

Programme du BTS Biotechnologie

Module 1 : Biologie moléculaire et Génie génétique

Section 1 : STRUCTURES ET FONCTIONS DES ACIDES NUCLÉIQUES

1-1- Structure des acides nucléiques

- Les nucléotides : structure et propriétés
- La structure primaire des acides nucléiques
- La structure tridimensionnelle de l'ADN :
- caractéristiques de la double hélice
- topologie
- compactage intranucléaire et chromosomes

Les différents types d'ARN : principales caractéristiques structurales et fonctionnelles

1-2- Dénaturation et hybridation des acides nucléiques

Aspects fondamentaux précédant les mises en oeuvre techniques

Dénaturation

Hybridation

1-3- Organisation des gènes et des génomes

Les informations génétiques et leurs interrelations

Le code génétique

Structure des gènes procaryotes

Structure des gènes eucaryotes

Plasticité de l'information génétique

Caractéristiques de quelques génomes

Marqueurs génétiques et polymorphismes

Stabilité et évolution des génomes

- les familles de gènes
- arbres phylogénétiques (notions)
- les éléments génétiques mobiles

1-4- Constance et variation de l'ADN

La réplication du chromosome bactérien

La réplication des ADN phagiques

La réplication de l'ADN chez les eucaryotes

La recombinaison :

- recombinaisons homologue et hétérologue
- recombinaisons physiologiques
- l'outil recombinaison

Les mutations :

- les différents types
- les causes moléculaires

La mutagenèse provoquée

La réparation de l'ADN

- les principaux systèmes
- leur activation

1-5- Biosynthèse et maturation des ARN

La transcription chez les procaryotes

La transcription chez les eucaryotes

1-6- Contrôle transcriptionnel de l'expression des gènes

Chez les procaryotes :

- L'opéron lactose d'E.coli et la répression catabolique
- Généralisation et autres exemples d'opérons

Chez les eucaryotes :

- les différents types de séquences régulatrices
- les facteurs de transcription

1-7- Biosynthèse des protéines

Machinerie et mécanisme de la traduction

Evènements post-traductionnels

2-1- Extraction, Purification et Quantification des Acides Nucléiques

Extraction et purification d'ADN génomique et d'ADN plasmidique

Extraction d'ARN totaux et purification d'ARN messagers

Quantifications des acides nucléiques

2-2- Electrophorèses des acides nucléiques

Electrophorèse d'ADN et d'ARN en gel d'agarose

Electrophorèse en gel de polyacrylamide

Autres techniques d'électrophorèse

2-3- Les outils du clonage moléculaire chez E.coli

Les vecteurs :

- vecteurs plasmidiques de clonage
- autres vecteurs : phagiques (dérivés des phages lambda et filamenteux), cosmides et phagemides, BACs

Les endonucléases de restriction

Les autres enzymes usuelles

2-4- Les méthodes du clonage moléculaire

L'insertion d'une séquence d'ADN dans un vecteur

La transformation d'E.coli

Sélection des transformés, repérage des recombinés, criblage éventuel du clone d'intérêt

2-5- Les technologies d'amplification d'ADN in vitro (PCR)

La PCR classique (en point final)

- principe
- mise en oeuvre

La PCR en temps réel (en cinétique)

La PCR quantitative

Exemples d'applications analytiques et préparatives de la PCR

Synthèse d'ADN complémentaire par transcription inverse et PCR (RT-PCR):

- principe
- mise en oeuvre

2-6- Les banques d'ADN

Banques d'ADN génomique et d'ADN complémentaire : obtention, intérêts

2-7- Les sondes nucléiques et les techniques d'hybridation

Les différents types de sondes

Les techniques de transfert et de révélation spécifique par hybridation :

- principe
- mise en oeuvre
- exemples d'applications

2-8- Le séquençage de l'ADN

La méthode de Sanger

Le séquençage automatisé

Les stratégies du séquençage

2-9- Le transfert de gènes dans les cellules eucaryotes et la transgénèse

Des exemples d'applications de végétaux et d'animaux transgéniques seront donnés, en liaison avec la Section 3 et le module 5

Les aspects bioéthiques et législatifs seront abordés

Les vecteurs et les procédés de transfection des cellules animales

L'obtention d'animaux transgéniques

Les vecteurs et procédés de transfection des cellules végétales

L'obtention de végétaux transgéniques

3-1- Production de protéines hétérologues et recombinées

Caractéristiques des vecteurs d'expression

Expression et production de protéines

hétérologues chez E.coli :

- Stratégies d'expression et de purification
- Constructions génétiques permettant l'étiquetage

Autres stratégies de production de protéines hétérologues

Exemples de protéines thérapeutiques ou d'intérêt industriel

Mutagenèse in vitro

3-2- Analyses du transcriptome et du protéome et Génomique fonctionnelle : notions de base

On privilégiera pour ces connaissances "culturelles" la logique de la méthode aux détails techniques

Les parties pouvant faire l'objet de questions à l'examen sont soulignées.

L'analyse globale du transcriptome à l'aide de matrices d'ADN

La démarche protéomique

Les recherches d'interactions

L'inactivation ciblée des gènes

3-3- Applications diagnostiques et médicales du génie génétique : exemples

Les exemples seront choisis en fonction de l'état des avancées technologiques, parmi les thèmes incontournables du moment (ou du moins jugés comme tels).

Détection de microorganismes

Typage génique et détection de mutations

Thérapie génique

MODULE 2 : BIOCHIMIE ANALYTIQUE

La biochimie analytique est un outil transversal très riche en savoirs et savoir-faire fondamentaux. La biochimie analytique se révèle être un outil de travail, complément indispensable constamment au service des disciplines des autres modules.

Ce module s'appuie constamment sur les connaissances acquises dans le module 7 « Bio-informatique et informatique de laboratoire ».

Section 1 : Mise en oeuvre de réactifs chimiques et organisation générale d'un laboratoire. Le risque chimique et l'élimination des déchets.

L'enregistrement de données techniques.

Préparation, conditionnement et conservation des réactifs, des produits et des milieux.

Étiquetage et identification.

Solutions tampons de pH.

Étalons, matériaux de référence certifiés, matériaux de référence.

Techniques d'étalonnage des méthodes d'analyse biochimique.

Incertitude des mesures : justesse et fidélité des résultats et des méthodes de mesure.

Gravimétrie.

Utilisation des balances analytiques de laboratoire.

Mesure de substance par pesée après extraction ou dessiccation.

Volumétrie et analyses volumétriques.

Utilisation de la verrerie et des pipettes mécaniques.

Mise en oeuvre de méthodes d'analyse volumétrique.

Détermination des points d'équivalence par une méthode chimique ou physique.

pH-métrie.

Définition du pH. Utilisation d'un pH-mètre à électrode de verre. Dosages pH-métriques acide/base.

Exemples pratiques d'applications.

Conductimétrie.

Définition de la conductance et de la conductivité. Notion de mobilité limite et de conductivité molaire limite.

Utilisation d'un conductimètre. Étalonnage.

Exemples pratiques d'applications.

Spectroscopie d'absorption moléculaire dans l'ultraviolet et le visible.

Exemples pratiques d'applications.

Fluorimétrie moléculaire.

Principes et schémas de principe des équipements.

Notions d'atténuation et d'exaltation de fluorescence.

Exemples pratiques d'applications.

Bioluminescence et chimiluminescence.

Définitions. Exemples d'applications.

Spectrométrie de masse.

Principe. Schéma de principe d'un équipement simple. Exemples d'applications.

Méthodes avec radionucléides.

Nature des particules et rayonnements émis par les atomes radioactifs. Exemples d'isotopes radioactifs biochimie et biologie moléculaire. Applications.

Chromatographie analytique.

Principes généraux des séparations.

Techniques chromatographiques.

Chromatographie gazeuse.

Chromatographie liquide.

Paramètres chromatographiques.

Chromatographie et analyses quantitatives.

Électrophorèse analytique.

Notion de mobilité électrophorétique.

Électrophorèse des protéines en gel d'agarose et en gel de polyacrylamide.

Électrophorèse des acides nucléiques en gel d'agarose et en gel de polyacrylamide.

Électrophorèse capillaire.

Électrophorèse microfluidique et méthodes dérivées.

Dosages de substances mettant en oeuvre des enzymes :

- méthodes en phase homogène au point
- final de réaction ;
- méthodes en phase homogène en
- cinétique ;
- méthodes immuno-enzymatiques ;
- biocapteurs

Mesures d'activités d'enzyme.

Module 3 Biochimie structurale et fonctionnelle des protéines

Section 1 : Structure des protéines

A traiter en liaison avec les modules 2 et 6

1-1- Les acides aminés

Structure et propriétés physicochimiques

1-2- Les polypeptides

La liaison peptidique

Structure primaire

Détermination de la composition en acides aminés et de la séquence

Détermination de la masse moléculaire et du pI

Exemples de peptides d'intérêt biotechnologique

1-3- La structure tridimensionnelle des protéines

Les différents niveaux de structure

Les forces et liaisons stabilisatrices

Détermination de la structure tridimensionnelle

Dénaturation et renaturation

1-4- Maturation et adressage des protéines

Repliement ("Folding")

Maturation post-traductionnelles : glycosylation et phosphorylation ...

1-5 Edifices supramoléculaires

Section 2 : Interactions protéine-ligand et relations structure-fonction

L'objectif est ici de définir des caractéristiques et des méthodes générales.

La place de l'introduction des contenus de cette section sera fonction de la démarche pédagogique adoptée.

Stéréospécificité et affinité

Flexibilité, changements de conformation et allostérie

Mise en évidence et caractérisation d'une interaction protéine-ligand

Section 3 : Exemples de protéines

L'objectif est de présenter la structure des principales catégories de protéines, en insistant sur les relations structure-fonction ; les fonctions ne sont pas à traiter ici de manière exhaustive. Cette première approche doit être claire et synthétique. La section 3-6 nécessite cependant un développement.

Pour traiter cette section, on pourra faire appel, en complément de documents bibliographiques, à l'usage d'un logiciel de visualisation tridimensionnelle de biomolécules.

3-1- Exemples de protéines fibreuses

Collagène, actine et myosine

3-2- Exemples de protéines globulaires solubles

Myoglobine et hémoglobines

3-3- Les enzymes

3-4- Exemples de protéines membranaires

- une protéine de transport membranaire

- un récepteur hormonal

- l'ATP synthase mitochondriale, exemple de moteur moléculaire

3-5- Exemples de protéines affines de l'ADN

En liaison avec le module 1

Les deux niveaux d'affinité

Les histones

Les endonucléases de restriction

Les facteurs de transcription

3-6- Les immunoglobulines

La structure des IgG et des immuno-dérivés

L'interaction antigène-anticorps

Section 4 : La purification des protéines

Cette section fait appel aux connaissances théoriques et pratiques acquises dans le module 2 et les utilise dans un cadre préparatif.

4-1- Méthodes et techniques de la purification

Techniques de lyse et de fractionnement subcellulaire

Précipitations sélectives

Méthodes chromatographiques

4-2- Etapes et suivi de la purification

Schéma général et stratégies

Activité spécifique et enrichissement

Electrophorèses de contrôle

Section 5 : Les enzymes, biomolécules catalytiques

Cette section fait appel aux connaissances théoriques et pratiques acquises dans le module 2.

5-1- Structure et classification des enzymes

Spécificité de la catalyse enzymatique

Classification internationale des enzymes

Isoenzymes

Complexes multienzymatiques

5-2- L'activité enzymatique

Grandeurs et unités d'enzyme

Les différentes méthodes et techniques de mesure

5-3- Cinétique enzymatique Michaelienne**5-4- Effecteurs physicochimiques**

Température, pH

Effecteurs michaeliens (inhibiteurs) Composition du milieu réactionnel (force ionique, cations, conservateurs)

5-5- Exemples de mécanismes d'action des enzymes ; exemples de coenzymes**5-6- La régulation de l'activité et de la biosynthèse des enzymes**

En relation avec les modules 4 et 5

Section 6 : Les enzymes, outils d'analyse et de bioconversion**6-1- Dosages enzymatiques d'analytes en phase homogène**

- méthodes au point final de la réaction
- méthodes en cinétique

6-2- Méthodes immunoenzymatiques

Dosages en phase hétérogène

Caractérisation d'une interaction protéine-ligand

6-3- L'immobilisation des enzymes

Méthodes d'immobilisation

Propriétés des enzymes immobilisées

6-4- Les biocapteurs

Principe et technologies

Exemples d'applications

6-5- Les bioréacteurs enzymatiques

Différents types, mise en oeuvre et modélisation

Exemples d'applications

Le recyclage des cofacteurs

MODULE 4 : MICROBIOLOGIE ET GENIE FERMENTAIRE

L'histoire de la microbiologie, lorsqu'elle apporte une contribution importante à la compréhension d'une notion, ou lorsqu'elle éclaire des questions épistémologiques ou éthiques importantes, sera intégrée tout au long du cours. Par exemple des termes comme respiration, fermentation et gène sont mieux compris lorsqu'ils sont resitués dans leur contexte historique.

Les techniques d'études, qui ne sont pas séparables en sciences expérimentales des objets d'études et des concepts formés, seront étudiées au fur à mesure des besoins.

Les tâches professionnelles du technicien supérieur en biotechnologies se déroulent dans le cadre de sa participation au système d'assurance qualité du laboratoire.

Cette participation est un des thèmes fondamentaux du référentiel des activités et est clairement traduite dans le référentiel des compétences. En conséquence, toutes les séances de travaux pratiques doivent intégrer la formation des étudiants à la participation à un système qualité.

La formation sera focalisée sur les 5 thèmes suivants :

- Accomplir le travail dans le cadre des procédures et des instructions d'un système qualité.

- Maîtriser les travaux pour lesquels des problèmes ont été identifiés grâce au cadre des procédures dites de gestion des non conformités.

- Maîtriser la qualité des réactifs et des échantillons : apprentissage d'un système de gestion garantissant l'état du stock, la conservation, la traçabilité.

- Assurer la qualité des équipements : utilisation de fiches de vie des appareils lors des opérations de vérification, étalonnage, réglage.

- Garantir l'enregistrement et le compte rendu de l'ensemble des observations, données et calculs liés à une opération particulière au moment de sa réalisation : tenue conforme d'un cahier de laboratoire sans effacement et mesures équivalentes pour éviter la perte ou la modification des enregistrements informatiques.

Section 1 : organisations structurales et fonctionnelles des microorganismes eucaryotes et procaryotes

Il s'agit de décrire les organisations fonctionnelles dynamiques en mettant en parallèle les microorganismes eucaryotes et procaryotes au cours de leur étude pratique.

Les parois, les membranes cellulaires et les relations avec l'extérieur. La fonction de nutrition et les transports actifs. Motilité, tactismes et recherche de nourriture.

Organisation structurale et fonctionnelle des génomes.

Expression des gènes et mécanismes de régulation.

Mutations, réparations de l'ADN. Echanges d'ADN.

ARN, ribosomes et biosynthèse des protéines

Division des bactéries.

Analyses de cycles de levures, champignons et

microalgues (phase haploïde, phase diploïde).

Formes de dissémination et de résistance.

Le partage phylogénétique entre Archaea

(Archaeobacteries),

Bacteria (Eubacteries) et Eucarya

(Eucaryotes). Les positions des microorganismes

eucaryotes dans l'arbre phylogénétique eucaryote.

Notion d'espèce chez les eucaryotes à

reproduction sexuée. Notion de souche

microbienne. Notion d'espèce chez les

bactéries.

Taxonomie. Nomenclature.

Principes des techniques d'identification et de typages.

Intérêt des typages.

Section 3 : Diversité des métabolismes et des conditions environnementales

Sources de carbone, d'azote, de phosphore et de soufre.

Macro- et micro-nutriments minéraux.

Autotrophie et hétérotrophie.

Notion de métabolite essentiel.

Exemples de voies de biosynthèse des métabolites essentiels.

Besoins en facteurs de croissance.

Définition des coenzymes.

Rétroinhibitions sur les enzymes des voies de biosynthèse. Répressions anaboliques. Inductions et répressions cataboliques. Diauxie.

Fonction de nutrition et transports transmembranaires.

Monnaies énergétiques cellulaires : ATP, force protonmotrice, pouvoir réducteur. Métabolisme énergétique.

Besoins énergétiques liés aux biosynthèses et aux transports actifs.

Chimioorganotrophie, chimiolithotrophie, photoorganotrophie, photolithotrophie.

Les métabolismes énergétiques fermentaires des chimioorganotrophes.

Les métabolismes énergétiques respiratoires avec accepteurs dioxygène et nitrate des chimioorganotrophes.

Les métabolismes énergétiques avec accepteur dioxygène des chimiolithotrophes.

Bactéries à respiration sulfate anaérobie.

Bactéries acétogènes. Bactéries méthylotrophes.

Bactéries méthanogènes.

Bactéries phototrophes.

Conditions environnementales :

température, pression hydrostatique, pression osmotique, activité de l'eau, atmosphère (O_2 , CO_2 , ...).

Microorganismes et dioxygène : les effets toxiques du dioxygène, les enzymes superoxyde dismutase et catalase, le classement dit des « types respiratoires ».

Cycles du carbone, de l'azote et du soufre.

Notions d'équilibre dans les écosystèmes de la biosphère.

Relations hôte-microorganisme. Toxines.

Section 4 : Génétique microbienne

En relation avec le module de « Biologie moléculaire et génie génétique ».

Mutations.

Génétique des levures. Génétique des bactéries.

Transferts génétiques.

Section 5 : Virologie

Structures des virus. Classification.

Exemples de cycles de virus de cellules eucaryotes : virus à ADN, un virus à ARN+ non rétrovirus, un virus à ARN -, un rétrovirus.

Les bactériophages.

Section 6 : Organisation du laboratoire

Cette partie du programme, y compris dans ces aspects théoriques, sera essentiellement traitée lors des séances de travaux pratiques.

Les risques biologiques. Les différentes classes de microorganismes et de cellules, les niveaux de sécurité et les conséquences d'organisation pratique.

Conception et équipement des laboratoires. Les procédés de décontamination. L'élimination des déchets. Les milieux de culture.

Notions de milieux d'enrichissement, d'isolement, sélectif, différentiel, d'identification.

Techniques pratiques de travail.

Examens microscopiques de cellules vivantes, de cellules après colorations classiques.

Observation de cellules après marquages fluorescents.

Quantification des microorganismes : dénombrements directs, dénombrements à la suite d'une culture, mesures de biomasse.

Cultures des microorganismes :

conditions de milieu et d'environnement et paramètres des croissances.

Les souches de laboratoires et les souches industrielles : obtention, caractérisations, conservation.

Agents antimicrobiens physiques et chimiques.

Section 8 : Microbiologie industrielle et génie fermentaire

Cette section, pour sa partie génie fermentaire, fera l'objet d'enseignements de 2^{ème} année.

Cinétiques microbiennes.

Transferts de matière.

Ingénierie des bioréacteurs de laboratoire.

Régulation des paramètres de culture.

Suivi de fermentations.

Traitement des moûts.

Exemple d'utilisation du génie fermentaire.

MODULE 5 : BIOLOGIE ET TECHNOLOGIES CELLULAIRES

Section 1 : Méthodes d'étude de la cellule

Séparation de différents types cellulaires

Fractionnement subcellulaire

Marquage par anticorps marqués, isotopes radio-actifs

Microscopie photonique

Microscopie électronique à balayage et à transmission

Section 2 : Organisation structurale et fonctionnelle de la cellule eucaryote

Comparaison des grands types cellulaires : cellules procaryotes et eucaryotes, cellules animales et végétales

Compartmentation de la cellule eucaryote :

- La membrane plasmique : composition, organisation, transports des substances dissoutes et des macromolécules (endocytose, exocytose)
- Le noyau : enveloppe nucléaire, compactage de l'ADN, nucléole
- Le cytosquelette : constituants, dynamique, principaux rôles
- Les organites impliqués dans le métabolisme protéique : réticulum endoplasmique rugueux, appareil de Golgi, lysosomes
- Les organites impliqués dans la synthèse d'ATP : mitochondries et chloroplastes

Section 3 : Cycle cellulaire

Les étapes du cycle cellulaire

La mitose

Contrôle endogène et exogène du cycle cellulaire

Dérèglement du cycle cellulaire

L'apoptose

Section 4 : Génétique

Génétique formelle

La méiose et les recombinaisons génétiques

Cytogénétique moléculaire

Section 5 : Communications cellulaires

Communication par contact cellulaire

Communication par un médiateur soluble :

- Les principaux médiateurs solubles : neurotransmetteurs, hormones, facteurs de croissance, cytokines
- Les récepteurs membranaires, les voies de transduction et de signalisation intracellulaire
- Les récepteurs intracellulaires

Section 6 : Immunologie cellulaire

Cette partie vise à fournir des bases élémentaires sur l'immunité spécifique, bases nécessaires à la compréhension des applications technologiques de l'immunologie (anticorps polyclonaux et monoclonaux, vaccins...)

Soi et non-soi

Répertoire T et B

Sélection clonale, activation, prolifération et différenciation des lymphocytes

Cinétique de production des anticorps

Vaccins : principe de la vaccination,

vaccins classiques et vaccins émergents

Anticorps monoclonaux

Section 7 : Technologies cellulaires.

Culture de cellules animales

- Equipement spécifique à la culture de cellules animales
- Milieux et conditions de culture
- Principaux types de cultures : cultures primaire, secondaire et continue
- Entretien de lignées cellulaires : changement de milieu, repiquage et conservation
- Quantification de cellules vivantes par des méthodes directes et indirectes
- Techniques de transfection cellulaire
- Technologie des anticorps monoclonaux
- Techniques de clonage et transgénèse

Culture de cellules végétales

- Organisation générale et cycle de vie des Angiospermes : croissance et morphogénèse, reproduction sexuée et asexuée
- Equipement spécifique à la culture végétale.
- Milieux et conditions de culture.

Culture de cellules et de tissus végétaux :

micropropagation, culture de méristèmes et de cals, culture de protoplastes.

- Biotechnologies végétales.

➤

MODULE 6 : BIOINFORMATIQUE ET INFORMATIQUE DE LABORATOIRE

L'omniprésence de l'outil informatique dans les biotechnologies impose que le futur technicien supérieur possède des savoirs et savoir faire solides dans les différentes composantes de cet outil.

Section 1 : Notions de base

L'objectif essentiel de cette section est de donner au futur technicien les bases qui lui permettront d'être un utilisateur averti.

Le codage de l'information et la numérisation des données (nombres, textes, images ...)

Architecture matérielle et logicielle d'un ordinateur

Les réseaux et Internet

Fichiers et bases de données

Algorithmique

Section 2 : Recherche, traitement et présentation de l'information

Les savoir-faire de cette section seront réinvestis dans les autres modules

Interrogation d'une banque de données bibliographiques

Traitement de texte

Tableur-Graphueur

Utilisation d'un logiciel de présentation

Section 3 : Acquisition de données et gestion de procédés

Il s'agit pour les contenus de cette section de dégager quelques notions simples

Contrôle et commandes de bioréacteurs

Traitements et Analyses d'images :

- Définitions et formats de fichiers
- Logiciels de traitement (exemple)
- Analyse densitométrique d'une image
- Imagerie microscopique de fluorescence

Robotisation de pipetages, de dépôts, d'extractions ...

Section 4 : Bioinformatique utilisateur

La bioinformatique se définit comme l'analyse de l'information biologique, notamment à l'aide d'outils informatiques.

L'objectif est de former des utilisateurs avertis des principaux outils, dont on fera ressortir de manière simple le principe de fonctionnement.

L'enseignement des savoir et savoir-faire de cette section se fera en liaison étroite avec les modules 1 et 3.

On insistera sur la relativité des réponses apportées par la bioinformatique, la plupart du temps statistiques et fondées sur des modèles perfectibles et évolutifs. Lors des recherches et traitements des informations, on privilégiera la problématique biologique, en analysant la pertinence des requêtes effectuées et la validité des résultats obtenus.

Les portails, logiciels et banques de données en bioinformatique et en génomique

Comparaison d'une séquence nucléique ou protéique avec une banque de séquences

Multi-alignements de séquences nucléiques ou protéiques

Recherche de gènes et de séquences consensus

Analyse tridimensionnelle de biomolécules

MODULE 7 : QUALITÉ, SANTE ET SECURITE AU TRAVAIL

Qualité

le médicament

Les grandes étapes de la recherche et

développement (R&D)

L'autorisation de Mise sur le marché
(AMM)

Prévention des risques professionnels

les accidents du travail et les maladies professionnelles :
définitions, statistiques, tableaux des maladies
professionnelles

organisation de la prévention

- externe à l'entreprise : Inspection du travail, service
prévention des CRAM, organismes agréés.
- interne à l'entreprise : Chef d'établissement, délégués
du personnel, CHSCT, médecine du travail, service
prévention de l'entreprise.

hiérarchie des textes :

- réglementaires : directives, lois, décrets, arrêtés,
- autres : normes, circulaires, recommandations de la
Cnamts

principes généraux de prévention : loi du 31/12/1991
dangers graves et imminents : droit de retrait des
salariés

Protection de l'environnement

les principaux organismes : ADEME,
DRIRE, agences de l'eau

les principaux textes : normes ISO 14.000,
réglementations Seveso 1 et 2, sites classés.

Démarches et méthodes en prévention

analyse des accidents, incidents et

dysfonctionnement : arbre des causes

évaluation des risques d'accident et

d'atteintes à la santé : loi du 31/12/1991 et arrêté
du 5/11/2001

approche ergonomique des situations
de travail

Risques chimiques

Définition d'une substance et d'une préparation

Les familles chimiques :

Les acides et les bases minérales

Les sels ; Les composés organiques : hydrocarbures,
alcools, acides, aldéhydes, cétones, esters, amines
et amides

Réactions chimiques (neutralisation, oxydation,
polymérisation ...)

Cas de l'oxydation :

-traiter des phénomènes de combustion, des
mesures de prévention et de lutte contre le feu :
triangle du feu, hexagone de l'explosion, domaine
d'inflammabilité et d'explosivité, point d'éclair,
température, d'autoinflammation

- Emballage thermique, vitesse de réaction,
chaleur de réaction. Les 13 catégories de danger
Étiquette réglementaire

Notion de reconditionnement

Fiche de données de sécurité

Fiche de poste

Le stockage des produits chimiques

Principales mesures de prévention

**Il doit être rappelé au cours de tous les
TP l'importance à accorder à l'ordre, la
propreté et à l'hygiène au poste de
travail**

Rappel de la hiérarchisation des mesures de
prévention

Les différents Equipements de Protection
Individuelle

Cas particuliers de la manipulation des substances
génotoxiques

Matériel expérimental

Installation électrique – Appareils électriques

Verrerie ; Réfrigérant ; Pipette ; Pissette

Appareil à flamme ; Bain chaud et autres dispositifs
très chauds

Bain froid ; PMC ; Etuve ; Autoclave ; Réfrigérateur

Centrifugeuse ; Bouteilles de gaz ; Emetteur de
rayon non ionisant (ondes et rayonnement
électromagnétiques, rayonnements optiques
incohérents et cohérents)

Emetteur de rayon non ionisant (ondes et
rayonnement électromagnétiques, rayonnements
optiques incohérents et cohérents)

**Emetteur de rayonnement ionisant
(générateur de rayon X, source scellée,
source non scellée) ; Risques biologiques**

Prélèvement :

Techniques de prélèvement

Les différents matériels de sécurité servant aux
prélèvements

Manipulation des échantillons :

-Voies de transmission des agents pathogènes lors
de la manipulation des échantillons :

- coupure, piqûre

- éclaboussures

- touché

- ingestion

Les différents matériels de sécurité pour la
manipulation des échantillons:

- PSM

- dispositifs limitant l'utilisation de
verrerie

Les différents équipements de protection
individuelle disponibles pour la manipulation
des échantillons:

- gants

- appareil de protection respiratoire

- lunettes

- Manipulation des échantillons
- ouverture et fermeture des tubes
- pipetage
- élimination des échantillons

Utilisation des centrifugeuses

Mise en culture :

Techniques d'ensemencement

Examen au microscope :

Préparation des lames.

Nettoyage et entretien du matériel et du poste de travail

Gestion des déchets

Conduite à tenir en cas d'accident

Protéger, alerter, secourir (bases de SST)

MODULE 8

Mathématiques et Sciences physiques et chimiques

Mathématiques

L'enseignement des mathématiques dans les sections de techniciens supérieurs « Biotechnologies » se réfère aux dispositions de l'arrêté du 08 Juin 2001 (BOEN HS n°6 du 27 Septembre 2001) fixant les objectifs, les contenus de l'enseignement et le référentiel des capacités du domaine des mathématiques pour les brevets de technicien supérieur.

Sciences physiques et chimiques

L'enseignement de sciences physiques et chimiques sera dispensé en partie pendant le cours et en partie pendant les travaux pratiques constitués, soit de séquences de manipulations classiques, soit de séquences pendant lesquelles on panachera l'expérimentation et l'étude de notions théoriques. Les travaux dirigés seront consacrés aux applications de cet ensemble.

1.Chimie générale

1.1. Structure de la matière

1.1.1.L'atome : noyau atomique ; structure électronique, nombres quantiques , orbitales atomiques.

1.1.2. La classification périodique

1.1.3. Édifices covalents (molécules, ions), liaison covalente, orbitales moléculaires σ et π .

1.1.4. Forces de Van der Waals, liaison hydrogène inter et intramoléculaire; solvation.

1.2. Thermodynamique chimique

1.2.1.Généralités sur les systèmes : description, transformations.

Fonctions d'état ; principes de la thermodynamique.

1.2.2. Cas d'un système chimique .

Grandeurs de réaction $\Delta_r H$, $\Delta_r S$, $\Delta_r G$ et grandeurs standard de réaction $\Delta_r H^\circ$, $\Delta_r S^\circ$, $\Delta_r G^\circ$

1.2.3. Évolution d'un système chimique. Équilibre.

Déplacements de l'équilibre : lois de Van't Hoff et Le Chatelier.

1.3. Solutions

1.3.1 Électrolytes : conductivité d'une solution.

Cellules conductimétriques

1.3.2.Réactions acide-base : notion de couple acido-basique ; domaines de prédominance des espèces chimiques ; solutions tampons ; indicateurs colorés acido-basiques ; calculs de pH; dosages acido-basiques.

1.3.3. Réactions de complexation : constante de dissociation d'un complexe, influence du pH ; dosages complexométriques.

1.3.4. Réactions de précipitation : produit de solubilité ; influence du pH et de la formation d'un complexe sur la solubilité ; dosages par précipitation.

1.3.5. Réactions d'oxydoréduction couples redox ; notion expérimentale de potentiel redox, influence de la formation d'un composé peu soluble ; influence de la formation d'un complexe ; influence du pH.

Potentiométrie ; électrodes.

1.4. Cinétique chimique

1.4.1.Vitesse et ordre d'une réaction ; cinétique formelle d'ordre 0,1 et 2 ; influence de la température , énergie d'activation.

1.4.2.Mécanismes de réaction : acte élémentaire ; réaction complexe.

1.4.3.Catalyse : caractères généraux, catalyse homogène, catalyse hétérogène.

2. Chimie organique

Les mécanismes réactionnels exigibles sont précisés.

2.1. Formules brutes et développées ; nomenclature systématique.

2.2.Structure stérique des molécules : représentations de Newmann, Cram et Fischer ; conformation ; configuration : isomérie autour d'une double liaison , énantiométrie
Nomenclature cis-trans, Z-E, nomenclature R-S et D-L;

Diastéréoisométrie

2.3.Effets inductifs et mésomères ; intermédiaires réactionnels.

2.4.Les alcanes : substitution radicalaire , mécanisme de la monochloration.

2.5. Les alcènes : additions électrophiles ; oxydations ; hydrogénation catalytique :la catalyse hétérogène

2.6. Les hydrocarbures aromatiques : substitutions électrophiles ; règles de Hollemann.

2.7. Dérivés monohalogénés : mécanisme des substitutions nucléophiles SN_1 et SN_2 ; Élimination.

2.8. Les alcools : Propriétés acido-basiques et nucléophiles. Déshydratation. Oxydations.

2.9. Les thiols : oxydation.

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

2.1.1. Les dérivés carbonylés : addition nucléophile ; oxydation des aldéhydes.

2.12. Les acides carboxyliques : acidité ; passage aux fonctions dérivées, propriétés des fonctions dérivées : hydrolyse et réduction

3. Physique

3.1. Rayonnements électromagnétiques

3.1.1. Structure d'une onde

électromagnétique plane. Description des phénomènes de propagation, réflexion, réfraction, diffraction.

3.1.2. Polarisation rectiligne : lois de Malus et de Biot. Polarimétrie

3.1.3. Optique géométrique : lentilles minces, formules de conjugaison . Loupe, microscope.

3.1.4. Dispersion de la lumière par un prisme et un réseau.

3.2. Spectrométrie:

3.2.1. Sources : spectres continus , discontinus ; la lumière du laser. Flux et éclairement énergétiques, intensité énergétique des sources ponctuelles.

3.2.2. Récepteurs photosensibles

3.2.3. Absorption des rayonnements : loi de Beer-Lambert. Absorptiométrie

3.2.4. Spectrométrie d'absorption UV, visible, IR

3.2.5. Fluorescence atomique et moléculaire : spectrofluorimétrie

3.2.6. Résonance magnétique nucléaire :

- principe ;

- étude de spectres simples.

3.3. Spectrographie de masse :

- principe

- étude de spectres simples

3.4. Radioactivité

3.4.1. Différents types de radioactivité ; α , β^+ , β^- , capture électronique, γ .

3.4.2. Activité d'une source. Loi de décroissance radioactive.

3.4.3. Énergie libérée.

3.4.4. Mesure de la radioactivité d'un échantillon. Traceurs.

3.5. Fluides

3.5.1. Pression d'un fluide : définition

3.5.2. Tension superficielle : mise en évidence, conséquences.

Loi de Jurin.

3.5.3. Notion de viscosité :

- mesure du coefficient de viscosité d'un fluide
- formule de Stokes
- loi de Poiseuille

3.5.4. Phénomènes de transport :

- diffusion : loi de Fick,
- sédimentation : étude de la décantation
- centrifugation, ultracentrifugation

4. Travaux pratiques

Un objectif important du programme est l'étude des appareils utilisés : principe de fonctionnement, mode et

précautions d'emploi. A l'occasion de cette étude, tant lors des séquences de manipulations que des autres séquences, on se préoccupera des qualités des appareils : fiabilité, précision et du traitement des mesures.

Tous les problèmes relatifs à la sécurité seront pris en compte : connaissance des produits, stockage, toxicité, élimination des déchets

Les manipulations seront assistées par ordinateur dans toute la mesure du possible. La mise en oeuvre de plans d'expériences pourra être abordée en liaison avec les autres activités technologiques.

Les thèmes des manipulations mises en oeuvre devront être choisis dans la liste suivante :

4.1. Conformation et configuration

4.2. Détermination d'une enthalpie de réaction

4.3. pH-métrie

- Dosage de composés polyfonctionnels et de mélanges
- Pouvoir tampon, point isoélectrique

4.4. Potentiométrie

- Dosages redox, détermination de constantes d'équilibre
- Utilisation des électrodes spécifiques aux ions métalliques, anions.

4.5. Conductimétrie

- Dosages

- Détermination d'une constante d'équilibre

- Cinétique

4.6. Optique

- Polarisation de la lumière

- Réflexion, réfraction, fibre optique, focométrie

- Principe de l'oeil, loupe, principe du microscope

- Spectroscopes

- Spectrométrie d'absorption UV, visible, infrarouge

4.7. Fluides

- Pression

- Débit

- Viscosité

- Tension superficielle

Séances de mise à niveau

pour les élèves non issus de la section STL BGB

Ces séances (durée 18h qui peuvent être réparties en 6 fois 3h) seront organisées sous forme de

« TP-cours » autour des thèmes suivants :

Acides et bases :

Mélanges tampons

Ampholytes

Polyacides

Oxydoréduction :

Introduction de la formule de Nernst

Potentiométrie

Composés peu solubles :

Notion de K_s

Dosages utilisant un indicateur de fin de réaction et potentiométriques

Complexes :

Notion de K_D

Dosages complexométriques

Polarisation de la lumière :

Utilisations du polarimètre

Réfraction de la lumière :

Utilisations du réfractomètre

Module 9 : Anglais

1. Objectifs

Etudier une langue vivante étrangère contribue à la formation intellectuelle et à l'enrichissement culturel de l'individu. Pour l'étudiant de section de technicien supérieur, cette étude est une composante de la formation professionnelle et la maîtrise de la langue anglaise est une compétence indispensable à l'exercice de la profession.

Sans négliger aucun des quatre savoir-faire linguistiques fondamentaux (comprendre, parler, lire et écrire la langue vivante étrangère), on s'attachera à satisfaire les besoins spécifiques à l'activité professionnelle courante et à l'utilisation de la langue anglaise dans l'exercice du métier.

2. Compétences fondamentales

Elles seront développées dans les domaines suivants :

- exploitation de la documentation en langue anglaise afférente aux domaines techniques et commerciaux (notices techniques, documentation professionnelle, articles de presse, courrier, fichier informatisé ou non, etc.) ;
- utilisation efficace des dictionnaires et ouvrages de référence appropriés ;
- compréhension orale d'informations ou d'instructions à caractère professionnel et maîtrise de la langue orale de communication au niveau de l'échange de type professionnel ou non, y compris au téléphone ;
- expression écrite, prise de notes, rédaction de comptes rendus, de lettres, de messages, de brefs rapports.

Une liaison étroite avec les professeurs d'enseignement technologique et professionnel est recommandée au profit mutuel de la langue et de la technologie enseignées, dans l'intérêt des étudiants.

3. Contenus

3.1. Grammaire

La maîtrise opératoire des éléments morphologiques et syntaxiques figurant au programme des classes de première et terminale constitue un objectif raisonnable. Il conviendra d'en assurer la consolidation et l'approfondissement.

3.2. Lexique

On considérera comme acquis le vocabulaire élémentaire de la langue de communication et le programme de second cycle des lycées.

C'est à partir de cette base nécessaire que l'on devra renforcer, étendre et diversifier les connaissances en fonction des besoins spécifiques de la profession.

3.3. Eléments culturels des pays utilisateurs d'une langue vivante étrangère

La langue vivante étrangère s'entend ici au sens de la langue utilisée par les techniciens et doit être pratiquée dans sa diversité : écriture des dates, unités monétaires, abréviations, heures, etc. En anglais, on veillera à familiariser les étudiants aux formes britanniques, américaines, canadiennes, australiennes.... représentatives de la langue anglaise.

Une attention particulière sera portée à ces problèmes, tant à l'écrit qu'à l'oral.

Module 10 : Expression française

L'enseignement du français dans les sections de techniciens supérieurs « Biotechnologies » se réfère aux dispositions de l'arrêté du 30 Mars 1989 (BOEN n°21 du 25 Mai 1989) fixant les objectifs, les contenus de l'enseignement et le référentiel de capacités du domaine de l'expression française pour le brevet de technicien supérieur.