

de recherche et des ateliers, utilisation des produits antiseptiques, des agents dégraissants et précautions à prendre vis-à-vis de ces produits.

**7** - Principes d'hygiène et de sécurité nécessaires lors de la réception ou de la manipulation des sujets anatomiques ou de cadavres animaux.

**8** - Prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles.

- Accident du travail : déclaration, indemnisation, prévention collective et individuelle.

- Maladies professionnelles.

**9** - Notions courantes de législation du travail : droit du travail, convention collective, structures de contrôle, de protection et de négociation.

## A n n e x e B 1

### RECRUTEMENT DES ASSISTANTS INGÉNIEURS

#### B1.1 Assistant en techniques d'analyse de biomolécules

##### 1 - Chimie physique

###### 1.1 La structure de la matière

- Les constituants de l'atome : électron, noyau, nombres de masse et de charge, élément, isotope, masse atomique relative.

- La liaison chimique.

###### 1.2 Thermodynamique chimique

- Premier principe : travail, chaleur, bilan thermique, enthalpie, énergie interne.

- Deuxième principe : entropie, enthalpie et énergies libres.

- Équilibres physico-chimiques : loi d'action de masse, variation des constantes d'équilibre avec les variables thermodynamiques, règle des phases.

###### 1.3 Cinétique chimique

- Définition générale de la vitesse d'une réaction chimique.

- Détermination des ordres.

- Influence de la température-énergie d'activation.

- Influence des concentrations sur la vitesse d'une réaction ; ordre de réaction ; méthodes expérimentales de détermination.

- Mécanismes réactionnels.

- Catalyses homogène et hétérogène.

##### 1.4 Réactions en solution aqueuse

###### 1.4.1 L'eau

- Permittivité relative, ionisation, structure et mobilité du proton hydraté.

- Solvatation et solvolysse.

- Électrolyse fort, électrolyse faible ; autoprotolyse de l'eau ; produit ionique.

- Pression osmotique.

- Équilibre hydrique.

- Métabolisme minéral (Na, K, Ca, Mg, Fe, ...).

###### 1.4.2 Réaction acide-base

- Définition des acides et des bases.

- Calcul du pH des solutions aqueuses.

- Solutions tampon.

- Indicateurs colorés.

###### 1.4.3 Réaction de précipitation

- Solubilité et produit de solubilité.

- Condition de précipitation.

- Effet d'ion commun.

- Influence du pH sur la solubilité.

###### 1.4.4 Réactions de complexation

- Stabilité des complexes.

- Complexations complètes.

- Complexe et précipitation.

- Complexe et pH.

###### 1.4.5 Réactions d'oxydo-réduction

- Couple Redox : définition, potentiel redox standard, formule de Nernst.

- Prévision qualitative et quantitative des réactions.

- Oxydo-réduction et pH.

- Oxydo-réduction et complexation.

- Oxydo-réduction et précipitation.

##### 2 - Chimie organique

**2.1 L'atome de carbone et ses liaisons** : description géométrique des liaisons dans la molécule, représentations développées et semi-développées.

###### 2.2 Isomérisation

- Isomérisation structurale : représentation graphique des molécules, principes introductifs à la stéréochimie ; représentation de Newman et de Fischer.

- Isomérisation configurationnelle : chiralité, activité optique, énantiomérisation et diastéréoisomérisation, nomenclature D, L, R et S.

- Analyse conformationnelle : diagrammes

énergétiques, cas des chaînes saturées simples et du cyclohexane.

### 2.3 Réactivité en chimie organique

- Effets inductifs et mésomères ; Intermédiaires réactionnels.

- Les alcanes : substitution radicalaire.

- Les alcènes : addition électrophiles ; oxydation ; hydrogénation catalytique.

- Les hydrocarbures aromatiques : substitution électrophile.

- Les alcools : acidité, basicité, nucléophilie, oxydation.

- Les thiols : oxydation.

- Les amines : basicité ; nucléophilie, action de l'acide nitreux.

- Les composés carbonylés : addition nucléophile ; oxydation.

- Les acides carboxyliques : acidité ; passage aux fonctions dérivés ; liaison peptidique.

## 3 - Biochimie structurale

### 3.1 Les métabolites primaires

- Les acides nucléiques (structure de l'ADN et ARN).

- Les glucides (structure et métabolisme).

- Les lipides (structure et métabolisme).

- Les protéines (structure et métabolisme).

### 3.2 Les enzymes

- Caractéristiques des enzymes.

- Classification des enzymes.

- Cinétique enzymatique.

## 4 - Biologie moléculaire

### 4.1 Nature et fonction des gènes

- Gènes et génomes.

- Conservation de l'information génétique.

- Expression des gènes.

### 4.2 Génie génétique

- Outil de la biologie moléculaire.

- Méthodologie.

- Application : séquençage.

## 5 - Techniques d'analyse biologiques

### 5.1 Fractionnement et identification

- Centrifugation.

- Dialyse et électrodialyse.

- Chromatographie en couche mince et sur colonne.

- Électrophorèse.

### 5.2 Electrochimie

- pHmétrie : titrage des acides aminés.

- Potentiométrie : électrode sélective (sodium, potassium, chlorures).

- Coulométrie.

### 5.3 Dosages

- Dosages volumétriques : exemples dosages du lactose, de l'alcool dans le sang...

- Dosage enzymatique.

### 5.4 Spectrométrie

- Spectrométrie d'absorption moléculaire :

. tracé de spectres d'absorption,

. dosages.

- Spectrométrie d'absorption atomique.

- Spectrométrie d'émission atomique : exemples dosage du sodium et du potassium sériques.

- Spectrofluorimétrie.

## 6 - Contrôle de qualité

- Notions sur les bonnes pratiques de laboratoire (BPL). Notion sur les normes ISIO.

- Notions de probabilités, de variables aléatoires, fonctions de répartition.

- Séries statistiques, représentations graphiques, valeurs caractéristiques.

- Lois normales, de Poisson, binômiales, empiriques.

- Applications, échantillonnage.

## 7 - Sécurité

- Normes de sécurité ; dispositif de sécurité.

- Moyens de prévention :

. sécurité matérielle : incendies, explosions ; règles de sécurité pour l'emploi du matériel thermique, électrique et mécanique. Utilisation des appareils et vêtements de protection ; toxicité des produits chimiques et des émanations, brûlures chimiques, intoxications,

. sécurité scientifique : risques d'erreurs accidentelles ; manutention et flaconnage ; étiquetage des produits ; tenue d'un cahier de laboratoire,

. risque biologique : composantes du risque biologiques - voies de transmission,

. risque radioactif.

- Classification des produits toxiques et dangereux.

- Que faire en cas d'accident ou d'incendie.

- Protection de l'environnement : norme de rejet des effluents, traitement des fumées ; traitement de l'eau, etc.

## **B1.2 Assistant en techniques d'élaboration de biomolécules**

### **1 - Chimie physique**

#### **1.1 La structure de la matière**

- Les constituants de l'atome : électron, noyau, nombres de masse et de charge, élément, isotope, masse atomique relative.
- La liaison chimique.

#### **1.2 Thermodynamique chimique**

- Premier principe : travail, chaleur, bilan thermique, enthalpie, énergie interne.
- Deuxième principe : entropie, enthalpie et énergies libres.
- Équilibres physico-chimiques : loi d'action de masse, variation des constantes d'équilibre avec les variables thermodynamiques, règle des phases.

#### **1.3 Cinétique chimique**

- Définition générale de la vitesse d'une réaction chimique.
- Détermination des ordres.
- Influence de la température-énergie d'activation.
- Influence des concentrations sur la vitesse d'une réaction ; ordre de réaction ; méthodes expérimentales de détermination.
- Mécanismes réactionnels.
- Catalyses homogène et hétérogène.

#### **1.4 Réactions en solutions aqueuses**

##### **1.4.1 L'eau**

- Permittivité relative, ionisation, structure et mobilité du proton hydraté.
- Solvatation et solvolysé.
- Électrolyse fort, électrolyse faible ; autoprotolyse de l'eau ; produit ionique.
- Pression osmotique.
- Équilibre hydrique.
- Métabolisme minéral (Na, K, Ca, Mg, Fe, ...).

##### **1.4.2 Réaction acide-base**

- Définition des acides et des bases.
- Calcul du pH des solutions aqueuses.
- Solutions tampon.
- Indicateurs colorés.

##### **1.4.3 Réaction de précipitation.**

- Solubilité et produit de solubilité.
- Condition de précipitation.
- Effet d'ion commun.
- Influence du pH sur la solubilité.

##### **1.4.4 Réactions de complexation.**

- Stabilité des complexes.
- Complexations complétives.
- Complexe et précipitation.
- Complexe et pH.

##### **1.4.5 Réactions d'oxydo-réduction.**

- Couple Redox : définition, potentiel redox standard, formule de Nernst.
- Prévision qualitative et quantitative des réactions.
- Oxydo-réduction et pH.
- Oxydo-réduction et complexation.
- Oxydo-réduction et précipitations.

### **2 - Chimie organique**

#### **2.1 Concepts généraux**

- Nomenclature.
- Structure des molécules organiques.
- Isomérie : isomérie de position, de constitution, isomérie optique, enantiomérie, diastéréoisomérie.
- Analyse conformationnelle : alcane, cyclohexane.
- Les grandes catégories de réactifs (bases et acides de Lewis, nucléophiles, électrophiles).
- Les intermédiaires réactionnels (carbanions, carbocations, radicaux libres).
- Les grandes catégories de réaction (substitution, élimination, addition, transposition, radicalaire, électrolytique).
- Les effets électroniques.
- Aspect stéréochimique des réactions.
- Les solvants.

#### **2.2 Étude des principales fonctions**

- Les hydrocarbures : alcanes, alcènes, alcynes : origine principale, combustion, substitution radicalaire sur les alcanes, additions électrophiles sur les alcènes et les alcynes, hydrogénation des alcynes et alcènes, autres réactions de liaisons multiples.
- Les hydrocarbures aromatiques : définition, nomenclature, structure et réactivité du benzène ; substitutions électrophiles sur le benzène.
- Les dérivés halogénés des alcanes : définitions, propriétés, structure, réactivité, substitutions nucléophiles, éliminations, préparation des organométalliques.
- Les alcools et phénols : définitions, nomenclature, structure réactivité ; propriétés acido-

basiques, estérification, oxydation.

- Les amines aliphatiques et aromatiques : définition, nomenclature, structure, réactivité.
- Les composés carbonylés (aldéhydes et cétones) : définition, nomenclature, structure, réactivité.
- Les acides carboxyliques et dérivés : définition, nomenclature, structure, réactivité.

### 2.3 Techniques de séparation

- Cristallisation - recristallisation.
- Distillation.
- Chromatographie.
- Extraction (liquide/liquide ; liquide/solide).
- Entraînement à la vapeur.
- Sublimation.

### 2.4 Méthodes de synthèse

- Halogénéation des alcènes et des alcynes.
- Oxydation des alcools.
- Réduction et hydrogénation.
- Élimination : déshydratation et déshydrohalogénéation.
- Estérification, hydrolyse, saponification.
- Réaction d'addition.
- Substitutions en série aliphatique.
- Substitutions en série aromatique.
- Condensation en milieu alcalin.
- Catalyse homogène et hétérogène.

### 2.5 Méthodes spectroscopiques

- Spectrométrie de masse : identification des isotopes ; pics "parents" ; fragmentations simples.
- Spectroscopie IR : techniques de préparation des échantillons ; tracé de spectres ; identification des groupes caractéristiques.
- Spectroscopie de RMN : exploitation de spectres de RMN du proton et du  $^{13}\text{C}$  ; couplages AX et AMX.
- Spectroscopie UV - visible : tracé des spectres ; application à l'identification de composés et à leur dosage.
- Application des différentes techniques spectroscopiques à la détermination des structures.

## 3 - Les biomolécules

### 3.1 Les glucides

- Classification des glucides.
- Configuration.
- Structure.

- Réactivité.

### 3.2 Acides aminés, peptides et protéines

- Structure des acides aminés, peptides et protéines.
- Séquençage des peptides.
- Synthèse peptidique.
- Classification des protéines.

### 3.3 Lipides - acides nucléiques

- Structure des lipides.
- Les stéroïdes.
- Structure de l'ADN.
- Structure de l'ARN.

### 3.4. Les médicaments

- Définition.
- Classification.
- L'autorisation de mise sur le marché (AMM).

## 4 - Contrôle de qualité

- Notions sur les bonnes pratiques de laboratoire (BPL). Notion sur les normes ISIO.
- Notions de probabilités, de variables aléatoires, fonctions de répartition.
- Séries statistiques, représentations graphiques, valeurs caractéristiques.
- Lois normales, de poisson, binômiales, empiriques.
- Applications, échantillonnage.

## 5 - Sécurité

- Normes de sécurité ; dispositif de sécurité.
- Moyens de prévention :
  - . sécurité matérielle : incendies, explosions ; règles de sécurité pour l'emploi du matériel thermique, électrique et mécanique. Utilisation des appareils et vêtements de protection ; toxicité des produits chimiques et des émanations, brûlures chimiques, intoxication,
  - . sécurité scientifique : risques d'erreurs accidentelles ; manutention et flaconnage ; étiquetage des produits ; tenue d'un cahier de laboratoire,
  - . risque biologique : composantes du risque biologiques - voies de transmission,
  - . risque radioactif.
- Classification des produits toxiques et dangereux.
- Que faire en cas d'accident ou d'incendie.
- Protection de l'environnement : norme de rejet des effluents, traitement des fumées ; traitement de l'eau, etc.

## B1.3 Assistant en techniques d'analyse chimique

### 1 - Chimie générale

#### 1.1 La structure de la matière

- Les constituants de l'atome : électron, noyau, nombres de masse et de charge, nucléide, élément, isotope, masse atomique relative.
- Modèle quantique de l'atome : mise en évidence de la quantification de l'énergie des atomes (spectre de raies), onde associée à une particule, nombres quantiques.

#### 1.2 Classification périodique des éléments à partir du modèle quantique de l'atome

- Construction : historique et classification actuelle.
- Périodicité des propriétés atomiques : énergie d'ionisation, affinité électronique, notion de pouvoir polarisant et de polarisabilité.

#### 1.3 La liaison chimique

- Liaison covalente.
- Détermination des constantes de force, longueurs, énergies de liaison, la géométrie et les propriétés magnétiques des molécules.

#### 1.4 L'état solide

- Présentation de l'état cristallin : réseaux, nœuds, maille, motif, coordinence, compacité.
- Édifices métalliques.
- Édifices ioniques : description des différents types de structures : CsCl, NaCl, ZnS..
- Les édifices covalents et moléculaires : carbone (diamant, graphite), cristaux moléculaires (diiode, dioxyde de carbone, glace).

#### 1.5 Thermodynamique chimique

- Le gaz parfait.
- Premier principe : travail, chaleur, bilan thermique, enthalpie, énergie interne.
- Deuxième principe : entropie, enthalpie et énergies libres.
- Équilibres de phases : corps purs (Clapeyron, diagramme d'État, règle des phases), système binaire (liquide-vapeur, liquide-solide, liquide-liquide).
- Équilibres physico-chimiques : loi d'action de masse, variation des constantes d'équilibre avec les variables thermodynamiques, règle des phases.

#### 1.6 Cinétique chimique

- Définition générale de la vitesse d'une

réaction chimique dans le cas d'un réacteur fermé de composition uniforme : vitesse de disparition et de formation, vitesse globale de réaction.

- Cinétique formelle.
- Détermination des ordres.
- Influence de la température - énergie d'activation.
- Influence des concentrations sur la vitesse d'une réaction ; ordre de réaction ; méthodes expérimentales de détermination.
- Mécanismes réactionnels en cinétique homogène.
- Catalyses homogène et hétérogène.

#### 1.7 Réactions en solution aqueuse

##### 1.7.1 L'eau

- Permittivité relative, ionisation, structure et mobilité du proton hydraté.
- Solvatation et solvolysse.
- Électrolyte fort, électrolyte faible ; autoprotolyse de l'eau ; produit ionique.

##### 1.7.2 Réaction acide-base

- Définition des acides et des bases.
- Calcul du pH des solutions aqueuses.
- Solutions tampon.
- Indicateurs colorés.

##### 1.7.3 Réaction de précipitation

- Solubilité et produit de solubilité.
- Condition de précipitation.
- Effet d'ion commun.
- Influence du pH sur la solubilité.

##### 1.7.4 Réactions de complexation

- Stabilité des complexes.
- Complexe et précipitation.
- Complexe et pH.

##### 1.7.5 Réactions d'oxydo-réduction

- Couple Redox : définition, potentiel redox standard, formule de Nernst.
- Préviation qualitative et quantitative des réactions.
- Oxydo-réduction et pH.
- Oxydo-réduction et complexation.
- Oxydo-réduction et précipitation.

### 2 - Chimie inorganique

#### 2.1 L'oxygène

- Étude de la molécule de dioxygène.
- Réactivité du dioxygène gazeux.

- Étude des oxydes : classification structurale , évolution du caractère acido-basique, stabilité et réduction.

## 2.2 Le chlore

- Etude de la molécule de dichlore.  
- Réactivité du dichlore gazeux.  
- Étude du chlore en solution aqueuse : exploitation du diagramme de potentiel pH.  
- Evolution des propriétés des halogènes.

## 2.3 L'ammoniac

- Synthèse industrielle.  
- Réactivité de l'ammoniac gazeux.  
- Ammoniac liquide : propriétés acido-basiques du solvant, propriétés oxydo-réductrices.

## 2.4 L'acide sulfurique

- Propriétés acides.  
- Propriétés oxydantes.

## 2.5 Généralités sur les métaux : les grands principes de la métallurgie.

- Méthodes chimiques.  
- Méthodes électrochimiques.  
- Affinage.

## 2.6 Uranium

- Eléments, propriétés radioactives, enrichissement isotopique.  
- Le cycle du combustible nucléaire.  
- Propriétés réductrices de l'uranium.

## 2.7 Le fer

- Diagramme potentiel pH simplifié et application à la corrosion.  
- Métallurgie : obtention de la fonte, passage de la fonte à l'acier, notions succinctes sur les aciers spéciaux.

## 2.8 Réactions classiques en chimie inorganique

- Réactions solides/solides.  
- Réaction solide/gaz.  
- Réaction à haute température.  
- Purification par sublimation.  
- Électrolyse.

## 2.9 Maîtrise des méthodes de caractérisation et d'analyse des solides

- Diffraction de RX : caractérisation à partir d'un diagramme de poudre à l'aide du fichier JCPDS.  
- Analyse thermique différentielle et analyse calorimétrique différentielle : étude d'un mélange binaire, d'une transition vitreuse, d'une réaction de décomposition, d'une

transition cristallographique.

- Analyse thermogravimétrique, deshydratation, décomposition, adsorption.  
- Logiciels de modélisation cristallographique.

## 3 - Chimie organique

3.1 Détermination d'une formule brute : exploitation des résultats de la microanalyse élémentaire limitée à C, H, O, N, S et halogènes, la masse molaire étant fournie.

3.2 L'atome de carbone et ses liaisons : description géométrique des liaisons dans la molécule, représentations développées et semi-développées.

### 3.3 Isomérisation

- Isomérisation structurale : représentation graphique des molécules, principes introductifs à la stéréochimie.

- Analyse conformationnelle : cas des chaînes saturées simples et du cyclohexane.

- Isomérisation configurationnelle : chiralité, activité optique, énantiomérisation et diastéréoisomérisation.

### 3.4 Réactivité en chimie organique

- Effets électroniques dans les liaisons.  
- Tautomérisation et ses conséquences.  
- Intermédiaires réactionnels.  
- Acido-basité de Brønsted et de Lewis.  
- Nucléophilie, électrophilie.  
- Notion de mécanisme réactionnel.

3.5 Définition des solvants : polaires, apolaires, protiques, aprotiques, notions simples de lipophilie, hydrophilie, amphiphilie, effets toxicologiques de la famille des solvants.

## 4 - Chimie analytique

### 4.1 Dosages

- Dosages acido-basiques : utilisation des indicateurs colorés, pHmétrie, conductimétrie.  
- Dosages par précipitation : gravimétrie, volumétrie (ex : méthode de Mohr), potentiométrie, conductimétrie.

- Dosages par complexation : dosage direct, dosage en retour.

- Dosages d'oxydo-réduction : utilisation des indicateurs colorés, potentiométrie, manganométrie, iodométrie, cériométrie, chromimétrie.

- Dosages par spectrophotométrie d'absorption moléculaire : tracé de spectres d'absorption,

méthode de la gamme d'étalonnage.

- Analyse quantitative fonctionnelle : indice d'hydroxyle, d'acide, de saponification - dosage des insaturations - dosage de l'azote, des halogènes et du soufre.

#### 4.2 Techniques de séparation

- Cristallisation - recristallisation.  
- Distillation.  
- Chromatographie.  
- Extraction (liquide/liquide ; liquide/solide).  
- Entraînement à la vapeur.  
- Sublimation.

#### 4.3 Méthodes d'analyses spectroscopiques

- Présentation des différents types d'interaction matière- rayonnement.  
- Spectroscopies atomiques : émission, absorption (flamme, four).  
- Spectroscopies moléculaires (pour chaque technique, théorie simplifiée et exploitation de spectres) : ultra-violet, visible, infrarouge, résonance magnétique nucléaire, masse, fluorescence.

Détail :

. spectrométrie de masse : pics "parents" ; fragmentations simples ; identification des isotopes,

. spectroscopie IR : techniques de préparation des échantillons ; tracé de spectres ; identification des groupes caractéristiques,

. spectroscopie de RMN : exploitation de spectres de RMN du proton et du  $^{13}\text{C}$  ; couplages AX et AMX,

. spectroscopie UV, visible : tracé des spectres ; application à l'identification de composés et à leur dosage,

. application des techniques spectroscopiques à la détermination des structures.

#### 4.4 Méthodes d'analyse chromatographiques et électrophorétique

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

#### 4.5 Méthodes d'analyses électrochimiques

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

#### 4.6 Couplage des méthodes analytiques

Exemples : analyse des engrais, eaux, ciments, détergents, alliages, bains industriels.

#### 4.7 Maîtrise du matériel

- Verrerie et instruments usuels de laboratoire.  
- Matériel d'analyse en électrochimie : pH-mètre ; multivoltmètre, ionomètre ; conductimétrie ; dispositifs pour : polarographie, pour potentiométrie à courant imposé, pour ampérométrie, pour électrogravimétrie ; différents types d'électrodes.  
- Domaine de la spectrophotométrie : spectrophotomètre d'absorption atomique, d'absorption moléculaire UV- visible, photomètre de flamme.

### 5 - Contrôle de qualité

- Notions sur les bonnes pratiques de laboratoire (BPL). Notion sur les normes ISO.

- Notions de probabilités, de variables aléatoires, fonctions de répartition.

- Séries statistiques, représentations graphiques, valeurs caractéristiques.

- Lois normales, de poisson, binômiales, empiriques.

- Applications, échantillonnage.

### 6 - Sécurité

- Normes de sécurité ; dispositif de sécurité.

- Moyens de prévention :

. sécurité matérielle : incendies, explosions ; règles de sécurité pour l'emploi du matériel thermique, électrique et mécanique. Utilisation des appareils et vêtements de protection ; toxicité des produits chimiques et des émanations, brûlures chimiques, intoxications,

. sécurité scientifique : risques d'erreurs accidentelles ; manutention et flaconnage ; étiquetage des produits ; tenue d'un cahier de laboratoire.

- Classification des produits toxiques et dangereux. Limites d'explosivité.

- Que faire en cas d'accident ou d'incendie.

- Protection de l'environnement : norme de rejet des effluents, traitement des fumées, traitement de l'eau...

## **B1.4 Assistant chimiste**

### **1 - Chimie générale**

#### **1.1 La structure de la matière**

- Les constituants de l'atome : électron, noyau, nombre de masse et de charge, élément, isotope, masse atomique relative.
- Modèle quantique de l'atome : mise en évidence de la quantification de l'énergie des atomes (spectre de raies), onde associée à une particule, nombres quantiques.

#### **1.2 Classification périodique des éléments à partir du modèle quantique de l'atome**

- Construction : historique et classification actuelle.

- Périodicité des propriétés atomiques : énergie d'ionisation, affinité électronique, notion de pouvoir polarisant et de polarisabilité.

#### **1.3 La liaison chimique**

- Liaison covalente.
- Détermination des constantes de force, longueurs, énergies de liaison, la géométrie et les propriétés magnétiques des molécules.

#### **1.4 Thermodynamique chimique**

- Le gaz parfait.
- Premier principe : travail, chaleur, bilan thermique, enthalpie, énergie interne.
- Deuxième principe : entropie, enthalpie et énergies libres.

- Équilibres de phases : corps purs (Clapeyron, diagramme d'état, règle des phases), système binaire (liquide-vapeur, liquide-solide, liquide-liquide).

- Équilibres physico-chimiques : loi d'action de masse, variation des constantes d'équilibre avec les variables thermodynamiques, règle des phases.

#### **1.5 Cinétique chimique**

- Définition générale de la vitesse d'une réaction chimique dans le cas d'un réacteur fermé de composition uniforme : vitesse de disparition et de formation, vitesse globale de réaction.
- Cinétique formelle.
- Détermination des ordres.

- Influence de la température-énergie d'activation.
- Influence des concentrations sur la vitesse d'une réaction ; ordre de réaction ; méthodes expérimentales de détermination.

- Mécanismes réactionnels en cinétique homogène.

- Catalyses homogène et hétérogène.

#### **1.6 Réactions en solution aqueuse**

##### **1.6.1 L'eau**

- Permittivité relative, ionisation, structure et mobilité du proton hydraté.
- Solvatation et solvolysse.
- Électrolyte fort, électrolyte faible ; autoprotolyse de l'eau ; produit ionique.

##### **1.6.2 Réaction acide-base**

- Définition des acides et des bases.
- Calcul du pH des solutions aqueuses.
- Solutions tampon.

- Indicateurs colorés.

##### **1.6.3 Réaction de précipitation.**

- Solubilité et produit de solubilité.
- Condition de précipitation.
- Effet d'ion commun.

- Influence du pH sur la solubilité.

##### **1.6.4 Réactions de complexation.**

- Stabilité des complexes.
- Complexe et précipitation.
- Complexe et pH.

##### **1.6.5 Réactions d'oxydo-réduction.**

- Couple Redox : définition, potentiel redox standard, formule de Nernst.

- Prévision qualitative et quantitative des réactions.

- Oxydo-réduction et pH.

- Oxydo-réduction et complexation.

- Oxydo-réduction et précipitation.

## **2 - Chimie inorganique**

### **2.1 L'état solide**

- Présentation de l'état cristallin : réseaux, nœuds, maille, motif, coordinence, compacité.

- Édifices métalliques.

- Édifices ioniques : description des différents types de structures : CsCl, NaCl, ZnS.

- Les édifices covalents et moléculaires : carbone (diamant, graphite), cristaux moléculaires (diode, dioxyde de carbone, glace).

### **2.2 L'oxygène**

- Étude de la molécule de dioxygène.

- Réactivité du dioxygène gazeux.
- Étude des oxydes : classification structurale , évolution du caractère acido-basique, stabilité et réduction.

### 2.3 Le chlore

- Étude de la molécule de dichlore.
- Réactivité du dichlore gazeux.
- Étude du chlore en solution aqueuse : exploitation du diagramme de potentiel pH.
- Évolution des propriétés des halogènes.

### 2.4 L'ammoniac

- Synthèse industrielle.
- Réactivité de l'ammoniac gazeux.
- Ammoniac liquide : propriétés acido-basiques du solvant, propriétés oxydo-réductrices.

### 2.5 L'acide sulfurique

- Propriétés acides.
- Propriétés oxydantes.

### 2.6 Généralités sur les métaux : les grands principes de la métallurgie

- Méthodes chimiques.
- Méthodes électrochimiques.
- Affinage.

### 2.7 Uranium

- Éléments, propriétés radioactives, enrichissement isotopique.
- Le cycle du combustible nucléaire.
- Propriétés réductrices de l'uranium.

### 2.8 Le fer

- Diagramme potentiel pH simplifié et application à la corrosion.
- Métallurgie : obtention de la fonte, passage de la fonte à l'acier, notions succinctes sur les aciers spéciaux.

### 2.9 Réactions classiques

- Réactions solide/solide.
- Réaction solide/gaz.
- Réaction à haute température.
- Purification par sublimation.
- Électrolyse.

### 2.10 Maîtrise des méthodes de caractérisation et d'analyse des solides

- Diffraction de RX : caractérisation à partir d'un diagramme de poudre à l'aide du fichier JCPDS.
- Analyse thermique différentielle et analyse calorimétrique différentielle : étude d'un mélange

binare, d'une transition vitreuse, d'une réaction de décomposition, d'une transition cristallographique.

- Analyse thermogravimétrique, deshydratation, décomposition, adsorption.

- Logiciels de modélisation cristallographique.

## 3 - Chimie organique

### 3.1 Concepts généraux

- Nomenclature.
- Structure des molécules organiques.
- Isomérie : isomérie de position, de constitution, isomérie optique, enantiomérie, diastéréoisomérie.

- Analyse conformationnelle : alcanes, cyclohexane.

- Les grandes catégories de réactifs (bases et acides de Lewis, nucléophiles, électrophiles).

- Les intermédiaires réactionnels (carbanions, carbocations, radicaux libres).

- Les grandes catégories de réaction (substitution, élimination, addition, transposition, radicalaire, électrolytique).

- Les effets électroniques.

- Aspect stéréochimique des réactions.

- Les solvants.

### 3.2 Étude des principales fonctions

- Les hydrocarbures : alcanes, alcènes, alcynes : origine principale, combustion, substitution radicalaire sur les alcanes, additions électrophiles sur les alcènes et les alcynes, hydrogénation des alcynes et alcènes, autres réactions de liaisons multiples.

- Les hydrocarbures aromatiques : définition, nomenclature, structure et réactivité du benzène ; substitutions électrophiles sur le benzène.

- Les dérivés halogénés des alcanes : définitions, propriétés, structure, réactivité, substitutions nucléophiles, éliminations, préparation des organométalliques.

- Les alcools et phénols : définitions, nomenclature, structure, réactivité ; propriétés acido-basiques, estérification, oxydation.

- Les amines aliphatiques et aromatiques : définition, nomenclature, structure, réactivité.

- Les composés carbonylés (aldéhydes et cétones) : définition, nomenclature, structure, réactivité.

- Les acides carboxyliques et dérivés : définition, nomenclature, structure, réactivité.

### 3.3 Méthodes de synthèse

- Halogénéation des alcènes et des alcynes.
- Oxydation des alcools.
- Réduction et hydrogénation.
- Élimination : déshydratation et déshydrohalogénéation.
- Estérification, hydrolyse, saponification.
- Réactions d'addition.
- Substitutions en série aliphatique.
- Substitutions en série aromatique.
- Condensation en milieu alcalin.
- Catalyse homogène et hétérogène.

### 3.4 Polymères industriels

- Réaction de polymérisation.
- Réaction de polycondensation.
- Polymères naturels.

## 4 - Chimie analytique

### 4.1 Dosages

- Dosages acido-basiques : utilisation des indicateurs colorés, pHmétrie, conductimétrie.
- Dosages par précipitation : gravimétrie, volumétrie (ex : méthode de Mohr), potentiométrie, conductimétrie.
- Dosages par complexation : dosage direct, dosage en retour.
- Dosages d'oxydo-réduction : utilisation des indicateurs colorés, potentiométrie, manganimétrie, iodométrie, cérimétrie, chromimétrie.
- Dosages par spectrophotométrie d'absorption moléculaire : tracé de spectres d'absorption, méthode de la gamme d'étalonnage.
- Analyse quantitative fonctionnelle : indice d'hydroxyle, d'acide, de saponification - dosage des insaturations - dosage de l'azote, des halogènes et du soufre.

### 4.2 Techniques de séparation

- Cristallisation - recristallisation.
- Distillation.
- Chromatographie.
- Extraction (liquide/liquide ; liquide/solide).
- Entraînement à la vapeur.
- Sublimation.

### 4.3 Méthodes d'analyses spectroscopiques

- Présentation des différents types d'interaction matière-rayonnement.

- Spectroscopies atomiques : émission, absorption (flamme, four).

- Spectroscopies moléculaires (pour chaque technique, théorie simplifiée et exploitation de spectres) : UV visible, IR, RMN, masse, fluorescence.

Détail :

- . spectrométrie de masse : pics "parents" ; fragmentations simples, identification des isotopes,
- . spectroscopie IR : techniques de préparation des échantillons ; tracé de spectres ; identification des groupes caractéristiques,
- . spectroscopie de RMN : exploitation de spectres de rmn du proton et du  $^{13}\text{C}$  ; couplages AX et AMX,
- . spectroscopie UV, visible : tracé des spectres ; application à l'identification de composés et à leur dosage,
- . application des techniques spectroscopiques à la détermination des structures.

### 4.4 Méthodes d'analyse chromatographiques et électrophorétiques

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

### 4.5 Méthodes d'analyses électrochimiques

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

### 4.6 Maîtrise du matériel

- Verrerie et instruments usuels de laboratoire.
- Matériel d'analyse en électrochimie : pH-mètre ; multivoltmètre, ionomètre ; conductimétrie ; dispositifs pour : polarographie, pour potentiométrie à courant imposé, pour ampérométrie, pour électrogravimétrie ; différents types d'électrodes.
- Domaine de la spectrophotométrie : spectrophotomètre d'absorption atomique, d'absorption moléculaire UV visible ; photomètre de flamme.

## 5 - Contrôle de qualité

- Notions sur les bonnes pratiques de laboratoire (BPL). Notion sur les normes ISIO.
- Notions de probabilités, de variables aléatoires, fonctions de répartition.
- Séries statistiques, représentations graphiques, valeurs caractéristiques.
- Lois normales, de poisson, binômiales, empiriques.
- Applications, échantillonnage.

## 6 - Sécurité

- Normes de sécurité ; dispositif de sécurité.
- Moyens de prévention.
- . sécurité matérielle : incendies, explosions ; règles de sécurité pour l'emploi du matériel thermique, électrique et mécanique. Utilisation des appareils et vêtements de protection ; toxicité des produits chimiques et des émanations, brûlures chimiques, intoxications,
- . sécurité scientifique : risques d'erreurs accidentelles ; manutention et flaconnage ; étiquetage des produits ; tenue d'un cahier de laboratoire.
- Classification des produits toxiques et dangereux. Limites d'explosivité.
- Que faire en cas d'accident ou d'incendie.
- Protection de l'environnement : norme de rejet des effluents, traitement des fumées ; traitement de l'eau...

## B1.5 Assistant en techniques de synthèse chimique

### 1 - Chimie générale

#### 1.1 La structure de la matière

- Les constituants de l'atome : électron, noyau, nombres de masse et de charge, élément, isotope, masse atomique relative.
- Modèle quantique de l'atome : mise en évidence de la quantification de l'énergie des atomes (spectre de raies), onde associée à une particule, nombres quantiques.

#### 1.2 Classification périodique des éléments à partir du modèle quantique de l'atome

- Construction : historique et classification actuelle.
- Périodicité des propriétés atomiques : énergie d'ionisation, affinité électronique, notion de pouvoir polarisant et de polarisabilité.

#### 1.3 La liaison chimique

- Liaison covalente.
- Détermination des constantes de force, longueurs, énergies de liaison, la géométrie et les propriétés magnétiques des molécules.

#### 1.4 Thermodynamique chimique

- Le gaz parfait.
- Premier principe : travail, chaleur, bilan thermique, enthalpie, énergie interne.
- Deuxième principe : entropie, enthalpie et énergie libre.
- Équilibres de phases : corps purs (Clapeyron, diagramme d'état, règle des phases), système binaire (liquide-vapeur, liquide-solide, liquide-liquide).
- Équilibres physico-chimiques : loi d'action de masse, variation des constantes d'équilibre avec les variables thermodynamiques, règle des phases, équilibres de phases, équilibres physico-chimiques.

#### 1.5 Cinétique chimique

- Définition générale de la vitesse d'une réaction chimique dans le cas d'un réacteur fermé de composition uniforme : vitesse de disparition et de formation, vitesse globale de réaction.
- Cinétique formelle.
- Détermination des ordres.
- Influence de la température - énergie d'activation.
- Influence des concentrations sur la vitesse d'une réaction ; ordre de réaction ; méthodes expérimentales de détermination.
- Mécanismes réactionnels en cinétique homogène.
- Catalyses homogène et hétérogène.

#### 1.6 Réactions en solution aqueuse

##### 1.6.1 L'eau.

- Permittivité relative, ionisation, structure et mobilité du proton hydraté.
- Solvatation et solvolysé.
- Électrolyte fort, électrolyte faible ; autoprotolyse de l'eau ; produit ionique.

##### 1.6.2 Réaction acide-base.

- Définition des acides et des bases.
- Calcul du pH des solutions aqueuses.
- Solutions tampon.
- Indicateurs colorés.

### 1.6.3 Réaction de précipitation.

- Solubilité et produit de solubilité.
- Condition de précipitation.
- Effet d'ion commun.
- Influence du pH sur la solubilité.

### 1.6.4 Réactions de complexation.

- Stabilité des complexes.
- Complexe et précipitation.
- Complexe et pH.

### 1.6.5 Réactions d'oxydo-réduction.

- Couple Redox : définition, potentiel redox standard, formule de Nernst.
- Prévision qualitative et quantitative des réactions.
- Oxydo-réduction et pH.
- Oxydo-réduction et complexation.
- Oxydo-réduction et précipitation.

## 2 - Chimie inorganique

### 2.1 L'état solide

- Présentation de l'état cristallin : réseaux, nœuds, maille, motif, coordinence, compacité.
- Édifices métalliques.
- Édifices ioniques : description des différents types de structures : CsCl, NaCl, ZnS,...
- Les édifices covalents et moléculaires : carbone (diamant, graphite), cristaux moléculaires (diiode, dioxyde de carbone, glace).

### 2.2 L'oxygène

- Étude de la molécule de dioxygène.
- Réactivité du dioxygène gazeux.
- Étude des oxydes : classification structurale, évolution du caractère acido-basique, stabilité et réduction.

### 2.3 Le chlore

- Étude de la molécule de dichlore.
- Réactivité du dichlore gazeux.
- Étude du chlore en solution aqueuse : exploitation du diagramme de potentiel pH.
- Évolution des propriétés des halogènes.

### 2.4 L'ammoniac

- Synthèse industrielle.
- Réactivité de l'ammoniac gazeux.
- Ammoniac liquide : propriétés acido-basiques du solvant, propriétés oxydo-réductrices.

### 2.5 L'acide sulfurique

- Propriétés acides.
- Propriétés oxydantes.

### 2.6 Généralités sur les métaux : les grands principes de la métallurgie

- Méthodes chimiques.
- Méthodes électrochimiques.
- Affinage.

### 2.7 Uranium

- Éléments, propriétés radioactives, enrichissement isotopique.
- Le cycle du combustible nucléaire.
- Propriétés réductrices de l'uranium.

### 2.8 Le fer

- Diagramme potentiel pH simplifié et application à la corrosion.
- Métallurgie : obtention de la fonte, passage de la fonte à l'acier, notions succinctes sur les aciers spéciaux.

### 2.9 Réactions classiques en chimie inorganique

- Réactions solide/solide.
- Réaction solide/gaz.
- Réaction à haute température.
- Purification par sublimation.
- Électrolyse.

## 3 - Chimie organique

### 3.1 Concepts généraux

- Nomenclature.
- Structure des molécules organiques.
- Isomérie : isomérie de position, de constitution, isomérie optique, énantiomérie, diastéréoisomérie.
- Analyse conformationnelle : alcanes, cyclohexane.
- Les grandes catégories de réactifs (bases et acides de Lewis, nucléophiles, électrophiles).
- Les intermédiaires réactionnels (carbanions, carbocations, radicaux libres).
- Les grandes catégories de réaction (substitution, élimination, addition, transposition, radicalaire, électrolytique).
- Les effets électroniques.
- Aspect stéréochimique des réactions.
- Les solvants.

### 3.2 Étude des principales fonctions

- Les hydrocarbures : alcanes, alcènes, alcynes : origine principale, combustion, substitution radicalaire sur les alcanes, additions électrophiles sur les alcènes et les alcynes, hydrogénation des alcynes et alcènes, autres réactions de

liaisons multiples.

- Les hydrocarbures aromatiques : définition, nomenclature, structure et réactivité du benzène ; substitutions électrophiles sur le benzène.

- Les dérivés halogénés des alcanes : définitions, propriétés, structure, réactivité, substitutions nucléophiles, éliminations, préparation des organométalliques.

- Les alcools et phénols : définitions, nomenclature, structure, réactivité, propriétés acido-basiques, estérification, oxydation.

- Les amines aliphatiques et aromatiques : définition, nomenclature, structure, réactivité.

- Les composés carbonylés (aldéhydes et cétones) : définition, nomenclature, structure, réactivité.

- Les acides carboxyliques et dérivés : définition, nomenclature, structure, réactivité.

### 3.3 Techniques de séparation

- Cristallisation - recristallisation.

- Distillation.

- Chromatographie.

- Extraction (liquide/liquide ; liquide/solide).

- Entraînement à la vapeur.

- Sublimation.

### 3.4 Méthodes de synthèse

- Halogénéation des alcènes et des alcynes.

- Oxydation des alcools.

- Réduction et hydrogénation.

- Élimination : déshydratation et déshydrohalogénéation.

- Estérification, hydrolyse, saponification.

- Réaction d'addition.

- Substitutions en série aliphatique.

- Substitutions en série aromatique.

- Condensation en milieu alcalin.

- Catalyse homogène et hétérogène.

### 3.5 Méthodes spectroscopiques

- Spectrométrie de masse : pics "parents" ; fragmentations simples, identification des isotopes.

- Spectroscopie IR : techniques de préparation des échantillons ; tracé de spectres ; identification des groupes caractéristiques.

- Spectroscopie de RMN : exploitation de spectres de RMN du proton et du <sup>13</sup>C ; couplages AX et AMX.

- Spectroscopie UV - Visible : tracé des spectres ;

application à l'identification de composés et à leur dosage.

- Application des différentes techniques spectroscopiques à la détermination des structures.

### 3.6 Méthodes chromatographiques

- Chromatographie sur colonne.

- Chromatographie sur couche mince.

- Chromatographie en phase gazeuse.

- Chromatographie liquide haute performance.

### 3.7 Polymères industriels

- Réaction de polymérisation.

- Réaction de polycondensation.

- Polymères naturels.

### 3.8 Maîtrise des appareils

- Verrerie et instrument usuel de laboratoire.

- Réacteurs, réfrigérants à reflux, ampoules de coulées isobares, ampoules à brome, sondes de température, thermomètre digitaux, moyens de chauffage et d'agitation, supports élévateurs, pinces, noix, barres de montage, flacons laveurs, tubes de garde, entonnoirs, cristallisoirs, éprouvettes, etc.

### 4 - Contrôle de qualité

- Notions sur les bonnes pratiques de laboratoire (BPL). Notion sur les normes ISIO.

- Notions de probabilités, de variables aléatoires, fonctions de répartition.

- Séries statistiques, représentations graphiques, valeurs caractéristiques.

- Lois normales, de Poisson, binômiales, empiriques.

- Applications, échantillonnage.

### 5 - Sécurité

- Normes de sécurité ; dispositif de sécurité.

- Moyens de prévention.

. sécurité matérielle : incendies, explosions ; règles de sécurité pour l'emploi du matériel thermique, électrique et mécanique. Utilisation des appareils et vêtements de protection ; toxicité des produits chimiques et des émanations, brûlures chimiques, intoxications.

. sécurité scientifique : risques d'erreurs accidentelles ; manutention et flaconnage ; étiquetage des produits ; tenue d'un cahier de laboratoire.

- Classification des produits toxiques et dangereux. Limites d'explosivité.

- Que faire en cas d'accident ou d'incendie.

- Protection de l'environnement : norme de rejet des effluents, traitement des fumées ; traitement de l'eau, etc.

## **B1.6 Assistant en techniques des sciences des matériaux/caractérisation**

### **1 - Mathématiques**

- Équations différentielles.  
- Nombres complexes.  
- Statistiques et probabilités.

### **2 - Informatique**

- Connaissances générales des matériels et systèmes d'exploitation.  
- Informatique à usage scientifique et technique.

### **3 - Physique**

- Mécanique : statique du solide, mécanique vibratoire, mécanique des fluides.  
- Électricité-électrostatique-électrocinétique-électromagnétisme-électronique analogique.  
- Propagation des ondes : phénomènes de propagation, optique, acoustique.  
- Transfert de chaleur et de masse : thermique, mécanique des fluides, diffusion dans les solides.  
- Propriétés physiques des matériaux : mécaniques, thermiques, électroniques, magnétiques, optiques.  
- Vide et cryogénie.

### **4 - Chimie**

- Thermodynamique.  
- Electrochimie : les couples Rédox, introduction aux générateurs électrochimiques.  
- Atomistique et classification périodique.  
- Les grandes classes des solides : liaisons covalente, ionique et métalliques.  
- États physiques des matériaux : notions d'ordre et de désordre, description de l'état cristallin parfait, description de l'état amorphe.

### **5 - Sciences des matériaux**

#### **5.1 Les principaux types de matériaux**

- Métaux et alliages.  
- Semi-conducteurs.  
- Céramique et verres.  
- Polymères.  
- Minéraux.  
- Roches.  
- Sédiments.

#### **5.2 Caractérisation des matériaux**

- Dimensionnelles et mécaniques.  
- Physico-chimiques.  
- Cristallographique.  
- Électriques, diélectriques, magnétiques.  
- Optiques.  
- Diffraction X et électronique.  
- Microscopie électronique.  
- Analyse d'image.

### **6 - Dessin industriel**

- Règles et convention de représentation graphique.  
- Cotation et tolérances.

### **7 - Sécurité**

- Repérage : symboles, couleurs, signaux.  
- Procédures et consignes relatives aux circulations, incendies, émanations, accidents, risques exceptionnels.  
- Règles de manutention.  
- Règles d'utilisation et élimination des solvants, adjuvants, gaz comprimés.

## **B1.7 Assistant en élaboration de matériaux en couches minces**

### **1 - Mathématiques**

- Équations différentielles.  
- Nombres complexes.  
- Statistiques et probabilités.

### **2 - Informatique**

- Connaissances générales des matériels et systèmes d'exploitation.  
- Informatique à usage scientifique et technique.

### **3 - Physique**

- Mécanique : statique du solide, mécanique vibratoire, mécanique des fluides.  
- Électricité-électrostatique-électrocinétique-électromagnétisme-électronique analogique.  
- Propagation des ondes : phénomènes de propagation, optique, acoustique.  
- Transfert de chaleur et de masse : thermique, mécanique des fluides, diffusion dans les solides.  
- Propriétés physiques des matériaux : mécaniques, thermiques, électroniques, magnétiques, optiques.  
- Vide et cryogénie.

### **4 - Chimie**

- Thermodynamique.

- Electrochimie : les couples Rédox, introduction aux générateurs électrochimiques.

- Atomistique et classification périodique.

- Les grandes classes des solides : liaisons covalente, ionique et métalliques.

- États physiques des matériaux : notions d'ordre et de désordre, description de l'état cristallin parfait, description de l'état amorphe.

### 5 - Sciences des matériaux

5.1 Classification des matériaux : aspects technologiques et économiques.

5.2 Méthodes de caractérisation et d'élaboration des matériaux

- Dimensionnelles et mécaniques :

. mesures d'épaisseur des couches,

. contrôle dimensionnel des motifs,

. mesure des contraintes.

- Physico-chimiques :

. composition de la couche,

. réaction avec le substrat.

- Cristallographique :

. état cristallin,

. composition,

. contraintes,

- Électriques :

. résistivité,

. mobilité,

. porteurs libres.

- Optiques :

. partie réelle et imaginaire de l'indice optique,

. épaisseur de la couche,

. mesure de transmittance et de réflectance,

. ellipsométrie.

### 6 - Dessin industriel

- Règles et convention de représentation graphique.

- Cotations et tolérances.

### 7 - Sécurité

- Repérage : symboles, couleurs, signaux.

- Procédures et consignes relatives aux circulations, incendies, émanations, accidents, risques exceptionnels.

- Règles de manutention.

- Règles d'utilisation et élimination des solvants, adjuvants, gaz comprimés.

## B1.8 Assistant en élaboration de matériaux massifs

### 1 - Mathématiques

- Équations différentielles.

- Nombres complexes.

- Statistiques et probabilités.

### 2 - Informatique

- Connaissances générales des matériels et systèmes d'exploitation.

- Informatique à usage scientifique et technique.

### 3 - Physique

- Mécanique : statique du solide, mécanique vibratoire, mécanique des fluides.

- Électricité-électrostatique-électrocinétique-électromagnétisme-électronique analogique.

- Propagation des ondes : phénomènes de propagation, optique, acoustique.

- Transfert de chaleur et de masse : thermique, mécanique des fluides, diffusion dans les solides.

- Propriétés physiques des matériaux : mécaniques, thermiques, électroniques, magnétiques, optiques.

- Vide et cryogénie.

### 4 - Chimie

- Thermodynamique.

- Electrochimie : les couples Rédox, introduction aux générateurs électrochimiques.

- Atomistique et classification périodique.

- Les grandes classes des solides : liaisons covalente, ionique et métalliques.

- États physiques des matériaux : notions d'ordre et de désordre, description de l'état cristallin parfait, description de l'état amorphe.

### 5 - Sciences des matériaux

- Métaux et alliages :

. métallographie,

. plasticité.

- Semi-conducteurs :

. structure,

. propriétés électriques et optiques.

- Céramiques et verres minéraux :

. propriétés générales des céramiques,

. verres minéraux,

. propriétés mécaniques des céramiques,

. production, mise en forme et assemblage des céramiques.

- Polymères-produits multi-matériaux :

- . structure chimique et physique,
- . propriétés d'usage et de mise en œuvre,
- . transitions caractéristiques,
- . propriétés physiques et mécaniques,
- . procédés de transformation,
- . matériaux composites,
- . structures sandwich.

## 6 - Dessin industriel

- Règles et convention de représentation graphique.
- Cotation et tolérances.

## 7 - Sécurité

- Repérage : symboles, couleurs, signaux.
- Procédures et consignes relatives aux circulations, incendies, émanations, accidents, risques exceptionnels.
- Règles de manutention.
- Règles d'utilisation et élimination des solvants, adjuvants, gaz comprimés.

# A

## nnexe B2

### RECRUTEMENT DE TECHNICIENS DE RECHERCHE ET DE FORMATION

## B2.1 Technicien en technologies de biomolécules

### 1 - Chimie générale et inorganique

#### 1.1 L'atome et la classification périodique

- 1.1.1 Niveau d'énergie des électrons dans l'atome, nombres quantiques
- Lien avec la classification périodique.
- Évolution des propriétés périodiques : électro-négativité (échelle de Pauling) - métaux, non-métaux.

#### 1.1.2 Le photon

- Application à la spectroscopie.
- Relation  $\Delta E = h\nu$ .

#### 1.1.3 Le noyau

- Calcul de l'énergie de cohésion.
- Isotopie.
- Radioactivité  $\alpha$ ,  $\beta^+$ ,  $\beta^-$ ,  $\gamma$ .
- Fission.
- Fusion.
- Familles radioactives.

### 1.2 Réactions en solution aqueuse

#### 1.2.1 Propriétés des électrolytes

- Application aux acides et aux bases : force comparée ; coefficient de dissociation ; influence de la dilution sur le comportement d'un électrolyte faible.

- Définition de la conductance  $G$  (S), de la conductivité, de la conductivité molaire ionique.

#### 1.2.2 Les acides et les bases

- pH des solutions aqueuses : acide faible ; base faible ; mélange acide-base conjuguée avec application aux mélanges tampons ; ampholytes.
- Étude théorique des dosages acido-basiques :
  - . acide fort - base forte (par pHmétrie et conductimétrie),

- . acide faible - base forte (pHmétrie),

- . base faible - aide fort (pHmétrie).

- Indicateurs colorés ; détermination de la zone de virage.

#### 1.2.3 Réactions de précipitation

- Solubilité, produit de solubilité.

- Influence sur la solubilité et sur la précipitation d'un ion commun ; de la formation d'un complexe, du pH.

#### 1.2.4 Réactions d'oxydoréduction

- Potentiel redox. Influence du pH, application : les électrodes, les piles, phénomènes de corrosion, mise en évidence, protection.

- Étude théorique des dosages potentiométriques : oxydoréduction ; par précipitation.

### 1.3 Cinétique chimique

#### 1.3.1 Cinétique chimique

- Vitesse de réaction : définition, influence des concentrations, de la température.

- Détermination des vitesses de réaction.

- Évolution de la vitesse en fonction du temps.

#### 1.3.2 Catalyse

- Généralités : définition, fonctionnement.

- Différents types : homogène, hétérogène, enzymatique.

## 2 - Chimie organique

### 2.1 Nomenclature

### 2.2 Stéréochimie

- Notion élémentaire de configuration.

- Les configurations Z et E.

- Carbone asymétrique (R ou S) - Série D et L.

- Énantiomérie, chiralité.

### 2.3 Généralités

- Équilibre des équations chimiques des réactions.
- Conditions expérimentales optimales des réactions.
- Notion de mécanisme réactionnel.
- Polarité des liaisons carbone-halogène.
- Stabilité relative des ions carboniums.

### 2.4 Maîtrise des appareils

- Verrerie, instrument usuel de laboratoire.

## 3 - Biochimie - biologie

### 3.1 Biochimie

- Les acides nucléiques (ADN, ARN).
- Les glucides.
- Les lipides.
- Les protéines.
- Les enzymes.

### 3.2 Biologie moléculaire

- Gène et génome.
- Outils de la biologie moléculaire.

## 4 - Sécurité

- Normes de sécurité ; dispositif de sécurité.
- Moyens de prévention :
  - . sécurité matérielle : incendies, explosions ; règles de sécurité pour l'emploi du matériel thermique, électrique et mécanique. Utilisation des appareils et vêtements de protection ; toxicité des produits chimiques et des émanations, brûlures chimiques, intoxications.
  - . sécurité scientifique : risques d'erreurs accidentelles ; manutention et flaconnage ; étiquetage des produits ; tenue d'un cahier de laboratoire.
- Classification des produits toxiques et dangereux. Limites d'explosivité.
- Que faire en cas d'accident ou d'incendie.
- Protection de l'environnement : norme de rejet des effluents, traitement des fumées, traitement de l'eau, etc.

## B2.2 Technicien chimiste

### 1 - Chimie générale et inorganique

#### 1.1 L'atome et la classification périodique

- 1.1.1 Niveau d'énergie des électrons dans l'atome, nombres quantiques.
- Lien avec la classification périodique.
- Évolution des propriétés périodiques : électronégativité (échelle de Pauling) - métaux, non-métaux.
- 1.1.2 Le photon

- Application à la spectroscopie.

- Relation  $\Delta E = h\nu$ .

#### 1.1.3 Le noyau.

- Calcul de l'énergie de cohésion.
- Isotopie.
- Radioactivité  $\alpha$ ,  $\beta^+$ ,  $\beta^-$ ,  $\gamma$ .
- Fission.
- Fusion.
- Familles radioactives.

### 1.2 Réactions en solution aqueuse

#### 1.2.1 Propriétés des électrolytes.

- Application aux acides et aux bases : force comparée ; coefficient de dissociation ; influence de la dilution sur le comportement d'un électrolyte faible.

- Définition de la conductance G (S), de la conductivité, de la conductivité molaire ionique.

#### 1.2.2 Les acides et les bases.

- pH des solutions aqueuses : acide faible ; base faible ; mélange acide- base conjuguée avec application aux mélanges tampons ; ampholytes.
- Étude théorique des dosages acido-basiques :
  - . acide fort - base forte (par pHmétrie et conductimétrie),

- . acide faible- base forte (pHmétrie),

- . base faible- acide fort (pHmétrie),

- . indicateurs colorés ; détermination de la zone de virage.

#### 1.2.3 Réactions de précipitation

- Solubilité, produit de solubilité.
- Influence sur la solubilité et sur la précipitation d'un ion commun ; de la formation d'un complexe, du pH.

#### 1.2.4 Réactions d'oxydoréduction

- Potentiel redox. Influence du pH, application : les électrodes, les piles, phénomènes de corrosion, mise en évidence, protection.
- Étude théorique des dosages potentiométriques : oxydoréduction ; par précipitation.

### 1.3 Cinétique chimique

#### 1.3.1 Cinétique chimique.

- Vitesse de réaction : définition, influence des concentrations, de la température.
- Détermination des vitesses de réaction.
- Evolution de la vitesse en fonction du temps.
- 1.3.2. Catalyse.
- Généralités : définition, fonctionnement.

- Différents types : homogène, hétérogène, enzymatique.

### 1.3.3. Application.

- Deux synthèses minérales : ammoniac et acide nitrique.

## 2 - Chimie organique

### 2.1 Nomenclature

#### 2.2 Stéréochimie

- Notion élémentaire de configuration.

- Les configurations Z et E.

- Carbone asymétrique.

- Énantiomérie, chiralité.

#### 2.3 Généralités

- Équilibre des équations chimiques des réactions.

- Conditions expérimentales optimales des réactions.

#### 2.4 Notion de mécanisme réactionnel

- Polarité des liaisons carbone- halogène.

- Stabilité relative des ions carboniums.

#### 2.5 Alkyl - Benzènes

- Substitution sur chaîne latérale.

- Oxydation de la chaîne latérale.

#### 2.6 Maîtrise des appareils

- Verrerie, instrument usuel de laboratoire.

## 3 - Sécurité

- Normes de sécurité ; dispositif de sécurité.

- Moyens de prévention :

. sécurité matérielle : incendies, explosions ; règles de sécurité pour l'emploi du matériel thermique, électrique et mécanique. Utilisation des appareils et vêtements de protection ; toxicité des produits chimiques et des émanations, brûlures chimiques, intoxications,

. sécurité scientifique : risques d'erreurs accidentelles ; manutention et flaconnage ; étiquetage des produits ; tenue d'un cahier de laboratoire.

- Classification des produits toxiques et dangereux. Limites d'explosivité.

- Que faire en cas d'accident ou d'incendie.

- Protection de l'environnement : norme de rejet des effluents, traitement des fumées, traitement de l'eau, etc.

## B2.3 Technicien en sciences des matériaux/caractérisation

Programme du baccalauréat technologique

sciences et technologies de laboratoire, complété par les rubriques suivantes :

### 1 - Mathématiques

- Probabilités, statistiques.

- Analyse : fonctions numériques (limites, calcul différentiel, fonctions usuelles, équations différentielles).

### 2 - Physique

#### 2.1 Mécanique, fluide

- Notions de base de la mécanique (déplacement, vitesse, accélération).

- Dynamique et énergétique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe.

- Oscillateurs mécaniques.

- Ondes.

#### 2.2 Électricité, électronique

- Régimes sinusoïdaux, circuits RLC, puissance.

- Systèmes triphasés.

- Fonctions de base de l'électronique, diode, filtrage, ampli opérationnel.

- Traitement d'un signal analogique.

- Fonctions logiques ou numériques.

#### 2.3 Optique

- Indice d'un milieu transparent, achromatisme, dispersion.

- Propriétés essentielles des instruments d'optique (objectif photographique, microscope, lunette astronomique).

- Photométrie.

- Interférences.

- Radiations lumineuses.

## 3 - Chimie

### 3.1 Chimie générale

- Liaison covalente, liaison ionique.

- La réaction chimique (équation-bilan, étude quantitative).

- Les réactions d'oxydoréduction.

- La cinétique chimique.

### 3.2 Structure de la matière

- L'atome, classification périodique, propriétés physico-chimiques.

- Édifices cristallins, cristal parfait, état amorphe.

- Défauts.

## 4 - Mesures, contrôle et automatismes

### 4.1 Procédé stable

- Procédé intégrateur.

- Grandeurs fonctionnelles caractéristiques.

**4.2 Association procédé-régulateur (algorithmes de commande de procédés simples)**

- Différents modes de fonctionnement.
- Boucles de régulation.

**4.3 Automatismes logiques séquentiels**

- Fonctions mémoires.
- Temporisation-compteurs.
- Automate programmable-traitement en langage GRAFCET par exemple.

**5 - Sciences des matériaux**

Méthodes physico-chimiques d'analyse :

- minéralogie,
- géologie,
- pétrologie,
- paléontologie,
- métaux,
- semi-conducteurs,
- céramiques,
- polymères.

**6 - Dessin industriel**

- Règles et convention de représentation graphique.
- Cotation et tolérances.

**7 - Sécurité**

- Repérage : symboles, couleurs, signaux.
- Procédures et consignes relatives aux circulations, incendies, émanation, accidents, risques exceptionnels.
- Règles de manutention.
- Règles d'utilisation et élimination des solvants, adjuvants, gaz comprimés.

**B2.4 Technicien en élaboration de matériaux**

Programme du baccalauréat STI, **complété** par les rubriques suivantes :

**1 - Mathématiques**

- Probabilités, statistiques.
- Analyse : fonctions numériques (limites, calcul différentiel, fonctions usuelles, équations différentielles).

**2 - Physique****2.1 Mécanique, fluide**

- Notions de base de la mécanique (déplacement, vitesse, accélération).
- Dynamique et énergétique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe.

- Oscillateurs mécaniques.

- Ondes.

**2.2 Électricité, électronique**

- Régimes sinusoïdaux, circuits RLC, puissance.
- Systèmes triphasés.
- Fonctions de base de l'électronique, diode, filtrage, ampli opérationnel.
- Traitement d'un signal analogique.
- Fonctions logiques ou numériques.

**2.3 Optique**

- Indice d'un milieu transparent, achromatisme, dispersion.
- Propriétés essentielles des instruments d'optique (objectif photographique, microscope, lunette astronomique).
- Photométrie.
- Interférences.
- Radiations lumineuses.

**3 - Chimie****3.1 Chimie générale**

- Liaison covalente, liaison ionique.
- La réaction chimique (équation-bilan, étude quantitative).
- Les réactions d'oxydoréduction.
- La cinétique chimique.

**3.2 Structure de la matière**

- L'atome, classification périodique, propriétés physico-chimiques.
- Édifices cristallins, cristal parfait, état amorphe, verre.
- Défauts.

**3.3 Les solutions aqueuses**

- Réactions acido-basiques, pH.
- Réaction d'oxydoréduction (piles, corrosion, application aux propriétés chimiques générales des métaux).

**3.4 Chimie organique et polymères**

- Fonctions alcool, phénol, amine, formol, acides carboxyliques.
- Polyesters, polyamides, matériaux composites.

**3.5 Thermodynamique**

- Échelles de température.
- Dilatations, coefficients thermoélastiques relatifs aux solides, liquides, gaz.
- Gaz parfaits, équation d'état.
- Transfert d'énergie, chaleur.
- Changement de phase d'un corps pur.

- Diagramme de phase binaire isobare.

#### 4 - Sciences des matériaux

Méthodes physico-chimiques d'analyse :

- . métaux,
- . alliages,
- . céramiques,
- . polymères.

#### 5 - Dessin industriel

- Règles et convention de représentation graphique.

- Cotations et tolérances.

#### 6 - Sécurité

- Repérage : symboles, couleurs, signaux.

- Procédures et consignes relatives aux circulations, incendies, émanation, accidents, risques exceptionnels.

- Règles de manutention.

- Règles d'utilisation et élimination des solvants, adjuvants, gaz comprimés.

ioniques, électrolytes.

- Réaction acide-base, notions élémentaires sur le pH.

- Généralités sur la chimie organique, analyse organique élémentaire qualitative tétravalence du carbone.

- Notions sur les principales fonctions organiques.

- Monographies de quelques composés organiques simples : méthane, éthylène, acétylène, benzène, éthanol, éthanal, propanone, acide éthanique...

#### 4 - Connaissances pratiques

##### 4.1 Montage

- Travail du verre : coupage, bordage, étirage et épaissement, courbures..

- Réalisation de montages simples à partir de schémas pour : filtrations, préparation d'un gaz à froid ou à chaud, distillations, entraînement à la vapeur.

- Vérification d'étanchéité et de sécurité.

##### 4.2 Dosages

- Préparation de solutions titrées : dilution et ajustage.

- Acidimétrie, alcalimétrie : acides chlorhydrique, sulfurique, acétique - soude - ammoniac dans un sel d'ammonium - carbonate de sodium.

- Iodométrie : iode par le thiosulfate de sodium, eau oxygénée.

- Manganimétrie : permanganate de potassium par l'acide oxalique.

- Chlorométrie : méthode de Bunsen.

- Argentimétrie : méthode de Mohr, méthode de Charpentier - Vohlard.

- Gravimétrie : différentes étapes du dosage d'un sulfate.

##### 4.3 Technologies du laboratoire

- Homogénéisation.

- Chauffage, réfrigération.

- Broyage.

- Décantation, filtration, centrifugation.

- Distillation,.

- Rectification.

- Extraction.

- Évaporation et séchage.

- Stérilisation.

- Mesures au laboratoire (masses, volumes, pressions).

- Repérage des températures.

## Annexe B3

### RECRUTEMENT DES ADJOINTS TECHNIQUES DE RECHERCHE ET DE FORMATION

#### B3.1 Préparateur en chimie

##### 1 - Mathématiques

- Rappels sur les fonctions.

- Fonction logarithme népérien.

- Equations.

- Entraînement au calcul numérique.

##### 2 - Physique

- Grandeurs physiques.

- Optique : optique géométrique - spectroscopie à réseaux - spectrométrie UV - visible.

- Électricité : définitions - quelques instruments de mesure.

##### 3 - Chimie

- Structure de la matière : mélanges, corps purs simples et composés, analyse immédiate, éléments, atomes, molécules, ions, électrons.

- Notation chimique, équation de réaction.

- Valence des liaisons.

- Ionisation : ions simples, complexes, composés

- Stérilisations sèche et humide.
- Distinction entre propreté et stérilité.
- Notion d'étanchéité.
- Maîtrise du petit matériel usuel de laboratoire.

### 5 - Prévention des candidats

- Notion de sécurité au travail.
- Identification des principaux risques (électriques, chimiques, biologiques et radioactivité).
- Manipulation des acides et des bases, solvants et gaz comprimés.
- Lecture des étiquettes et pictogrammes.
- Mesures de protection et prévention des accidents dans un laboratoire.
- Conduite à tenir en cas d'accident.

## B3.2 Préparateur en traitement des matériaux

Programmes du BEP mise en œuvre des matériaux et du BEP électrotechnique, complétés par les rubriques suivantes :

### 1 - Mathématiques

- Calcul numérique.
- Algèbre.
- Géométrie :
  - . notions et propriétés fondamentales,
  - . notions pratiques de trigonométrie.

### 2 - Sciences physiques

#### Mécanique

- Actions mécaniques : forces, poids et masse,
- . transmission du mouvement,
- . énergie : travail et puissances mécaniques, exemples de transfert d'énergie.

#### Électricité

- Intensité du courant.
- Tension entre deux points.
- Courant alternatif du secteur.
- Consommation d'énergie électrique.

#### Optique

- Sources et récepteurs de lumière.
- Propagation de la lumière.
- Images.
- Analyse de la lumière, notions d'astrophysique.

#### Chimie

- Notions d'élément chimique.
- Classification périodique des éléments.
- Atomes, molécules, ions.

- Isolants, conducteurs, semi-conducteurs.
- La réaction chimique : aspects qualitatif et quantitatif.

### 3 - Sciences des matériaux

- Connaissances élémentaires de géologie.
- Séparation des minéraux.
- Techniques de préparation et d'usinage des matériaux.

### 4 - Hygiène et sécurité

- Risques particuliers à la spécialité.

## Annexe B4

### RECRUTEMENT DES AGENTS TECHNIQUES DE RECHERCHE ET DE FORMATION

## B4.1 Agent de laboratoire

### 1 - Mathématiques

- Nombres entiers et décimaux.
- Opérations de base : addition, soustraction, multiplication, division.
- Proportions, règles de trois (produit en croix), pourcentages et fractions.

### 2 - Physique

- Unités de mesure (longueur, volume, masse, température, pression).
- Utilisation des appareils de mesure (balance, thermomètre, manomètre).
- Définition des actions élémentaires : homogénéisation, broyage, décantation, filtration, centrifugation, extraction, évaporation, séchage, chauffage, réfrigération, distillation.

### 3 - Chimie

- Notions d'atome et de molécule.
- Notions de masse molaire et de concentration molaire.
- Notion d'acide - base, notion de pH.
- Les différentes qualités de l'eau : déminéralisée, distillée.
- Préparation de solutions titrées.
- Dilution.
- Conditionnement et stockage.

### 4 - Biologie

#### 4.1 Notions de biologie générale

- Principaux constituants de la matière vivante :

minéraux, glucides, lipides, protéines.  
- Principaux microorganismes et notion de pouvoir pathogène.

#### 4.2 Notions de biologie appliquée

- Propreté et stérilité.
- Utilisation de détergents et désinfectants, l'eau de Javel.
- Travail en conditions aseptiques.
- Stérilisation par voie sèche, autoclavage et ultrafiltration.
- Notion de milieu de culture.

#### 5 - Sécurité

- Notion de sécurité au travail.
- Identification des principaux risques (électriques, chimiques, biologiques et radioactivité).
- Manipulation des acides et des bases, solvants, gaz comprimé...
- Lecture des étiquettes et pictogrammes.
- Mesures de protection et prévention des accidents dans un laboratoire.
- Conduite à tenir en cas d'accident.

## A n n e x e C 1

### RECRUTEMENT DES ASSISTANTS INGÉNIEURS

#### C1.1 Assistant ingénieur d'exploitation en techniques expérimentales

##### 1 - Connaissances de base

- Mécanique des fluides - technique du vide.
- Mécanique des solides - acoustique.
- Optique géométrique et ondulatoire - photométrie.
- Thermique - cryogénie.
- Thermodynamique.
- Physique des solides - matériaux.
- Métrologie - mesures.
- Biologie - chimie.

##### 2 - Compétences opérationnelles

- Méthodes d'analyse physico-chimiques (spectrométrie, méthodes séparatives, méthodes électrochimiques d'analyse, ...).
- Électronique analogique et numérique.
- Capteurs ; techniques d'interfaçage ; informatique industrielle.

- Traitement du signal ; exploitation des données.
- Outils informatiques et logiciels spécialisés.
- Connaissance des protocoles, normes, qualité.

##### 3 - Connaissances générales

- Gestion et maintenance.
- Compréhension de l'anglais technique.
- Hygiène et sécurité.

#### C1.2 Assistant en instrumentation scientifique et techniques expérimentales

##### 1 - Connaissances de base

- Mécanique des fluides - technique du vide.
- Mécanique des solides - acoustique.
- Optique géométrique et ondulatoire - photométrie.
- Thermique - cryogénie.
- Thermodynamique.
- Physique des solides - matériaux.
- Métrologie - mesures.
- Biologie ou chimie.

##### 2 - Compétences opérationnelles

- Méthodes d'analyse physico-chimiques (spectrométrie, méthodes séparatives, méthodes électrochimiques d'analyse, ...).
- Électronique analogique et numérique.
- Capteurs ; techniques d'interfaçage ; informatique industrielle.
- Traitement du signal ; exploitation des données.
- Outils informatiques et logiciels spécialisés.
- Connaissance des protocoles, normes, qualité.
- Mécanique.

##### 3 - Connaissances générales

- Gestion et maintenance.
- Compréhension de l'anglais technique.
- Hygiène et sécurité.

#### C1.3 Conducteur sur grand instrument

##### 1 - Connaissances de base

- Connaissances en physique et en chimie.
- Connaissances techniques opérationnelles (vide, cryogénie, optique, électronique, informatique, etc).
- Instrumentation (RX, RMN, spectrométrie de masse, microscopie électronique, grands télescopes, etc.).

##### 2 - Connaissances opérationnelles

- Risques liés à la mise en œuvre de l'instrument