas d'appareils exécutés à l'occasion de l'enseignement de la technologie.	- Savoir représenter la constitution et le fonctionnement des appareils simples rencontrés dans le cours de technologie.
1.3 Introduction de symboles graphiques normalisés du génie chimique à l'occasion de l'enseignement de la technologie, dessin d'après nature de parties d'installation industrielle simples	- Les normes étant fournis, savoir relier les appareils suivants : • monter-jus et siphon • pompes volumétrique et centrifuge • réacteur type Grignard • chauffage et refroidissement • condenseur • échangeur
1.4 code littéral, lettres d'identification, symboles de génie chimique	N.B : Les schémas sont le plus souvent exécutés au crayon sur papier quadrillé. Les écritures peuvent être faites à l'encre.
1.5 initiation à l'exécution de schéma de fabrication	

2. Sorties/Corrosion

2.1. Différents types de corrosion.

2.2. Corrosion d'origine électrochimique.

2.3. Corrosions liées à l'emploi de substances corrosives.

2.4. Protection contre la corrosion.

- Connaître les types de corrosion.
 - Savoir expliquer les phénomènes de corrosion dus à la formation de piles et à l'emploi de substances corrosives.
 - Savoir expliquer les moyens de protection (choix de matériaux, anti-corrosion, passivation, électrochimique)
-

Descriptif du module 7

Intitulé du module : Séparations mécaniques	Code ⁽¹⁾: /GC/TS/S5/
Filières : Génie Chimique	
Nature du module : Composante obligatoire	
1. Préalables :	
XI. Codes des modules de la même matière : /GC/TS/S2/	
XII. Codes des modules correspondants homologues des disciplines proches : /GC/TL/S2/	
2. Plan du module :	
1. Filtration (6h)	
2. Sédimentation-décantation (3h)	
3. Centrifugation (6h)	
4. Dépoussière des gaz (3h)	
5. Fragmentation des solides et classement mécanique (6h)	
6. Autres séparations mécaniques (3h)	
Contrôle (3h)	
3. Eléments méthodologiques :	
- Travail sur documents, simulation des opérations étudiées	
- Visite guidée	
4. Moyens didactiques nécessaires :	
• Rétroprojecteur, documents, ordinateurs+logiciels spécifiques	
(1) code de la filière ../ Code de la matière ../ code de la session ../	

Module 7 : Séparations mécaniques

programme	Compétences attendues
L'étude doit comprendre l'établissement de bilan de matière et de bilan énergétique	- Expliquer le fonctionnement à partir du schéma d'un filtre et de ses équipements
1. Filtration	- En fonction des objectifs opératoires, justifier le choix d'un filtre
2. Sédimentation et décantation	- Connaître principe et schéma du florentin
3. Centrifugation	- Savoir
- Application à la décantation : centrifugeuse	
- Application à la filtration :essoreuse	
4. Dépoussiérage des gaz	
5. Techniques mises en œuvre et appareillage	
6. Fragmentation des solides et classement mécanique	
7. Autres séparations mécaniques : dialyse, électrodialyse, ultrafiltration, osmose inverse, perméabilité.	

-
- calculer la hauteur du florentin en fonction de la position de l'interface
 - Les schémas d'appareils étudiés étant donnés, décrire le fonctionnement
-

Descriptif du module 8

Intitulé du module : séparations physiques	Code ⁽¹⁾: /GC/TS/S5/
Filières : Génie Chimique	
Nature du module : Composante obligatoire	
1. Préalables :	
- Codes des modules de la même matière : /GC/TL/S2/ - Codes des modules correspondants homologues : /GC/TL/S2/, /GC/CH/S3/	
2. Plan du module :	
1. Distillation (9h) 2. Evaporation (6h) 3. Cristallisation (3h) 4. Séchage par évaporation (3h) 5. Autres séparations physiques (6h) - Contrôle (3h)	
3. Eléments méthodologiques :	
- Travail sur documents - Expérimentation - Simulation des opérations unitaires étudiées	
4. Moyens didactiques nécessaires :	
• Rétroprojecteur, documents. • Postes de travail en demi-grand au laboratoire de génie chimique • Ordinateur + logiciels spécifiques	
(1) code de la filière ../ Code de la matière ../ code de la session ../	

Module 8 : Séparations Physiques

programme	Compétences attendues
L'étude doit comprendre l'établissement de bilans de matière et de bilans énergétiques 1. Distillation 1.1. Notion sur les méthodes simples de calcul des colonnes : méthode de Mac Cabe et Thiele à reflux total 1.2. notion du taux de reflux 1.3. appareillage industriel : Schéma d'ensemble d'une installation fonctionnant en discontinu et d'une installation en continu.	- A partir de données concernant l'équilibre liquide-vapeur d'un mélange azéotropique, construire le diagramme de Mac Cabe et Thiele à reflux total. L'utiliser pour déterminer graphiquement le nombre de plateaux théoriques. - Connaître la

définition du
taux de
reflux $R=L/D$

- Savoir schématiser une installation de distillation en, continu et en discontinu à pression atmosphérique ou à pression réduite.
- Savoir placer les accessoires de contrôle et de sécurité.

- Savoir faire un bilan massique, un bilan thermique sans recyclage d'un évaporateur à effet simple.

2. Evaporation

- Simple effet
- Effets multiples
- Description des deux exemples d'appareils.

- Savoir schématiser un évaporateur à effet simple
- Le schéma étant donné, expliquer le principe de fonctionnement d'évaporateurs à effet simple et multiple.

programme	Compétences attendues
3. Cristallisation Techniques mises en œuvre et appareillage	- Savoir utiliser les courbes de solubilité en fonction de la température - Savoir faire un bilan massique dans le cas des cristaux non solvates. - Le schéma étant donné, expliquer le fonctionnement d'un cristalliseur.
4. Séchage par évaporation : différentes méthodes : - Léchage à l'air - Sous vide - Atomisation, pulvérisation	- La définition de l'humidité et ses valeurs initiale et finale étant données, faire le bilan massique. - Savoir schématiser un séchoir en continu et ses accessoires.
5. Autres séparations physiques - Adsorption. - Chromatographie. - Résines échangeuses d'ions.	- Savoir expliquer le principe de fonctionnement des matériaux mis en œuvre dans chaque technique.

Descriptif du module 9

Intitulé du module : Contrôle et régulation	Code ⁽¹⁾: /GC/TS/S6/
Filières : Génie Chimique	
Nature du module : Composante obligatoire	
1. Préalables :	
- Codes des modules de la même matière : /GC/TS/S4/ - Codes des modules correspondants homologues : /GC/TL/S2/, /GC/CH/S2/	
2. Plan du module :	
1. Mesures	(3h)
2. Boucle de régulation	(9h)
3. Capteurs	(6h)
4. Actionneurs	(3h)
5. Applications	(6h)
- Contrôle	(3h)
3. Eléments méthodologiques :	
- Travail sur documents - Expérimentation, simulation.	
4. Moyens didactiques nécessaires :	
• Rétroprojecteur, documents appropriés, bancs de régulation : température, pression, débit	
(1) code de la filière ../ Code de la matière ../ code de la session ../	

Module 9 : Contrôle et régulation

programme	Compétences attendues
1. Mesures Rappels sur : mesure des volumes, des masses, des débits des pressions, des températures.	- Connaître les unités des grandeurs mesurées - Savoir effectuer une mesure.
2. Boucle de régulation 2.1. Description d'une boucle simple. 2.2. Exemples de régulation : • tout ou rien • PID	- Schémas d'une boucle étant donné, savoir identifier : • grandeur à régler • grandeur(s) perturbatrices • grandeur réglante • consigne - Sur le même dispositif, identifier : • Capteur (s) • Transmetteur (s) • Régulateur (s) • Actionneur (s)

3. capteurs :	- Savoir sur le schéma de fabrication, placer les capteurs nécessaires au contrôle et à la régulation.
Mise en œuvre des capteurs de : Température ; Pression ; Niveau ; Débit ; Densité ; pH ; Vitesse de rotation.	
4. Actionneurs	- Savoir sur le schéma de fabrication, placer les actionneurs nécessaires.
5. Applications :	- Savoir analyser le fonctionnement de l'élément final d'une boucle de régulation.
Contrôle de température ; pression ; débit	

Descriptif du module 10

Intitulé du module : Schéma et activités de laboratoire de génie chimique	Code ⁽¹⁾: /GC/TS/S6/
Filières : Génie Chimique	
Nature du module : Composante obligatoire	
1. Préalables :	
XIII. Codes des modules de la même matière : /GC/TS/S4/ ; /GC/TS/S5/	
XIV. Codes des modules correspondants homologues : /GC/TL/S5/ ; /GC/CH/S5/	
2. Plan du module :	
1. Schéma (12h)	
2. Activités de laboratoire de génie chimique (12h)	
- Contrôle (3h)	
3. Eléments méthodologiques :	
- Travail sur documents, expérimentation et réalisation d'opérations unitaires en génie chimique	
- Simulation des opérations étudiées.	
4. Moyens didactiques nécessaires :	
• Rétroprojecteur, documents, poste de travail en demi-grand : - Préparations - Distillations • Ordinateurs+logiciels spécifiques	
(1) code de la filière ../ Code de la matière ../ code de la session ../	

Module 10 : Schéma et Activités de laboratoire

programme	Compétences attendues
1. Schéma 2. Etude de différents types de schémas 2.1. schéma de principe 2.2. schéma de procédé 2.3. schéma d'appareillage 2.4. schéma détaillé de fabrication	N.B. : En aucun cas l'élève n'aura à concevoir tout ou partie d'une chaîne de fabrication
3. Activités de laboratoire de génie chimique 3.1. opérations simples de génie chimique 3.2. opérations simples de synthèses organiques et minérales 3.3. opérations élémentaires de purification 3.4. conduite de poste équipés de dispositifs de régulation automatique.	N.B. : Le travail dans des conditions proches de celles de l'industrie implique, compte tenu des acquis des élèves, de disposer d'équipements modernes, sûrs, pédagogiquement adaptés.

7. Annexe I : Equipements de base

1-Equipement de salle spécialisée

- Hotte aspirante
- Extracteurs de gaz (ventilateurs)
- Equipement des paillasses en électricité, gaz, eau et trompe à eau
- Extincteurs
- Armoires de rangement
- Armoire de pharmacie

2-Matériel de base

- Balances électroniques de précision 10-4g
- Congélateur
- Etuve
- Bain-marie avec thermostat
- Four à moufle
- Appareil à eau distillée ou Alambic
- Bouteille d'oxygène
- Barils en polyéthylène
- Tableau périodique des éléments chimiques (grand format)

3-Matériel informatique

- Ordinateur PC
- Interfaces de mesure pH, potentiel, température
- PH-mètre/millivoltmètre avec sortie RS232 et sortie analogique
- Logiciels : simulation, base de donnée et 3D
- Imprimante
- Rétroprojecteur.

8. Annexe II : Matériel de travaux pratiques de chimie

(Liste non exhaustive)

Techniques de laboratoire 1 et 2	Analyse qualitative minérale et organique	Analyse quantitative minérale et organique	Préparations et synthèses organiques
• <u>Verrerie</u> : Tube en verre, baguette en verre, verre de montre, éprouvette graduée, bécher, entonnoir, cristalliseur, erlenmeyer, pipette graduée et jaugée, fisle jaugée, ballon rodé.	• <u>Verrerie</u> : Toute la verrerie mentionnée dans les modules de techniques de laboratoire 1 et 2, plus : - Tube à essai - Tube à dégagement.	• <u>Verrerie</u> : - Buvette graduée, pipette graduée et jaugée, fiole jaugée - Creuset en porcelaine, verre fritté, triangle en porcelaine - Ballon rodé.	• <u>Verrerie</u> : - Ballon bicol et tricol rodé, - Réfrigérant à boules - Creuset en porcelaine - Entonnoir bûcher - Ampoule à décanter- Bêcher, cristalliseur.
• <u>Appareils</u> : - Banc Kofler - Balance analytique 0.1 g - Densimètre, thermomètre - Pycnomètre - Bec bunsen, bec Mecker - Tube de thiële - Appareil de Dean Stark - Colonne de remplissage - Colonne vigreux - Réfrigérant droit à boule+allongé rodé - Trempe à eau +manomètre - Soxhlet ; ampoule à décanter - Centrifugeur - Ramolleur de bouchon	• <u>Autres matériels</u> - Support de tube à essai - Pince en bois - Tête à distillation - Résines (cationique et anioniques ou mixtes) - Récipient de chromatographie sur papier. (cuve)	• <u>Appareils</u> : - PH mètre+électrodes à pH - Conductiomètre + accessoires - Electrode d'argent, électrode au calomel, électrode au sulfite mercureux électrode de platine - Spectrophotomètre - Polarimètre de Laurent - Electrolyseur+anode de pt - Appareil de KJELDAHL - Dessiccateur - Appareil de Liebig (dosage du carbone et hydrogène) - Appareil de Dumas (dosage de l'azote)	• <u>Appareils</u> : - Chauffe ballon + thermostat - Agitateur magnétique - Thermomètre 0-250°C et 0-110C° - Banc Kofler - Trempe à eau - Dessiccateur, étuve - Evaporateur rotatif.

• <u>Autres matériels</u> Papier filtre, bouchon en liège et en caoutchouc, spatule, propipette, papier chromatogramme, trépied+toile métallique	• <u>Autres matériels</u> - Papier filtre, statif, noix et pinces en acier, - Modèles moléculaires éclaté.
---	--

9. Annexe III : Réactifs et produits chimiques

(Liste non exhaustive)

Acides	Produits organiques liquides
HCl concentré, H₂SO₄ conc, HNO₃ conc CH₃COOH glaciale ; H₃PO₄, acide oxalique pur acide benzoïque pur , EDTA, acide borique H₃BO₃ ; Hydrogérophatale de K. Bases NaOH pur, KOH pur, NH₃ conc ; Borax Sels pur NaCl, KCl ; KI, NaHCO₃, Na₂CO₃, Na₂NO₃, Na₂S₂O₃, Na₂SO₃, NaBr, NaNO₂, K₂SO₄, KSCN – KNO₄-CaClO₃-(Ca₃PO₄)₂ –Na₂S-NH₄Cl, NH₄SCN-K₂CrO₄-K₂C₂O₇-CaSO₄-FeCL₃- Fe₂(SO₄)₃-Sel de MOHR-Na₂C₂O₄ – CuSO₄ hydrad-2 – Al₂(SO₄) – NiSO₄-ZnSo₄-Snc₁₂-HgC₁₂- Hg(NO₃)₂-HgNO₃-AgNO₃-Ba(NO₃)₂ –BaCl₂- Sb₂S₃ -Pb(NO₃)₂-KIO₃- CH₃COONa-MnSO₄- MgSO₄-Molybdate d'ammonium Oxydes, autres produits et métaux CuO; Fe₂O₃; PbO₂; Fer en poudre; Zn en poudre et Granulé; Sb(bloc); Ni(bloc); Pb (bloc), I₂ Bisublimé; Sodium; Soufre Produits organiques solides Diméthylglyoxime, urée, naphtalène, B-Naphtol- paratoluidime-acéténilide-acide parasulfanique- glucose-saccharose-amidon-noir de carbone-NET- Calcon- Indicateurs colorés Phénolphtaleine –méthyorange-rouge de méthyle- Bleu de Bromothyol-rouge de congo	Solvants : Ethanol absolue, méthanol pur, éthanol, acétone, chlororforme, formal déhyde, tolmène, tétrachlorure de carbone Autres : Butanol-2, aniline, nitrobenzème, phénol Cristallisé ou en solution, glycérol bidistillée, diméthylaniline, réactif de schiff-O- toluidine, réactif de Fehling (solution A et B) ; Anhydride acétique, chlorure d'acétyle, Propanol, DNPH Autres produits : Solution tampon (pH=4 ; pH=10) Eau iodée, eau oxygénée.

10. Annexe IV : Matériel de laboratoire de génie chimique

- Un banc dynamique des fluides (étude d'une pompe, des pertes de charge, des mesures de débits).
- Un banc d'étude d'un ou plusieurs échangeurs de chaleur (bilans énergétiques).
- Bancs de régulation de température et de pression
- Un appareillage polyvalent, comportant un réacteur de 10 litres au moins, avec chargement par vide ou par pression et systèmes de chauffage et de refroidissement industriel (poste automatisé).
- Une installation de rectification en discontinu ou en continu.
- Une extraction par solvant en continu liquide-liquide ou liquide-gaz.
- Installation comportant évaporateur et cristalliseur.