

## FRANCAIS

L'enseignement du français dans les sections de techniciens supérieurs 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.

## **1. OBJECTIFS**

Etudier une langue vivante étrangère contribue à la formation intellectuelle et à l'enrichissement culturel de l'individu.

Pour l'étudiant de brevet de technicien supérieur, cette étude est une composante de la formation professionnelle et la maîtrise d'une langue vivante étrangère 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) l'on s'attachera à satisfaire les besoins spécifiques à l'activité professionnelle courante et à l'utilisation de la langue vivante étrangère dans l'exercice du métier.

## **2. COMPETENCES FONDAMENTALES**

Elles seront développées dans les domaines suivants :

- exploitation de la documentation, en langue vivante étrangère, afférente aux domaines techniques et commerciaux (notices techniques, documentation professionnelle, articles de presse, courrier, fichier informatisé ou non...);
- utilisation efficace des dictionnaires et ouvrages de référence appropriés ;
- compréhension orale d'informations ou 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, heure... En anglais, on veillera à familiariser les étudiants aux formes britanniques, américaines, canadiennes, australiennes... représentatives de la langue anglophone.

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

# B.T.S. QUALITE DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET LES BIO-INDUSTRIES

## PROGRAMME DE MATHEMATIQUES

L'enseignement des mathématiques dans les sections de techniciens supérieurs Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries se réfère aux dispositions de l'arrêté du 30 mars 1989 fixant les objectifs, les contenus de l'enseignement et le référentiel des capacités du domaine des mathématiques pour les brevets de technicien supérieur.

Les dispositions de cet arrêté sont précisées pour ce brevet de technicien supérieur de la façon suivante :

### I - LIGNES DIRECTRICES

#### 1) OBJECTIFS SPECIFIQUES A LA SECTION

L'étude de phénomènes continus issus des sciences physiques et de la technologie constitue un des objectifs essentiels de la formation des techniciens supérieurs en Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries. Ils sont décrits mathématiquement par des fonctions obtenues, le plus souvent, comme solutions d'équations différentielles.

La connaissance de quelques méthodes statistiques pour contrôler la qualité d'une fabrication et sa conformité au modèle initial prévu et pour étudier la fiabilité des moyens de contrôle est essentielle dans ce brevet de technicien supérieur.

#### 2) ORGANISATION DES CONTENUS

C'est en fonction de ces objectifs que l'enseignement des mathématiques est conçu : il peut s'organiser autour de quatre pôles :

- une étude des fonctions usuelles, c'est-à-dire exponentielles, puissances et logarithmiques dont la maîtrise est nécessaire à ce niveau ;
- la résolution d'équations différentielles dont on a voulu marquer l'importance, en relation avec les problèmes d'évolution et de commande ;
- une initiation au calcul des probabilités suivie de notions de statistique inférentielle débouchant sur la construction des tests statistiques les plus simples utilisés en contrôle de qualité ;
- une valorisation des aspects numériques et graphiques pour l'ensemble du programme, une initiation à quelques méthodes élémentaires de l'analyse numérique et l'utilisation à cet effet des ressources des calculatrices de poche et des moyens informatiques.

#### 3) ORGANISATION DES ETUDES

L'horaire est de 1 heure + 1 heure en première année et de 1 heure + 1 heure en seconde année.

## II - PROGRAMME.

Le programme de mathématiques est constitué des modules suivants :

Nombres complexes 1.

Fonctions d'une variable réelle 1, à l'exception des fonctions circulaires réciproques et des fonctions hyperboliques.

Calcul différentiel et intégral 1, où est ajoutée l'intégration par parties et où le TP 3 est remplacé par :

Exemples de calculs d'aires et de volumes.

Equations différentielles 1, à l'exception du TP 3, le second alinéa étant remplacé par :

Résolution des équations linéaires du second ordre à coefficients réels constants dont le second membre est une fonction exponentielle  $e^{-at}$ , où  $a > 0$ , un polynôme, ou une fonction  $\cos(\omega t + \varphi)$ .

Fonctions de deux ou trois variables, à l'exception des paragraphes b) et c).

Statistique descriptive.

Calcul des probabilités 2.

Statistique inférentielle 2.

### LES CAPACITES ET COMPETENCES

La grille d'évaluation des capacités et compétences figurant en annexe II de l'arrêté est précisée pour ce B.T.S. de la façon suivante :

# GRILLE D'EVALUATION MATHÉMATIQUES

## BTS QUALITE DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET LES BIO-INDUSTRIES

(à titre indicatif)

NOM :  
 ÉTABLISSEMENT :  
 19 - 19

TYPE D'ACTIVITÉ - DATE			

B  
I  
L  
A  
N

### EVALUATION GÉNÉRALE DES CAPACITÉS ET COMPÉTENCES

POSSÉDER LES CONNAISSANCES FIGURANT AU PROGRAMME						
UTILISER DES SOURCES D'INFORMATION						
TROUVER UNE STRATÉGIE ADAPTÉE A UN PROBLÈME						
METTRE EN ŒUVRE UNE STRATÉGIE	METTRE EN ŒUVRE DES SAVOIR-FAIRE MATHÉMATIQUES					
	ARGUMENTER					
	ANALYSER LA PERTINENCE D'UN RÉSULTAT					
COMMUNIQUER	PAR ÉCRIT					
	PAR ORAL					

### EVALUATION PAR MODULE DES CAPACITÉS ET COMPÉTENCES

MODULE	T.P.n°					
NOMBRES COMPLEXES	2					
CALCUL DIFFÉRENTIEL ET INTÉGRAL	1					
	2					
	3					
	4					
ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES	1					
	2					
STATISTIQUE DESCRIPTIVE	1					
	2					
CALCUL DES PROBABILITÉS	1					
	2					
STATISTIQUE INFÉRENTIELLE	1					
	2					
	3					

# ECONOMIE ET GESTION D'ENTREPRISES

Le technicien supérieur doit être capable:

- de s'informer sur le tissu industriel national et/ou international dans lequel pourra se situer son activité et d'en dégager les caractéristiques,
- dans une situation professionnelle donnée, de caractériser une entreprise sur divers plans (forme juridique, taille, structure...) et de la situer dans son environnement (marchés amont et aval),
- de situer son champ d'intervention dans le Système Entreprise (se situer dans l'organigramme, identifier les liaisons formelles et informelles entre les services de production et les autres services de l'entreprise, etc...)
- face à un problème donné de dialoguer avec les spécialistes des autres fonctions d'entreprise (notamment dans le cadre de ses responsabilités en matière de qualité)
- dans toutes les opérations auxquelles il participe, de prendre en compte les dimensions économiques et juridiques, c'est à dire:
  - \* identifier les données commerciales, financières, législatives et réglementaires, sociales...
  - \* appréhender les conséquences (économiques, juridiques, sociales...) de choix techniques,
- de se situer dans le cadre juridique applicable à la condition de salarié (droit social)

PROGRAMME	COMMENTAIRES
<p>1. L'entreprise</p> <p>1.1. Définition et mode d'analyse</p> <p>- Typologies</p> <p>- Insertion dans le tissu économique (branche, secteur, filière)</p>	<p>- Présenter la situation de l'agriculture et celle des industries agro-alimentaires dans l'économie nationale, dans l'économie européenne et dans l'économie mondiale</p> <p>- Situer l'importance des bio-industries dans l'économie nationale et dans l'économie mondiale</p> <p>- Mettre en évidence les principales caractéristiques du secteur des industries agro-alimentaires françaises: approche sectorielle, tissu dominant de PME, coexistence d'un secteur privé et d'un secteur coopératif, place de la recherche-développement...</p> <p>-- Dégager les principales évolutions du secteur: restructuration, automatisation, mise en oeuvre de nouveaux procédés (biotechnologies...)</p>

<p>1.2. Les problèmes fondamentaux de la création et du fonctionnement:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Préciser l'importance économique de chacune des principales filières des industries agro-alimentaires: lait et dérivés, viandes et produits carnés, produits de la mer, céréales, boissons, fruits et légumes, conserves, plats cuisinés...</li> <li>- Faire une étude de la structure et de l'économie de ces filières sous ses différents aspects: production, transformation, distribution, consommation; en préciser les disparités régionales</li> </ul>
<p>* positionnement de l'entreprise sur les marchés et choix du produit</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Préciser les filières et les produits communs aux industries agro-alimentaires et aux bio-industries (cf enseignement de Sciences des aliments)</li> </ul>
<p>* détermination des ressources nécessaires à la création et au fonctionnement</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Etudier la répartition du marché des industries agro-alimentaires (marché intérieur et commerce extérieur).</li> <li>- Donner l'évolution de la balance commerciale des industries agro-alimentaires et les principaux soldes positifs et négatifs</li> </ul>
<p>* la mise en place d'une organisation et la prise en compte des interdépendances des différentes fonctions</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se référer au 3.3: choix et financement de l'investissement</li> <li>- Indiquer les principales mesures pour développer l'agriculture: subventions, primes, crédits, bonification d'intérêts pour faciliter l'installation des jeunes agriculteurs étude et amélioration des sols, financements en hydraulique agricole...</li> <li>- Décrire les principaux moyens mis en place pour développer les industries agro-alimentaires: développement des industries de seconde et troisième transformations, investissements immatériels et de production, aides à la création d'entreprises, programmes de recherches.</li> </ul>
<p>* les relations avec l'environnement: rapports avec les administrations et les organismes professionnels</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traiter ce chapitre en liaison avec l'enseignement de la qualité (paragraphe 3- 5.3 - 5.4)</li> </ul>
<p>1.3. L'entreprise en tant que système: le sous-système production, ses relations avec les autres sous-systèmes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyser le rôle, les pouvoirs, les moyens des collectivités locales et des autres instances concernées. Connaître le fonctionnement des collectivités locales et autres organes de l'Etat (administrations fiscales), les circuits et processus de décision. Connaître la réglementation sur la protection de l'environnement</li> </ul>
<p><b><u>2. Stratégie d'entreprise et politique de production</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en évidence la notion d'interdépendance des systèmes à partir d'exemples choisis dans les organismes avec lesquels les étudiants ont des relations à l'occasion de stages, de visites de conférences</li> </ul>
<p>2.1. La structure des décisions dans l'entreprise, la fixation des objectifs</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les principes généraux relatifs à la stratégie d'entreprises (définition, formes) et à la politique de production pour être en mesure de participer à la définition et à la mise en place de la politique qualité</li> </ul>
<p>2.2. Le processus d'élaboration de la politique de production</p>	

## 2.3. Prévision et planification industrielles

### 3. Système d'information de la production

#### 3.1. Les coûts: composantes, analyse, prévision

- \* charges directes et indirectes,
- \* charges fixes et charges variables,
- \* marges sur coût variable,
- \* introduction à l'analyse des écarts,

#### 3.2. Budget de production:

- \* notion de gestion budgétaire
- \* valorisation du programme de production, prise en compte des contraintes

#### 3.3. Notions relatives au choix et au financement de l'investissement

#### 3.4. La synthèse des informations au niveau de l'entreprise: notion de bilan et de compte résultat

## 4. Les hommes et la production

### 4.1. Les relations sociales

### 4.2. La politique du personnel

## 5. Le cadre juridique

### 5.1. Notions de droit civil, commercial et fiscal:

- \* notion de contrat
- \* notion de responsabilité
- \* protection de la propriété industrielle
- \* formes juridiques d'entreprise
- \* principe de la TVA et de l'imposition des bénéfices

- Voir 6.5: méthodes et outils de la planification

- Connaître le principe de l'analyse des coûts
- Analyser les éléments du coût d'un bioproduit: coûts directs, coûts indirects
- Etudier la variabilité des coûts: contexte régional, contexte européen ou mondial, circonstances climatiques...
- Classer les dépenses en fonction de leur nature: d'investissement, de renouvellement, de fonctionnement

- Savoir lire et interpréter le budget d'une bio-industrie
- Participer à l'élaboration des prévisions budgétaires et au contrôle de la gestion d'une P.M.E

- Connaître les moyens de financement de la branche: subventions, taxes spécifiques, emprunts, autofinancement. Analyser des exemples suivant les organismes concernés

- Savoir lire et interpréter le bilan et le compte résultat d'une bio-industrie

- Acquérir les connaissances et les savoir-être nécessaires à l'encadrement d'une équipe et à l'exercice d'une mission de conseil et d'animation

- Analyser la responsabilité contractuelle: les personnes physiques et les personnes morales responsables; l'étendue de la responsabilité

- Connaître les caractéristiques essentielles de l'entreprise individuelle et de l'entreprise sociétaire



## 5.2. Droit social:

- \* organisation des relations collectives (syndicats, conventions collectives),
- \* organisation des relations individuelles (le contrat de travail),
- \* la réglementation du travail et le contrôle de son application (salaire, durée du travail, congés, conditions de travail, CHSCT; l'inspection du travail),
- \* la représentation du personnel
- \* les conflits du travail, les conseils de prud'hommes, les conflits collectifs
- \* les problèmes relatifs à l'emploi et à la formation
- \* la protection sociale

## 6. Traitement de l'information dans le cadre des activités productives

6.1. Notions relatives aux outils d'aide à la décision

6.2. Opérations sur fichiers (manuels ou informatiques)

6.3. Saisie, diffusion, stockage d'informations en utilisant des supports divers et en recourant à des logiciels

6.4. Logiciels de traitement de texte, gestionnaire de base de données, tableurs

6.5. Méthodes et outils de la planification

6.6. La communication professionnelle

- Connaître les principes de la réglementation et les sources d'information pour:
- \* être capable de faire valoir ses droits comme salarié et respecter ses obligations,
- \* encadrer ou animer une équipe et organiser des travaux dans le respect de la réglementation en vigueur

- Savoir utiliser des logiciels graphiques d'aide à la décision

- Se reporter au programme spécifique d'informatique et utiliser les logiciels pour le traitement des informations de gestion

- Utiliser les plannings, des diagrammes de circulation de documents, des PERT...

- Savoir utiliser, dans des conditions optimales, les moyens de la communication orale et écrite et donner une bonne image de marque de l'entreprise:

- \* avec les techniciens: fournisseurs, personnel de production techniciens de laboratoire (rédaction de fiches techniques, de rapports, de synthèses, de diagnostics...)
- \* avec les clients (accueillir, écouter)

L'entraînement à la communication professionnelle ne concerne pas que la discipline "Economie et gestion". Il se fera tout au long de la formation et dans toutes les disciplines. Il s'agit d'apprendre à:

- \* identifier et analyser les besoins
- \* élaborer
- \* choisir le moyen de communication optimal
- \* contrôler la compréhension du message

PHYSIQUE

PROGRAMME	INSTRUCTIONS ET COMMENTAIRES
<p>I - <u>Ondes électromagnétiques</u></p> <p>1. Généralités sur les ondes électromagnétiques</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Définition de l'onde électromagnétique, réflexion, réfraction, dispersion, diffraction, interférences.</li> <li>. Applications : microscope, réseau.</li> <li>. Polarisation rectiligne ; Polarisation rotatoire : polarimétrie.</li> </ul> <p>2. Spectrométrie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Absorption, émission de rayonnements</li> <li>. Sources : spectres continus ; spectres discontinus ; le laser</li> <li>Absorption et émission atomique</li> <li>Spectrométrie : UV, visible, IR.</li> <li>. Fluorescence atomique et moléculaire : spectrofluorimétrie.</li> <li>. Eléments de photométrie loi de Beer Lambert.</li> </ul> <p>3. Résonance magnétique nucléaire</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Principe - Notions</li> <li>. Etude de spectres simples.</li> </ul> <p>II - <u>Radioactivité</u></p> <p>1. Différents types de radioactivité ; radioéléments.</p> <p>2. Mesure de la radioactivité d'un échantillon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. traceurs</li> <li>. protection.</li> </ul>	<p>Autant que faire se peut, il sera fait appel à l'outil informatique.</p> <p>. Les rappels sur les lentilles seront limités au strict minimum nécessaire à l'étude du microscope.</p> <p>. Microscopie : on parlera du pouvoir de résolution et on indiquera de quels facteurs il dépend (intérêt du microscope électronique) ; on envisagera les microscopes en lumière UV, à contraste de phase, à fond noir.</p> <p>. Le principe des polarisateurs est exclu.</p> <p>. on traitera les lois de Malus et de Biot.</p> <p>. L'étude des spectres IR sera faite en liaison avec la chimie organique.</p> <p>- Il s'agit essentiellement de rappels</p> <p>- On parlera à cette occasion de l'action des radioéléments sur les molécules organiques et le monde vivant</p> <p>- Les lois de l'émission seront présentées qualitativement</p>

### III - Mécanique des fluides

1. Statique des fluides : généralités.
  - . pression définition mesure
  - . tension superficielle, définition, mesure.

Dynamique des fluides : généralités.

- . Loi de Bernouilli
- . Viscosité : définition, mesure.
- . Phénomènes de transport :
  - diffusion
  - sédimentation
  - centrifugation
  - ultracentrifugation

2. Circulation des fluides
  - . Incompressibles

pompes : puissance de pompage, courbes caractéristiques, courbes de réseau, point de fonctionnement, conditions d'aspiration : charge nette à l'aspiration, phénomène de cavitation.

turbopompes, pompes volumétriques, critère de choix d'une pompe.

- . Compressibles

3. Production du vide.
  - Lyophilisation

4. Transport et fragmentation des solides
  - granulométrie - fragmentation
  - transport mécanique
  - transport à l'aide d'un gaz ou d'un liquide

5. Fluidisation
  - définition
  - applications (réactions, transport, séchage)

### IV - Electricité - électronique.

#### 1) Electrostatique

a) notion sur les phénomènes d'électrisation

b) champ électrique, différence de potentiel

c) loi de Coulomb

Perte de charge - mesure des débits

compresseurs, ventilateurs,

vide primaire, vide secondaire  
circuit de vide, mesure de vide

La présentation sera expérimentale.

On traitera la loi de Coulomb en relation avec le chapitre eau - solvant (influence de la constante diélectrique relative sur les propriétés)

<p>2) Régimes variables</p> <p>a) - régimes transitoires :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- charge et décharge d'un condensateur à travers un élément résistif non inductif</li> <li>- établissement et suppression d'un courant dans une bobine</li> </ul> <p>b) - régimes sinusoïdaux : dipôles linéaires, impédance, résonance, puissance, facteur de puissance.</p> <p>c) - Les capteurs : fonctions des principaux capteurs utilisés dans la profession (optoélectrique, piézoélectrique, jauges trique, jauges extensiométriques, capteurs de température, de pression).</p>	<p>Les candidats devront savoir établir et utiliser les équations différentielles</p> <p>(Pour chaque type l'équation de la solution générale sera fournie)</p> <p>On se limitera aux circuits série ou parallèles simples (la méthode de résolution sera celle de Fresnel ou des complexes).</p> <p>Un capteur pour faire l'objet d'un problème mais aucun type de capteur ne doit être mémorisé</p>
<p>3) Electronique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- redressement non commandé et commandé <ul style="list-style-type: none"> <li>- diode de redressement,</li> <li>- redressement monoalternance et bialternance,</li> </ul> </li> <li>- pont de Graëtz,</li> <li>- thyristor,</li> <li>- principe du redressement commandé,</li> <li>- pont mixte avec thyristors</li> </ul> <p>- les fonctions assurées par l'A.O. en régime linéaire et non linéaire dérivation, intégration, commutation,</p> <p>* La thermodynamique est entièrement présentée dans le programme de chimie.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les caractéristiques des diodes et thyristors devront être connues ainsi que l'utilisation des ponts sur charge résistive ou inductive</li> <li>- (la réalisation de la commande n'est pas à connaître).</li> </ul> <p>On définira les fonctions amplification, sommation utilisation en comparateur.</p> <p>Il s'agit de rappels</p>



- Variation de la fonction enthalpie libre au cours d'une réaction chimique.

- Les équilibres chimiques : constante d'équilibre déplacement d'équilibre

Application aux équilibres chimiques on donnera la relation

$$G_T = -RT \ln K.$$

L'utilisation quantitative de l'expression

$d(\ln K)/dT = H/RT^2$  n'est pas au programme.

Application aux réactions couplées en biochimie

## II - Les solutions aqueuses

1 - L'eau solvant polaire, protique

- moment dipolaire
- permittivité relative,

- liaison hydrogène.

- autoprotolyse de l'eau, produit ionique, conductivité

- électrolyte fort, électrolyte faible

- propriétés dissolvantes de l'eau

- "Solutions" colloïdales :  
· définition,  
· propriétés optiques.

2 Réactions acide - base

- définition des acides et des bases, notion de couple acide-base

- définition de la constante d'acidité

- calcul du pH de solutions aqueuses,

- dosages pH métriques

Toutes les études devront être en relation étroite d'une part avec les domaines professionnels,

d'autre part avec l'enseignement thermodynamique

On insistera sur les relations entre structure et propriétés

On traitera le cas de cristaux ioniques, des édifices moléculaires, des gaz

Pour les mesures de turbidité, on se limitera à des notions sur le principe de la néphélométrie

On se limitera à la définition selon Brønsted

On traitera les solutions d'acide fort, de base forte, d'acide faible, de base faible, de polyacides, d'acides aminés et de résines. On insistera sur les effets de dilution.

On insistera sur les bonnes conditions d'utilisation de l'électrode de verre et de l'électrode de référence associée.

### 3 Réactions de complexation.

- constante de dissociation d'un complexe  $pK_b$
- influence du pH sur la formation d'un complexe.
- dosages complexométriques.

### 4 Réaction de précipitation

- solubilité et produit de solubilité.
- influence du pH et de la formation d'un complexe sur la solubilité.
- effet d'ion commun
- dosages

### 5 Réactions d'oxydo - réduction

- couples redox - potentiel standard - formule de Nernst.
- électrodes spécifiques : principe, exemples.
- diagrammes potentiel - pH.

- courbes  $i = f(E)$ , prévisions des réactions aux électrodes, loi de Faraday,

-corrosion du fer

La démonstration de la formule de Nernst ne sera pas envisagée.

On considérera en particulier le diagramme de l'élément chlore. On insistera sur la lecture et l'interprétation des diagrammes potentiel - pH.

On se limitera à l'exploitation des courbes en vue de la compréhension des phénomènes d'électrolyse et de leurs implications dans le domaine industriel.

On utilisera le diagramme potentiel - pH du fer. On s'intéressera à la corrosion du fer en milieu désaéré et en milieu oxygéné. On abordera aussi les autres paramètres de la corrosion (température, micro-organismes, minéralisation hétérogénéité). On insistera sur les moyens de protection anticorrosion. On abordera la corrosion des aciers inoxydables.

## 6 Cinétique

- définition de la vitesse d'une réaction
- exemples de réaction d'ordre 0, 1, 2 -
- influence de la température  
notion d'énergie d'activation
- catalyseur et cas particulier des amorces dans les réactions en chaîne
- Mécanisme réactionnel :  
acte élémentaire, réaction complexe :

## III CHIMIE ORGANIQUE

- 1 Structure stérique des molécules ;  
formules brutes et développées ;  
représentation de Newman et de Fischer ; analyse conformationnelle ;  
stéréoisomérisation : isomérisation (Z - E),  
énantiomérisation, diastéréoisomérisation, nomenclature D.L. et R, S ;  
nomenclature systématique.
- 2 Effets inductifs et mésomères ;  
intermédiaires réactionnels.
- 3 Les alcanes : substitution  
radicalaire
- 4 Les alcènes : addition électrophile ;  
oxydation ; hydrogénation  
catalytique d'hydrogène et  
de l'eau

On se limitera à une présentation très simple permettant la compréhension des phénomènes.

Aucun calcul ne sera exigé.

Etude qualitative

On abordera les contrôles cinétique et thermodynamique des réactions. Les réactions SN1 et SN2 seront traitées soit en chimie générale soit en chimie organique.

Remarque : dans tous les cas autant que faire se peut, les exemples seront pris dans le contenu des disciplines technologiques.

La liaison avec la biochimie sera faite chaque fois que l'occasion se présentera.

L'analyse conformationnelle sera étudiée en travaux pratiques. Les cycles saturés seront présentés à cette occasion. La séparation des énantiomères est hors programme

On étudiera la chloration et la peroxydation des alcanes.

On se limitera à l'addition des halogénures



<p>5 Les hydrocarbures aromatiques : substitution électrophile ; règles de Hollemann</p>	<p>On limitera l'étude des substitutions à l'alkylation, l'acylation, la nitration.</p>
<p>6 Dérivés monohalogénés : substitution nucléophile SN1 - SN2 ; élimination</p>	<p>Pour les mécanismes E1 et E2, on se limitera à signaler leur existence.</p>
<p>7 Les alcools : acidité, basicité, nucléophilie, oxydation.</p>	<p>Les organomagnésiens seront présentés à l'occasion de l'étude des autres fonctions de la chimie organique</p>
<p>8 Les thiols : oxydation.</p>	<p>On étudiera la déshydratation des alcools et de la formation d'esters organiques et inorganiques. L'oxydation sera étudiée en particulier sous l'aspect électronique des couples al/ol et one/ol.</p>
<p>9 Les amines : basicité ; nucléophilie ; action de l'acide nitreux.</p>	<p>On limitera l'étude de l'oxydation des thiols conduisant à la formation des disulfures.</p>
<p>10 Les composés carbonylés : addition nucléophile ; mobilité de l'hydrogène en ; oxydation.</p>	<p>On limitera l'étude à l'addition nucléophile sur les aldéhydes et cétones.</p>
<p>11 Les acides carboxyliques : acidité ; passage aux fonctions dérivées, propriétés des fonctions dérivées ; décarboxylation.</p>	<p>Formation d'hydrates, d'émicétal d'acétal, aldolisation, cétolisation réaction avec des composés du type Z-NH<sub>2</sub>.</p>
	<p>On traitera la formation de la liaison peptidique. Pour les fonctions dérivées on étudiera l'hydrolyse et la réduction.</p>

<u>PROGRAMME</u>	<u>COMMENTAIRES</u>
<p><u>TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE</u></p> <p>Un des objectifs des travaux pratiques ou cours-travaux pratiques est l'étude des appareils utilisés dans la profession, à savoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- principe des divers composants :</li> <li>- mode et précautions d'emploi</li> </ul> <p>1 - Mesures</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Résistance : cas d'un fil métallique, thermistance,</li> <li>- Différence de potentiel : couple thermo-électrique thermo-électrique <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pression,</li> <li>- Débit,</li> <li>- Viscosité,</li> <li>- Tension superficielle.</li> </ul> </li> </ul> <p>2 - Optique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spectroscopie à prisme</li> <li>- Spectroscopie à réseau</li> <li>- Spectromètre d'absorption visible, UV, IR.</li> </ul> <p>3 - Radioactivité</p> <p>4 - Electricité-électronique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Détection de pannes simples,</li> <li>- Transducteurs optoélectriques</li> <li>- Oscilloscope électronique : utilisation.</li> <li>- Amplificateur opérationnel.</li> </ul>	<p>A cette occasion, on se préoccupe :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. des qualités de l'appareil : précision, fiabilité,</li> <li>. du traitement des mesures : acquisition des données, expression des résultats, l'incertitude étant représentée par l'écart-type</li> </ul> <p>Utilisation en thermométrie</p> <p>Cours-travaux pratiques</p>

## TRAVAUX PRATIQUES DE CHIMIE

- 1 - Conformation, configuration.
- 2 - Détermination d'une enthalpie de réaction.
- 3 - Détermination d'une enthalpie de changement d'état.
- 4 - Détermination d'une constante d'équilibre.

### 5 - PHmétrie

- Dosage de composés polyfonctionnels et de mélanges.
- Pouvoir tampon.
- Point isoélectrique

### 6 - Potentiométrie

- électrodes spécifiques

### 7 - Polarographie et ampérométrie

### 8 - Conductométrie

### 9 - Etude de cinétiques réactionnelles

- ordre, constante de vitesse

### 10 - Synthèse organique

- exemples simples de synthèses en relation avec le programme et les types de composés rencontrés en biochimie.

### 11 - Analyse fonctionnelle organique

- Utilisation et interprétation des spectres infrarouges

Exemples suggérés :

- Dissociation d'un complexe.
- Dissociation d'un composé peu soluble.

On peut faire appel aux méthodes les plus variées pour déterminer les concentrations.

Les exemples sont choisis en relation avec les domaines de la biochimie et de la biologie, notamment les carbonates, les phosphates, les acides aminés ...

Utilisation des électrodes spécifiques ions métalliques, anions, glucose.  
A cette occasion on utilise entre autres la détermination de concentrations par la méthode des ajouts dosés.

Application :

- dosages,
- étude de la cinétique d'une réaction

Exemples : synthèse d'un dipeptide, de médicaments

Tous les problèmes relatifs à la sécurité sont pris en compte :

- . connaissance des produits
- . stockage
- . toxicité
- . Elimination des effluents.

# GENIE INDUSTRIEL

Première année: 3 heures de cours et 2 heures de travaux d'atelier  
 Deuxième année: 3 heures de cours et 4 heures de travaux d'atelier

Le cours de génie industriel doit permettre d'acquérir la maîtrise des outils nécessaires à une intervention "qualité" dans les domaines liés à la production: fabrication, emballage, hygiène des locaux et des installations, rejets.

Les objectifs principaux en sont:

- la connaissance des procédés et des paramètres mis en jeu
- la connaissance des différentes techniques et technologies et de leurs applications
- la connaissance de l'influence de ces techniques et technologies sur le produit fabriqué (aspects physico-chimiques, hygiéniques, nutritionnels, organoleptiques); cette étude doit donc se conduire, en ce qui concerne les produits alimentaires, en liaison constante avec l'enseignement de "Sciences des aliments".

Les travaux d'atelier du génie industriel doivent illustrer l'enseignement théorique. Ils seront conduits dans le cadre d'études pluridisciplinaires en liaison avec les enseignements de "Sciences des aliments", "Techniques d'analyse et de contrôle" et "Qualité".

Il sera toujours fait référence aux produits alimentaires, pharmaceutiques et cosmétologiques en diversifiant suffisamment les exemples. On insistera à chaque fois sur les aspects relatifs à la sécurité.

L'étude des procédés mettra en évidence l'influence des paramètres de fabrication sur les qualités physico-chimiques, microbiologiques et organoleptiques du produit fini.

Des visites de sites industriels permettront aux étudiants de se familiariser avec les conditions de production propres aux bio-industries et aux nouvelles technologies.

Les travaux d'atelier offriront un support pour aborder la mise en oeuvre d'une validation et d'une qualification (matériels et procédés)

PROGRAMME	COMMENTAIRES
<b>COURS</b>	
<u>1- OPERATIONS UNITAIRES DU GENIE INDUSTRIEL:</u> - Sélection, nettoyage, triage  - Broyage	- On donnera les différents critères de sélection de la matière première: physiques, physico-chimiques, hygiéniques ainsi que les différentes techniques de nettoyage - On développera le criblage comme exemple de triage, en abordant les différentes méthodes, le contrôle d'efficacité et les principaux matériels - A partir d'exemples, on donnera les divers procédés et les matériels utilisés

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mélange et homogénéisation de solides, de liquides</li> <li>- Dispersions: émulsion, suspension</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- On présentera les mécanismes de dissolution (formule de Noyes-Whitney et formule de Fick) et de déstabilisation des émulsions et suspensions ainsi que les facteurs de stabilisation (loi de Stoke).</li> <li>- L'effet "Vortex" (de tourbillon) sera étudié.</li> <li>- Les matériels et les procédés seront développés en distinguant les différents types de mélange.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opérations de séparation:</li> <li>* centrifugation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- On introduira le calcul de la vitesse de sédimentation, la notion de débit limite et l'optimisation de ce débit. On étudiera les différents procédés en distinguant le cas des mélanges liquide/solide et liquide/liquide: bol tubulaire, bol à chambres concentriques, bol à assiettes</li> <li>- On définira dans le cas du bol à assiettes le facteur d'efficacité</li> <li>- L'étude des procédés et matériels sera menée à l'aide d'exemples et on s'intéressera à l'évacuation des différentes phases</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>* filtration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dans le cas de la filtration à pression constante, on introduira la relation <math>t/v=f(v)</math> et la droite de Ruth.</li> <li>- On évoquera le cas de la filtration à débit constant. L'étude technologique permettra d'évoquer les principaux adjuvants de filtration. L'étude des matériels distinguera la filtration sous pression de la filtration sous vide. On donnera les éléments nécessaires au choix d'un filtre.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>* microfiltration et ultrafiltration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- On mènera une étude comparée de ces deux techniques sur le plan théorique et pratique</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>* osmose inverse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'étude technologique permettra d'aborder les différents types de membranes et de modules. On soulignera les critères économiques et pratiques intervenant dans le choix des membranes.</li> <li>- On insistera pour chacune des techniques sur leurs applications industrielles</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>* extraction solide/liquide</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- On envisagera le cas du pressurage et le cas de l'extraction par solvant. Pour chacune de ces techniques, on indiquera les différents paramètres à optimiser et on insistera sur les procédés continus</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>* cristallisation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- On définira saturation et diagramme des phases. On étudiera la dynamique de cristallisation et les différents procédés de cristallisation industrielle. On développera tout particulièrement l'étude d'une sucrerie</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>* distillation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- On étudiera les distillations continues et discontinues des mélanges normaux. On abordera les différents matériels de distillation sur le plan théorique et pratique: condenseurs, colonnes, bouilleurs</li> <li>- On s'intéressera à la filière distillerie à travers les différents procédés</li> <li>- On étudiera la production d'éthanol absolu</li> </ul>

- Cuisson et cuisson-extrusion

-Après avoir défini les différents modes de transfert de chaleur, on présentera les différents appareils et procédés de pré-cuisson et cuisson

- On présentera les deux types d'extrudeuse et les différentes applications de ce procédé: produits amylacés, oléagineux, sucrés; contenants plastiques

## 2- STABILISATION DES BIOPRODUITS

- Traitement par le froid: réfrigération, congélation

- On précisera les caractéristiques et les limites de la réfrigération ainsi que les différentes techniques de réfrigération utilisées actuellement

- On présentera les modifications des aliments dues à la congélation

- On développera , en liaison notamment avec le cours de "Sciences des aliments", les principales applications de la congélation: viandes, poissons, plats cuisinés, hormones...

- On donnera les différents procédés de congélation

- Traitement par la chaleur: pasteurisation, stérilisation

- On définira pasteurisation et stérilisation

- On précisera les facteurs influençant la destruction des micro-organismes par la chaleur et on étudiera la pénétration de la chaleur dans la masse de l'aliment ou du produit

- On donnera les différentes méthodes d'établissement des barèmes de stérilisation

- L'étude technologique précisera les différents procédés et appareils de stérilisation et pasteurisation

- Traitement par deshydratation: séchage, lyophilisation, évaporation

- On introduira les notions de vitesse de séchage, de transfert de matière, de transfert de chaleur

- On développera les différents procédés et appareils en précisant les domaines d'application. On insistera sur les relations entre conditions de séchage et qualité de l'aliment

- Pour la lyophilisation, on précisera les différentes étapes et les domaines d'application. On détaillera le fonctionnement d'un lyophilisateur industriel

- On précisera les buts de l'évaporation et les domaines d'application. On présentera les différents appareillages utilisés ainsi que les méthodes permettant de diminuer la consommation d'énergie. On donnera les éléments nécessaires au calcul des évaporateurs (bilan matière, bilan chaleur)

- Traitement chimique: salage, fumage, addition de conservateurs

- On donnera la composition des saumures utilisées et on soulignera le problème posé par la présence des nitrites

- A propos du fumage, on indiquera les facteurs influençant la composition de la fumée et l'action des différents composants sur les aliments. On distinguera le fumage traditionnel et l'utilisation de fumée liquide

- On distinguera les conservateurs modifiant les qualités organoleptiques du produit à conserver, ceux ne modifiant pas ces qualités, les antimicrobiens et les antioxydants.

- Traitement sous atmosphère modifiée

- Autres traitements: les radiations ionisantes

### 3- EMBALLAGE ET CONDITIONNEMENT

- Les fonctions de l'emballage  
- Les matériaux d'emballage  
- Les contaminations possibles du produit fini par l'emballage  
- Les techniques d'emballage  
- Le contrôle de l'emballage  
- Les différentes techniques de conditionnement

### 4- MAINTENANCE ET HYGIENE DES LOCAUX ET DES INSTALLATIONS

- Nettoyage  
- Désinfection  
- Salles à atmosphère contrôlée (température, humidité, particules, micro-organismes)

- On décrira les différents types d'atmosphères utilisés et on développera les différents procédés mis en oeuvre. En liaison avec le cours de "Sciences des aliments", on précisera l'importance de l'étude et du choix des films d'emballage et des atmosphères gazeuses utilisées. On soulignera l'intérêt de ces traitements dans la restauration commerciale et notamment en restauration collective (aliments de IVe gamme et Ve gamme; plats cuisinés à l'avance)

- On présentera les effets des radiations ionisantes. On en précisera les domaines d'application et les doses utilisées.  
- On donnera le schéma d'une installation d'ionisation

- La présentation des différentes fonctions permettra d'insister sur la réglementation. On montrera la diversité des matériaux et pour chacun on indiquera ses caractéristiques physico-chimiques. On abordera les interactions physico-chimiques entre contenant et contenu et on définira le phénomène de migration en évoquant les risques toxicologiques et organoleptiques

- La mise en oeuvre des emballages présentera les différentes machines automatiques et on développera plus particulièrement:

\* le conditionnement aseptique en continu des liquides alimentaires

\* l'emballage sous atmosphère modifiée

\* l'emballage sous film

- On évoquera le nettoyage et la désinfection des emballages réutilisables ainsi que le contrôle des emballages

- On rappellera la définition des principaux termes utilisés: désinfection, décontamination, bactéricide, bactériostatique (voir aussi cours de microbiologie)

- On abordera les mécanismes d'adhésion des produits contaminants sur les supports

- Pour le nettoyage et la désinfection, on précisera les différentes étapes, les produits utilisés et leurs propriétés, la cinétique et les méthodes de contrôle

- On donnera les différentes techniques et on s'intéressera à leurs applications en multipliant suffisamment les exemples.

- On précisera les critères de classification des salles à empoussièremement maîtrisé, les techniques mises en oeuvre, leurs incidences sur le personnel

<p><b><u>5- TRAITEMENT DES FLUIDES</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les effluents gazeux</li> <li>- Les effluents liquides</li> <li>- Les eaux</li> </ul> <p><b><u>6- VALORISATION DES CO-PRODUITS</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- On développera les traitements des rejets gazeux en vue de la protection de l'environnement et de la récupération d'énergie</li> <li>- On confrontera la réglementation concernant le rejet des effluents industriels et les caractéristiques des effluents avant traitement des principales filières agro-alimentaires (abattoir, industries laitières, brasserie, industries de l'amidon)</li> <li>- On abordera les différents traitements mis en oeuvre: <ul style="list-style-type: none"> <li>* traitements préliminaires (dégrillage,...)</li> <li>* traitements physico-chimiques</li> <li>* traitements biologiques</li> <li>* traitements tertiaires (décantation, filtration)</li> </ul> </li> <li>- Des exemples de réalisations seront concrétisés lors de visites sur sites industriels</li> <li>- On abordera essentiellement les traitements des eaux de fabrication. On fera référence à la réglementation spécifique des différentes filières des bio-industries.</li> <li>- En faisant apparaître les critères économiques de cette valorisation et après avoir défini les grands groupes de co-produits (sec, humide, liquide), on traitera à l'aide d'exemples empruntés aux industries les valorisations par voie sèche et par voie humide (fermentations aérobie, anaérobie, mixte)</li> <li>- On illustrera tout particulièrement les productions de protéines de biosynthèse et de métabolites secondaires (acides aminés, enzymes, antibiotiques, alcools..)</li> </ul>
<p align="center"><b>TRAVAUX D'ATELIER:</b></p> <p align="center">Technologie des produits alimentaires, pharmaceutiques et cosmétologiques</p>	
<p><b><u>1- OPERATIONS UNITAIRES</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sélection, nettoyage, triage, broyage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Etude du nettoyage et du broyage</li> <li>*1er exemple: granulé pour compression par voie sèche</li> <li>*2ème exemple: fabrication de la farine: nettoyage du blé, broyage et convertissage, calcul du taux d'extraction, calcul du taux de perte, calcul du taux d'humidification du blé initial, analyses physico-chimiques</li> </ul>



- Centrifugation	- Etude des paramètres intervenant sur le débit en séparation liquide-liquide ou liquide-solide: *exemple d'appareillage: centrifugeuse discontinue à assiette auto-débourbeuse, centrifugeuse continue à bol biconique *exemple d'opération: écrémage du lait
- Filtration	- Etude du filtre presse avec ou sans plateau de retournement: filtration à débit constant, filtration à pression constante, calcul de la surface de filtration, calcul de résistances $R_{sf}$ et $R_{sg}$ * exemples: filtration clarifiante de la bière, filtration de produits de macération alcoolique
- Extraction solide/liquide	- Pressurage mis en oeuvre lors d'une fabrication - Extraction par solvant
- Techniques membranaires	- Etude d'une technique membranaire au choix - A l'occasion d'une de ces manipulations, on pourra effectuer des tests d'intégrité des membranes 1er exemple: étude d'une filtration stérilisante 2ème exemple: filtration du lait (Bacto-Catch) * influence des débits d'alimentation et de recirculation du perméat * efficacité de la filtration par contrôle microbiologique
* Microfiltration	
*Ultrafiltration	- Exemple: étude d'une unité de concentration de lactosérum * mesure de débit * mesure de pression * mesure de matière sèche
*Osmose inverse	- Exemple de la purification de l'eau
*Electrodialyse	- Exemple de la mise en oeuvre de l'électrodialyse sur du lactosérum (production de sérum déminéralisé)
- Distillation	- Etude d'une distillation continue et d'une distillation discontinue * colonne à plateaux, colonne à garnissage * suivi de la composition de la vapeur le long d'une colonne * calcul du taux de reflux * influence du taux de reflux sur la composition du distillat * Azéotrope - Exemple: production d'éthanol
- Fermentation	- Etude des transferts de chaleur et des transferts de masse
- Mélanges	- Etude des différents agitateurs et mélangeurs, des modalités d'introduction des matières, de la maîtrise des paramètres - Détermination du HLB critique

- Cuisson

- Etude de la cuisson sous vide
- \* calcul de la valeur cuisatrice
- \* calcul de la valeur pasteurisatrice
- \* étude du couplé "temps, température"
- Exemple; fabrication d'appertisés

- Etude du blanchiment: possibilité d'évaluation de l'activité enzymatique (efficacité du process)
- Exemple: fabrication de plats cuisinés

## 2- STABILISATION DES PRODUITS

- Traitement par le froid

- Etude de la cinétique (épaisseur, temps, nature des produits) de refroidissement et de son influence sur les qualités organoleptiques et microbiologiques
- Etude des conséquences d'une rupture de la chaîne du froid
- \* mise en oeuvre des indicateurs de rupture

- Pasteurisation-Stérilisation

- Etude du point critique
- Calcul de la valeur stérilisatrice: méthode de Bigelow, méthode de Ball
- Mise en place du barème de stérilisation
- Efficacité microbiologique
- Conception d'une validation

- Séchage-Evaporation

- Etude d'un sécheur à lit d'air fluidifié
- Etude de l'atomisation
- \* Influence des débits et des températures sur la qualité des produits
- \* Bilans énergétiques

- Lyophilisation

- Mise en oeuvre d'une lyophilisation
- \* Etude du diagramme P,T et des différents états de l'eau
- \* Mise en évidence de l'importance de la qualité bactériologique du produit de départ

- Fumage

- Etude d'une cellule d'étuvage, fumage

## 3- FABRICATIONS

Une fabrication va de l'approvisionnement au stockage du produit fini. On mettra en oeuvre au moins 2 fabrications complémentaires au niveau des procédés

Les fabrications mises en oeuvre serviront d'études de cas pour étudier:

- la mise en place des contrôles de process (étude des points critiques)
- la rédaction des procédures de contrôles matière première et produit fini
- la mise en oeuvre du nettoyage des installations et des locaux
- la prise en compte des règles d'hygiène
- la justification des règles de sécurité
- la réflexion sur le traitement des rejets et la valorisation des co-produits

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fabrication du jus de pomme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Triage, nettoyage, broyage, pressurage, enzymation, floculation, filtration, pasteurisation, mise en bouteille à chaud, capsulage, maintien en température, refroidissement, stockage produit fini (en parallèle les bouteilles sont nettoyées et réchauffées avant la mise en bouteille)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fabrication de yaourt 0%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stockage, écrémage, ensemencement, mise en pot, operculation, étuvage, refroidissement, fermentation, stockage produit fini</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fabrication de saucisses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stockage, cuttérage, embossage, étuvage, fumage, conditionnement sous vide, refroidissement, stockage produit fini</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fabrication de conserves</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traitement de la matière première, mise en boîte, sertissage, stérilisation, stockage</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fabrication d'un antibiotique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Préparation et contrôle de l'inoculum, détermination des paramètres optimum, conduite des opérations, séparation et purification, contrôle du produit</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fabrication galénique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formes solides: comprimés, comprimés enrobés, gélules</li> <li>- Formes liquides: préparations injectables, collyres, solutés buvables</li> <li>- Formes pâteuses: pommades, crèmes, laits, suppositoires</li> <li>* Bonnes pratiques de fabrication et de production pharmaceutique</li> </ul>

# QUALITE

Première année: 1 heure de cours

Deuxième année: 2 heures de cours et 2 heures de travaux dirigés

Qu'il soit assuré en classe entière ou en travaux dirigés, cet enseignement sera essentiellement conduit sous forme d'études de cas. La qualité ne peut être en effet enseignée de façon théorique sans référence à des pratiques réellement mises en oeuvre en milieu professionnel. Si le professeur peut construire des études de cas à partir de ses propres observations en milieu professionnel, les stages prévus dans la scolarité constitueront une occasion privilégiée pour analyser et discuter les problèmes de qualité, notamment dans le cadre du cours ou des travaux dirigés. La démarche pédagogique ainsi suggérée apparaît donc d'abord comme une démarche inductive. Mais elle n'exclut pas pour autant des démarches déductives notamment dans l'apprentissage des méthodologies et des outils de l'analyse et du diagnostic de la qualité.

PROGRAMME	COMMENTAIRES
<p><u>1- GENERALITES</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Concept de qualité</li><li>- Qualité d'un produit ou d'un service</li><li>- La qualité en tant que contrainte réglementaire</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-On fera une présentation historique des conceptions de l'organisation du travail et du concept de qualité.</li><li>- A partir d'exemples divers et choisis dans les industries alimentaires et dans les industries pharmaceutiques, on dégagera les composantes de la qualité: qualité nutritionnelle et hédonique pour les produits alimentaires, qualité hygiénique, qualité d'usage et de service</li></ul>

## 2- OBJECTIFS ET STRATEGIES

### 2-1- Signes de la qualité

- On définira labels, A.O.C, A.O.P, certifications d'un produit ou d'une entreprise

### 2-2- Politique qualité

- Normes ISO 9001, 9002, 9003, 9004, normes complémentaires d'application

- On se limitera à un cadrage des définitions et des concepts fondamentaux: politique qualité, gestion de la qualité, assurance qualité, contrôle de qualité  
- On présentera succinctement, en attendant d'y revenir de façon plus détaillée, les normes ISO en dégagant pour chacune d'elles ses grandes finalités.

- Gestion de la qualité

- Maîtrise de la qualité

- Assurance de la qualité

- On définira un système Assurance Qualité et on en précisera les éléments: manuel qualité, plan qualité, procédures et modes opératoires

- B.P.F et B.P.L

- On donnera des exemples de qualité définis réglementairement

- Contrôle de qualité

- On définira le contrôle de qualité et son rôle dans le dispositif.

- On montrera l'intrication entre les concepts d' Assurance Qualité, de Bonnes Pratiques de Fabrication et de Contrôle de la qualité

## 3- MANIFESTATIONS ET ENJEUX DE LA NON-QUALITE

- Manifestations de la non-qualité

- Les exemples de manifestations de la non-qualité seront présentés à différents stades; conception, production et utilisation du produit  
- A partir d'exemples divers et choisis dans les professions concernées, on analysera et on classera des manifestations de la non-qualité: non-qualité au niveau de la fiabilité, de la convivialité et de la rapidité du service au client, non-qualité au niveau des conditions de vie au travail, non-qualité au niveau technique (protocoles techniques, produits, matériels), non-qualité au niveau maintenance des appareils et des installations, non-qualité au-niveau de la gestion des stocks ou de celle du parc machines et véhicules, informatisation mal conçue ou mal adaptée, non-qualité au niveau du management global de l'entreprise (en matière de politique d'entreprise, d'application de la législation sociale, de stratégies et de mesures relatives à la sécurité, de qualification des personnels, de gestion de la formation permanente)

- Enjeu économique et coût de la non-qualité

- Enjeu humain  
- Enjeu commercial

#### 4- METHODOLOGIES ET OUTILS DE L'ANALYSE ET DU DIAGNOSTIC

##### 4-1- Diagnostic de qualité

###### 4-1-1- Audits

###### 4-1-2- Mesures et contrôles

###### 4-1-2-1- Echantillonnage

- Définitions

- Plans d'échantillonnage

- Méthodologies de l'échantillonnage

###### 4-1-2-2- Rappels de statistiques:

- Moyenne, variance et écart-type  
- Loi de distribution normale, loi binomiale, loi de Poisson

- A partir d'exemples divers et choisis dans les professions concernées, on analysera et on classera les coûts de la non-qualité: coûts directs (rebuts, retours, immobilisation des machines...), coûts induits (publicité négative, charges salariales supplémentaires...)

- On présentera quelques indicateurs sociaux de la non-qualité: absentéisme, accidents du travail, disparition de matériel, nombre de rebuts et de retouches, nombre de sinistres, nombre et durée des retards, réclamations de la clientèle

- On donnera une définition de l'audit et on en précisera les différentes formes (externe, interne)

- On soulignera l'importance des méthodes de quantification des problèmes qualitatifs

- On précisera la terminologie utilisée: lot, population, échantillon

- On définira, et on illustrera à l'aide d'exemples simples, deux types de plans d'échantillonnage: le plan d'échantillonnage aux attributs et le plan d'échantillonnage aux mesures

- On définira, et on illustrera à l'aide d'exemples empruntés au champ professionnel considéré, un plan d'échantillonnage à deux classes et un plan d'échantillonnage à trois classes

- On fera une présentation comparée des différentes méthodologies utilisées: échantillonnage au hasard, échantillonnage à deux niveaux, échantillonnage stratifié, échantillonnage de groupe, échantillonnage sélectionné

- On fera les rappels mathématiques nécessaires sur la loi de Gauss, la loi binomiale et la loi de Poisson ainsi que sur la définition de la moyenne et de l'écart-type

<p>4-1-2-3- Méthodes de mesure</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- On précisera les critères de choix d'une méthode de mesure: praticabilité, fiabilité, efficacité</li> <li>- On rappellera les définitions de l'exactitude et de la précision d'une méthode de mesure ainsi que celle d'une erreur aléatoire, d'une erreur systématique et d'une erreur grossière</li> <li>- On définira la répétabilité et la reproductibilité d'une méthode de mesure</li> <li>- A l'aide d'exercices d'analyse de différentes courbes de distribution, on discutera de l'exactitude, de la précision, de la répétabilité ou de la reproductibilité d'une mesure</li> </ul>
<p>4-1-2-4- Différents types de contrôle:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- auto-contrôle et auto-diagnostic</li> <li>- contrôle en cours de production</li> <li>- contrôle du produit fini</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- On définira les différents types de contrôle; on précisera leurs caractéristiques et les documents qui leur correspondent</li> </ul>
<p><b>4-1-3-Traitement des données</b></p>	
<p>4-1-3-1- Traitement graphique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relevés</li> <li>- Graphiques et histogrammes</li>   <li>- Diagrammes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- On analysera des feuilles de relevés notamment à propos du choix et de la nature des informations qu'elles contiennent, du nombre de variables et des modalités de recueil des données</li> <li>- On présentera des résultats et des informations sous forme de tableaux, de graphiques et d'histogrammes</li>   <li>- On définira et on présentera différents types de diagrammes: diagramme de Pareto, diagramme "Cause-et-effet", diagrammes de corrélation (positive et négative)</li> </ul>
<p>4-1-3-2- Traitement mathématique</p>	
<p><b>4-2- Méthodologies d'analyse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etude d'une méthodologie visant à augmenter la fiabilité d'un produit ou d'un procédé: la méthodologie AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leurs Criticités)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- On définira les objectifs de la méthodologie AMDEC et ses différentes étapes</li> </ul>

- Etude d'un outil permettant d'assurer la sécurité alimentaire: le système HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point System)

## 5- MISE EN PLACE D'UN SYSTEME D'ASSURANCE DE LA QUALITE

### 5-1- L'assurance de la qualité

- Définition et objectifs
- Manuel qualité
- Normes de la série ISO 9000
- Les documents: spécifications, formules de fabrication, instructions de fabrication et de conditionnement, procédures, relevés, comptes rendus et enregistrements
- Procédures des opérations de production et de contrôle; BPF et BPL

- Certification des systèmes d'assurance qualité

### 5-2- L'auto-contrôle

### 5-3- Le management participatif

- On décrira les principes du système HACCP et on explicitera ses relations avec les normes de la série ISO 9000 et les Bonnes Pratiques de Fabrication. On soulignera son intérêt dans la résolution de problèmes ou dans la mise en oeuvre d'un auto-diagnostic de l'hygiène dans des entreprises agro-alimentaires ou dans des bio-industries.

- On appliquera ces méthodologies AMDEC et HACCP à des exemples de situations en entreprise.

- On indiquera les objectifs des documents qui formalisent l'assurance de la qualité (manuel qualité)

- On précisera les limites d'application des normes de la série ISO 9000

- A partir de l'analyse de divers exemples empruntés au champ professionnel concerné, on dégagera les différents points que le système assurance qualité doit garantir:

- \* suivi des BPF et des BPL ou des protocoles techniques

- \* description précise et claire des opérations de production et de contrôle

- \* responsabilités bien définies

- \* pour les matières premières et les articles de conditionnement: fabrication, approvisionnement et utilisation correctement assurés ou conduits

- \* réalisation de tous les contrôles des produits intermédiaires et de tous les contrôles en cours de fabrication; mise en oeuvre de toutes les validations

- \* contrôle du produit fini conformément aux procédures définies

- \* certification de la conformité aux exigences de l'autorisation de mise sur le marché ou de toute autre réglementation

- \* dispositions garantissant le maintien de la qualité pendant le stockage, l'expédition et la manutention des produits

- \* existence de procédures d'auto-inspection et/ou d'audits de la qualité

- On présentera les objectifs et l'organisation des différents types de structures permanentes et non permanentes: groupes d'expression, groupes de progrès, cercles de qualité....

- On décrira différentes méthodes de travail en équipe: brainstorming, tour de table, vote pondéré, Q.Q.O.Q.C.P.,....



<p>5-4- Amélioration des conditions de travail</p>	<p>- On mentionnera les éléments susceptibles de contribuer à l'obtention d'une plus grande qualité: accroissement des responsabilités, amélioration de l'environnement et de l'ambiance, amélioration des relations hiérarchiques, réduction des risques d'accidents, organisation des horaires</p>
<p>5-5- Formation et information des personnels</p>	<p>- On présentera une typologie des actions de formation et d'information à entreprendre selon la nature des personnels concernés (personnels d'exécution, personnels d'encadrement)  - Or dressera un inventaire des différentes sources d'information extérieures à l'entreprise: chambres syndicales professionnelles, organismes normalisateurs, associations sur la qualité, sociétés de conseil...</p>
<p><u>6- RECLAMATIONS ET RAPPELS</u></p>	<p>- On donnera des exemples de procédures relatives à l'organisation des actions à entreprendre en cas de réclamations, y compris l'organisation des rappels. On fera une étude de cas à propos d'un produit faisant courir un risque grave et on précisera les moyens de blocage et de rappel de ce produit.</p>

# SCIENCES DES ALIMENTS

Deuxième année: 4 heures de cours

Pour chaque groupe d'aliments, on étudiera systématiquement:

- les propriétés organoleptiques, les propriétés physiques, la constitution chimique et biochimique, la valeur énergétique et nutritionnelle des exemples traités
- les altérations biochimiques et microbiennes subies par ces aliments au cours de leur stockage et de leur conservation
- les traitements technologiques mis en oeuvre au cours de leur fabrication, de leur transformation et de leur conservation et leurs conséquences sur la qualité organoleptique, sanitaire et nutritionnelle des aliments ou des préparations obtenues
- les formes de commercialisation et de distribution
- le principe des méthodes d'analyse constituant le contrôle de qualité et la réglementation sanitaire

Une information succincte sur les techniques de récolte et de production sera donnée à chaque fois qu'elle s'avèrera importante par rapport aux problèmes de qualité.

Le temps à consacrer aux différents chapitres n'est pas en relation avec la longueur du commentaire correspondant. En effet, certains chapitres très classiques n'ont pas paru nécessiter des commentaires très approfondis. Il est évident que l'ordre des rubriques constituant le programme n'est nullement impératif et le professeur pourra le modifier selon la progression adoptée dans les autres disciplines, notamment le génie industriel et les techniques d'analyse et de contrôle.

Des commentaires sur des points particuliers sont donnés ci-après.

PROGRAMME	COMMENTAIRES
<p><b><u>1- LE LAIT ET LES PRODUITS LAITIERS:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lait de vache, de chèvre, de brebis</li> <li>- laits transformés</li> <li>- laits fermentés</li> <li>- desserts lactés</li> <li>- fromages</li> <li>- crèmes glacées</li> </ul> <p><b><u>2- LES VIANDES ET LES PRODUITS CARNES AUTRES QUE LES VOLAILLES</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- On présentera les différentes formes de laits transformés (lait stérilisé, lait pasteurisé, lait concentré, lait en poudre, laits aromatisés); on donnera quelques exemples de laits fermentés (yaourts), de desserts lactés (laits aromatisés emprésurés, laits gélifiés aromatisés).</li> <li>- On donnera une classification des divers types de fromages: fromages frais, fromages à pâte molle, fromages à pâte pressée non cuite, fromages à pâte pressée cuite, fromages à pâte persillée. On précisera la définition des différentes appellations et dénominations: fromages définis, appellation d'origine contrôlée, label agricole, fromages blancs, fromages fondus, fromages au lait cru...</li> <li>- A propos des crèmes glacées, on insistera sur les risques de contamination</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'étude technologique des viandes sera succincte et comportera : <ul style="list-style-type: none"> <li>* l'étude rapide du système protéique musculaire</li> <li>* la production et l'entreposage: abattage, contrôles vétérinaires, découpage des carcasses, définition des catégories</li> <li>* la transformation du muscle en viande</li> <li>* les techniques de conservation: réfrigération et congélation, cuisson, deshydratation, salaison, acidification (ferments microbiens), fumaison, hachage grossier et restructuration des pâtes fines</li> <li>* l'étude des emballages et de leurs conséquences: sous vide, sous atmosphère contrôlée...</li> <li>* les altérations d'origine microbienne: lipolyse, protéolyse, acidification</li> <li>* les qualités et les caractères organoleptiques: couleur, texture, rhéologie, tendreté et jutosité</li> </ul> </li> </ul>

### 3- LES VIANDES DE VOLAILLE

### 4- LES PRODUITS DE LA

PECHE: poissons, crustacés et mollusques

- Définitions et caractères généraux

- Pêche et production

- Divers types de conservation:

- \* réfrigération, congélation
- \* séchage, salage
- \* conserves appertisées
- \* marinage et anchoiage
- \* huiles et farines de poissons

- Les problèmes de contrôle de la qualité: ABVT, histamine, triméthylamine

### 5- OEUFs ET OVOPRODUITS

- Seront étudiées en particulier: les techniques d'abattage et les altérations d'origine microbienne

- On définira les différents types de produits: poissons gras et maigres, crustacés et mollusques. On soulignera les conséquences positives ou négatives liées à la composition en acides gras saturés, monoinsaturés et polyinsaturés.

- On signalera la grande altérabilité du poisson et les risques hygiéniques spécifiques des crustacés et des mollusques.

- On décrira succinctement les divers types de pêche et on précisera leurs conséquences sur la qualité des poissons.

- On mentionnera quelques unes des techniques d'aquaculture actuellement en développement: télécaptage et éclosion de mollusques, aquaculture en mer ouverte, transfert d'espèces, etc...

- On évoquera les différentes méthodes de conservation traditionnelle (réfrigération, congélation, séchage, salage, fumage, marinage, appertisation) et on développera les techniques de congélation et de préparation des différents produits surgelés issus des produits de la pêche (poissons entiers, filets de poissons, filets panés, carrés panés, steacks, préparations élaborées)

-A propos de la structure biochimique de l'oeuf, on insistera sur les propriétés moussantes, liantes et gélifiantes des protéines du blanc d'oeuf et du jaune d'oeuf. On précisera les modifications et altérations de la structure des oeufs au cours du vieillissement et on développera les problèmes de contamination et les moyens de conservation sous forme d'ovoproduits.

- On précisera l'intérêt technologique des oeufs dans les techniques culinaires et on en précisera les substituts éventuels dans les industries agro-alimentaires.

- La qualité marchande et les critères d'achat seront étudiées; propreté et coloration de la coquille, coloration du jaune, modification de saveur ou d'odeur (alimentation des pondeuses). On évoquera la classification C.E.E.

## 6- LES CORPS GRAS

- On développera plus particulièrement l'exemple du beurre: étapes de sa fabrication, coloration du beurre, propriétés rhéologiques, composition, intérêt alimentaire, conservation.
- Pour les huiles alimentaires végétales, on traitera la réglementation relative à leur dénomination et leur utilisation et on fera un inventaire des différents fruits et graines oléagineuses qui les produisent. On décrira les différentes étapes du raffinage et les conséquences de cette opération sur le plan biochimique et nutritionnel. On donnera le principe des procédés de transformation des huiles destinées à l'industrie alimentaire (fractionnement, hydrogénation, interestérification).
- On évoquera les corps gras d'origine animale: graisses et saindoux, corps gras d'animaux marins. On mentionnera les margarines, leur composition et le principe de leur fabrication.
- On traitera les altérations des corps gras au cours de leur stockage ainsi que celles qui se produisent au cours de la cuisson (friture)

## 7- LES CEREALES ET LEURS

### DERIVES:

- Le blé
- Les farines
- Le pain
- Les produits de viennoiserie
- Les produits de biscuiterie
- Les produits de pâtisserie
- Les pâtes alimentaires
- Autres céréales: maïs, riz, orge, seigle

- Après avoir décrit la structure d'un grain de blé et donné la composition chimique et biochimique de ses différentes parties (téguments externes, couche à aleurone, albumen, germe), on s'attachera plus particulièrement à décrire les protéines du gluten: gliadine et gluténine (l'amidon ayant été décrit dans le cours de biochimie structurale). A partir de cette composition, on distinguera les blés tendres (vitreux et farineux) et les blés durs.
- Les problèmes de conservation des grains en silos seront évoqués: choix des paramètres physico-chimiques à réguler, lutte contre les insectes et les rongeurs.
- On décrira schématiquement les étapes de la préparation des farines: nettoyage, conditionnement, broyages, claquages, convertissages et tamisages. On définira son, semoulage bis, semoulage blanc et farines.
- On définira le taux d'extraction et le taux de blutage et on précisera les différences de composition des farines selon le taux d'extraction ainsi que les incidences de cette composition sur le plan nutritionnel, organoleptique et technologique.
- On dégagera les caractéristiques des farines à utiliser en fonction des produits à fabriquer (boulangerie, biscotterie, pâtisserie...)
- On donnera la composition d'une pâte boulangère et le rôle de ses différents composants: rôle nutritionnel, technologique, organoleptique, sanitaire
- On précisera la notion de coefficient de force d'une farine et on décrira le principe des mesures rhéologiques permettant d'évaluer les qualités de la pâte: ténacité, extensibilité, élasticité, consistance, viscosité. On soulignera le rôle des glutélines et des gliadines ainsi que celui des interactions entre protéines, amidon et lipides dans les principales propriétés de la pâte boulangère: extensibilité, imperméabilité aux gaz, élasticité, pouvoir de rétention d'eau.

- Les différentes étapes de la panification (préparation de la pâte, pétrissage, première fermentation, pesage et façonnage, fermentation finale, enfournement et cuisson) seront commentées sur le plan physique et biochimique. On évoquera les alternatives aux méthodes traditionnelles de panification: pétrissage accéléré, contrôle du temps de fermentation, utilisation de pâtes congelées.

- On donnera quelques exemples de pains commercialisés et on précisera à chaque fois les particularités de conception et de fabrication précisées par le Code des Usages des produits de boulangerie.

- Pains spéciaux et produits de viennoiserie, produits de biscuiterie et de pâtisserie, produits de semoulerie (semoules et pâtes alimentaires) seront définis par leur composition et leur mode de fabrication. Les problèmes de conservation et de conditionnement seront à chaque fois traités.

- Parmi les autres céréales, le riz sera particulièrement développé: espèces et sous-espèces cultivées, structure du grain de riz, principaux traitements technologiques ( pour le riz poli: séchage lent, décorticage, abrasion, polissage et glaçage; pour le riz étuvé ou le riz précuit: étuvage et blanchiment), composition nutritionnelle du riz cargo et du riz blanchi (en signalant les conséquences nutritionnelles de l' "usinage")

- Le maïs sera envisagé sous l'angle de ses nombreuses applications industrielles d'intérêt alimentaire ou pharmaceutique (filière maïs): production d'amidon alimentaire et de sirops glucosés; production de sorbitol, de glucose, de gluconate, de fructose, de mannitol; production de gluten; utilisation en brasserie; préparation d'aliments extrudés-expansés; production d'alcool et de boissons alcoolisées; production de furfural à partir des balles.

- De la même façon, l'orge ne sera évoqué que par rapport à son intérêt en malterie-brasserie.

- L'étude du seigle sera succincte et sera limitée à une comparaison de la farine de seigle avec la farine de blé.

## 8- FRUITS ET LEGUMES

- Pour les légumes frais, on donnera la classification botanique de la partie comestible: racine, rhizome, tubercules, bulbe, feuilles, inflorescence, fruits, graines.

- A propos des propriétés physiques, on traitera la texture et la turgescence des légumes et des fruits frais.

- Il convient également d'indiquer les facteurs de variation de la composition des légumes et des fruits frais: variété, engrais utilisés, conditions climatiques, mode de culture, état de maturité.

- On mentionnera les cultures hors sol ou cultures sur substrats, leur intérêt et les dispositifs technologiques qu'elles mettent en oeuvre.

- On évoquera également les applications des biotechnologies dans le domaine de la production végétale: micropropagation, embryons somatiques, hybridation par fusion cellulaire.

- Il est intéressant de développer le problème du brunissement enzymatique et de l'action des polyphénoloxydases et des peroxydases sur des constituants phénoliques comme les tanins ainsi que les moyens de prévenir ce brunissement: blanchiment, addition de composés réducteurs ou de sirops de sucre, acidification, conservation sous atmosphère modifiée, addition de dioxyde de soufre...

- Le traitement et la conservation seront étudiés: traitements avant récolte, traitements après récolte, enrobage, réfrigération, conservation en atmosphère contrôlée, appertisation et surgélation.

- Les graines de légumineuses utilisées dans l'alimentation en France seront subdivisées en légumes secs proprement dits et en graines utilisées en tant que matière première des industries agro-alimentaires (soja, féverolle et arachide).

- Comme la filière "Maïs", la filière "Soja" sera particulièrement étudiée pour son intérêt dans les industries agro-alimentaires: alimentation du bétail, alimentation humaine (margarine, huiles de tables, farine diététique).

- L'étude des fruits secs sera très sommaire et portera sur des aspects réglementaires comme le calibrage, la teneur en eau, les enrobages utilisés.

## 9- L'EAU ET LES BOISSONS

- Classification des eaux
- Eaux destinées à la consommation humaine
- Eaux minérales naturelles
- Boissons sans alcool: jus de fruits, jus de légumes et sirops
- Café et thé

- On donnera la définition des eaux destinées à la consommation humaine. On envisagera sommairement l'épuration des eaux usées et le traitement des eaux en vue de leur utilisation alimentaire.

- On développera le principe des principales méthodes de contrôle des eaux: analyses physiques (turbidité, conductivité, pH), analyses chimiques (dureté totale, titre alcalimétrique complet, nitrites, nitrates, chlorures, sulfates, oxydabilité au  $\text{KMnO}_4$ , ions ammonium), analyses bactériologiques (numération totale à  $37^\circ\text{C}$  et à  $22^\circ\text{C}$ , coliformes totaux à  $37^\circ\text{C}$ , coliformes thermorésistants à  $44^\circ\text{C}$ , streptocoques fécaux à  $37^\circ\text{C}$ , clostridium sulfite-réducteurs à  $37^\circ\text{C}$ )

- Pour les eaux minérales naturelles, on précisera les opérations autorisées (décantation, filtration, élimination ou addition de dioxyde de carbone) et en donnera les différentes dénominations ainsi que les mentions obligatoires figurant sur l'étiquetage

- On donnera une classification des différents types de jus de fruits et de jus de légumes (jus de fruit frais et jus de fruit surgelé, jus de fruit concentré, nectar de fruit, jus de fruit deshydraté). On précisera à chaque fois les conditions de leur conservation ainsi que l'étiquetage réglementaire.

- On précisera à l'aide de quelques exemples les principales techniques de fabrication de jus de fruits et de jus de légumes: décantation, tamisage, centrifugation, clarification et filtration. On décrira les principaux traitements permettant leur conservation: agents chimiques, pasteurisation, concentration. On définira les boissons au jus de fruit, les sodas et les sirops.

- Boissons alcoolisées: vins, bières et cidres

## 10- LES SUCRES ET PRODUITS SUCRES

## 11- LES NOUVEAUX

ALIMENTS: aliments de IVe gamme, plats cuisinés conditionnés sous vide et produits de Ve gamme, aliments allégés

- Pour le café, on décrira les deux variétés de grains: grain d'Arabica et grain de Robusta. On précisera le but et les modalités de la torréfaction et on évoquera les problèmes d'emballage du café torréfié. Les principes des technologies de fabrication du café "décaféiné" seront précisés.

- L'étude du thé sera limitée à la présentation sommaire de son usinage

- On décrira les fermentations alcoolique et malo-lactique. On présentera les procédés de vinification des différents types de vins. On précisera les différents types de traitements technologiques traditionnels et leurs rôles (levurage, sulfitage, collage, chaptalisation). On donnera une classification sommaire des vins.

- On indiquera les matières premières utilisées dans la fabrication de la bière et les principales étapes de cette fabrication en malterie et en brasserie. On précisera les auxiliaires de fabrication utilisés: alpha-amylases, amyloglucosidases, enzymes protéolytiques, sels minéraux, arômes du houblon, acide lactique, caramel, antioxygènes...

- On évoquera les contrôles à conduire sur la bière: contrôles des matières premières et des levains, contrôles des matériaux de filtration et du nettoyage des appareillages

- On développera tout d'abord l'exemple du sucre de consommation. On indiquera notamment le principe et les étapes schématiques des méthodes utilisées en sucrerie et en raffinerie.

- On précisera la dénomination et la définition réglementaires des différentes formes de sucres: sucre liquide, sucre liquide inversé, sirop de sucre inversé, sirop de glucose...

- On donnera également la définition des confitures, gelées et marmelades.

- A propos des miels, on en décrira les dénominations légales et les caractéristiques exigées notamment en matière de qualité (teneur en hydroxyméthylfurfural).

- Les grandes étapes de la fabrication du chocolat à partir des baies du cacao seront décrites schématiquement: fermentation, séchage, torréfaction, conchage à sec et conchage humide, traitements d'addition.

- On définira au préalable les produits de IVe et Ve gammes.

- On présentera les étapes de l'obtention des légumes de IVe gamme (par exemple d'une "ligne salade") en insistant sur le rôle de la composition des différents bains et des températures de travail. On exposera succinctement les conséquences négatives des traitements, notamment les phénomènes enzymatiques responsables des brunissements, des décolorations et des altérations d'odeur et de goût. On précisera l'importance de l'étude et du choix des films d'emballage et des atmosphères gazeuses utilisées. On insistera sur les contrôles microbiologiques à mettre en oeuvre et sur l'importance des mesures d'hygiène pendant la fabrication puis le stockage



12- ADDITIFS ET  
AUXILIAIRES DE  
FABRICATION

13- LES FILIERES ET LES  
PRODUITS COMMUNS AUX  
INDUSTRIES AGRO-  
ALIMENTAIRES ET AUX  
INDUSTRIES  
PHARMACEUTIQUES

- Dans la Ve gamme, on développera la fabrication des plats cuisinés sous vide. On montrera les avantages du procédé de cuisson sous vide vis à vis des qualités organoleptiques, des qualités microbiologiques et des qualités nutritionnelles. On soulignera les problèmes réglementaires régissant le stockage et la remise en température des plats cuisinés à l'avance en fonction du mode de fabrication et de conditionnement (fabrication traditionnelle ou cuisson suivie de la mise sous vide ou cuisson sous vide).

- On présentera les principales catégories d'additifs alimentaires (colorants, antioxydants, conservateurs, enzymes, émulsifiants, épaississants, substances aromatiques, exhausteurs d'arômes, acidulants) en illustrant à chaque fois par des exemples.

- On soulignera les aspects toxicologiques et les conséquences réglementaires qui en découlent.

- On illustrera à l'aide d'exemples les points communs qui existent entre les industries agro-alimentaires et les industries pharmaceutiques notamment en ce qui concerne les matières premières et les technologies utilisées (exemple des amidons, exemple des trigycérides, exemple des plantes céréalières ...)

# TECHNIQUES D'ANALYSE

Première année: 7 heures

Deuxième année: 8 heures

## Horaires hebdomadaires des travaux pratiques

Les horaires de chacune des disciplines constituant ces techniques d'analyse sont donnés à titre indicatif.

Tous les programmes, à l'exception d'une partie des techniques toxicologiques, visent l'apprentissage de techniques fondamentales.

Certaines de ces techniques sont transversales et elles se retrouvent dans différents programmes

Les programmes des techniques biochimiques et immunologiques donnent des exemples d'application qui ne sont pas limitatifs. D'autres exemples peuvent être choisis notamment en fonction des besoins exprimés par les autres disciplines.

Une concertation de l'équipe pédagogique est donc nécessaire pour éviter les redondances et adapter les horaires proposés aux stratégies et aux progressions pédagogiques choisies.

	Première année(30 sem)	Deuxième année(22 sem)
Enseignements et horaires totaux de formation:	T.P.	T.P.
1- Techniques biochimiques(126 h)	3 h	3 h
2- Techniques microbiologiques (126 h)	3 h	3 h
3- Techniques immunologiques(22h)		1 h
4- Analyse sensorielle(30h)	1 h	
5- Techniques toxicologiques(22h)		1 h
Total	7 h	8 h

## 1- TECHNIQUES BIOCHIMIQUES

La progression dans l'enseignement des travaux pratiques d'analyse biochimique doit amener l'étudiant à une certaine autonomie, et doit lui donner l'esprit critique indispensable.

Après avoir acquis les techniques de base, les étudiants les intégreront dans des manipulations plus complexes, judicieusement choisies parmi celles qui sont couramment pratiquées (méthodes rapides, de références, normalisées). Progressivement, ils utiliseront des techniques d'analyse instrumentale et d'analyse automatique de plus en plus sophistiquées.

Chaque technique nouvelle donnera lieu à une étude de son principe, des différentes modalités de sa mise en oeuvre et de ses applications dans le domaine des industries alimentaires et des biotechnologies.

L'analyse critique des mesures devra être pratiquée de façon à permettre à l'étudiant d'acquiescer la maîtrise de la validation de ses résultats (contrôle de qualité des analyses).

L'autonomie du technicien supérieur, en fin de formation, devra lui permettre de mettre en oeuvre une technique nouvelle à partir d'une fiche ou d'une notice d'appareil ; il devra être capable également de transformer ou de créer une procédure analytique.

Les techniques d'analyse biochimique seront appliquées à des matières premières, des produits en cours de fabrication et des produits finis.

PROGRAMME	COMMENTAIRES
<p><b><u>1- FRACTIONNEMENT ET PURIFICATION</u></b></p> <p><b>1-1- Traitement d'échantillons :</b> broyage, homogénéisation, extraction, précipitation, relargage, minéralisation, dialyse, filtration, ultrafiltration, centrifugation, distillation.</p> <p><b>1-2- Chromatographies :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de surface : papier et couche mince,</li> <li>- sur colonne : en phase liquide à pression ambiante, en phase liquide à haute performance (HPLC), en phase gazeuse (CPG), chromatographie d'affinité</li> </ul>	<p>On réalisera par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la détermination de la teneur en eau d'un produit,</li> <li>- le broyage de graines, de comprimés,</li> <li>- l'extraction d'huile à partir de graines oléagineuses,</li> <li>- l'extraction des protéines d'un tourteau,</li> <li>- le relargage et dessalage d'une protéine,</li> <li>- la recherche des chlorures par précipitation sous forme de chlorure d'argent,</li> <li>- la minéralisation d'un produit en vue d'un dosage d'azote, de phosphore, de chlorure,</li> <li>- la dépectinisation d'un jus de fruit</li> <li>- l'extraction du principe actif d'un suppositoire,</li> <li>- la distillation d'un produit alcoolisé.</li> </ul> <p>Les techniques chromatographiques pourront être appliquées par exemple à:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'analyse de sirops</li> <li>- la détermination de la teneur en acides aminés d'un tourteau,</li> <li>- l'analyse d'un mélange d'antibiotiques,</li> <li>- la détection et l'identification de mycotoxines (en relation avec l'enseignement de toxicologie),</li> <li>- la recherche de méthanol, d'alcools supérieurs et d'esters dans l'éthanol,</li> <li>- l'identification d'acides gras,</li> <li>- la détection et l'identification de pesticides et/ou d'herbicides</li> <li>- la purification d'immunoglobulines par chromatographie d'affinité</li> </ul>

### 1-3- Electrophorèses

- en veine liquide capillaire
- sur support: acétate de cellulose, gel de polyacrylamide et gel d'agarose.

Les techniques électrophorétiques pourront être appliquées :

- au contrôle de fabrication d'un fromage de chèvre,
- à l'identification d'une variété de céréale ou d'une espèce de poisson,
- à l'identification de l'héparine,
- à la détermination de la teneur en oeuf de pâtes alimentaires,
- à l'électrophorèse d'ADN de bactéries lactiques ou de levures après restriction, en vue d'une identification.

## 2- METHODES DE DOSAGE

2-1- Méthodes volumétriques: détermination des points d'équivalence par méthodes chimiques et physiques.

On réalisera par exemple :

- détermination de l'acidité ou de l'alcalinité d'un produit,
- la détermination des indices ( $I_A$ ,  $I_S$ ,  $I_i$ ) d'un corps gras,
- le dosage de l'azote par la méthode de Kjeldahl,
- un dosage réductimétrique des sucres,
- la détermination de l'acidité d'un vin,
- le dosage de l'alcool d'un vin,
- le dosage de l'acide acétique d'un vinaigre,
- le dosage du calcium de l'eau et/ou du lait.

### 2-2- Méthodes physiques

2-2-1- Méthodes gravimétriques

On déterminera par exemple la teneur en eau et la teneur en cendres d'un produit.

2-2-2- Viscosimétrie  
(En relation avec l'enseignement de physique)

On mesurera par exemple la viscosité d'un sirop.

2-2-3-Densimétrie

On mesurera par exemple la densité d'un produit à l'aide d'un pycnomètre et le taux d'alcool d'une solution à l'aide d'un alcoomètre.

2-2-4 -Méthodes  
- potentiométriques : pH-métrie, oxydoréduction, électrodes spécifiques,  
- électrode de Clarke,  
  
- électrodes à enzymes.

Ces méthodes pourront être appliquées :

- à la mesure du pH d'une solution injectable
- au dosage des nitrates,
- au dosage des fluorures dans un soluté injectable,

### 2-2-5- Méthodes optiques :

- polarimétrie
- réfractométrie

- spectrophotométrie d'absorption :

\* milieux troubles (néphélométrie, turbidimétrie, opacimétrie),

\* absorption moléculaire,

\* absorption atomique,

- spectrophotométrie d'émission

\* émission atomique,

\* spectrofluorométrie

- réflectométrie

### 2-3- Méthodes d'analyse automatique

- au dosage du glucose.

On appliquera ces méthodes à l'analyse de solutions de glucose, des mélasses et des sirops.

On réalisera par exemple :

- la mesure de la brillance de la bière,
- la mesure de la turbidité d'une eau d'alimentation,
- le suivi de la clarification d'un jus de fruit.

On réalisera des dosages de pigments, protéines, vitamines, sucres, fer, phosphore...

On réalisera par exemple la recherche de dérivés benzéniques dans l'éthanol (UV) et l'identification de substances (acide ascorbique) d'après leur spectre IR.

Cette méthode pourra être étudiée lors d'un stage.

On réalisera par exemple les dosages du sodium et du potassium dans l'eau.

On réalisera par exemple un dosage de mycotoxine et/ou de pesticide.

On réalisera par exemple :

- la détermination de la teneur en eau d'un produit,
- un dosage des sucres dans une pâte chocolatée,
- un dosage de protéines dans un produit solide,
- un dosage des matières grasses dans une poudre.

<b>3- ENZYMOLOGIE</b>	
3-1- Etude cinétique des réactions enzymatiques	On déterminera : <ul style="list-style-type: none"> <li>- les conditions de vitesse initiale,</li> <li>- les constantes cinétiques d'un enzyme,</li> <li>- les effets du pH, de la température sur l'activité,</li> <li>- l'action d'effecteurs.</li> </ul>
3-2- Analyse enzymatique	
3-2-1- Détermination d'activités	On déterminera par exemple les activités : <ul style="list-style-type: none"> <li>- de la phosphatase alcaline du lait,</li> <li>- de l'amylase des céréales,</li> <li>- de protéases.</li> </ul>
3-2-2- Dosages enzymatiques	On dosera par exemple l'alcool, le glucose, le glycérol, la vitamine C.
3-3- Réactions enzymatiques	
3-3-1- Enzymes libres	
3-3-2- Enzymes fixées	Cette étude pourra être menée sur un exemple (invertase, glucose isomérase...).

## **2- TECHNIQUES MICROBIOLOGIQUES**

On abordera, dans un premier temps, les techniques de base et les méthodologies (techniques microscopiques, techniques de culture, méthodes d'identification et de quantification) afin de les réinvestir dans l'exécution de plans d'analyses plus complexes comportant des contrôles effectués sur des matières premières, sur des produits en cours de fabrication et sur des produits finis . Les expérimentations mises en oeuvre concerneront les bactéries, les champignons et les virus . L'accent sera mis de façon constante sur les conditions de sécurité , il conviendra, en particulier, d'apprendre à identifier les sources et causes possibles de risque et d'exécuter sans défaillance les procédures de prévention mises en place par l'établissement .

## **1. OBSERVATION, CULTURE ET IDENTIFICATION DES MICRO-ORGANISMES**

### **1.1. Techniques microscopiques :**

- état frais, colorations usuelles, colorations spéciales et fluorescentes .

-Des observations à l'état frais seront conduites sur:  
\* des bactéries immobiles de forme diverse ( coques, Klebsiella, Bacillus ...)  
\* des bactéries mobiles avec ciliature péritriche ( entérobactéries mobiles),  
\* des bactéries mobiles avec ciliature polaire(Pseudomonas),  
\* des levures et des moisissures .  
-La coloration de Gram sera effectuée sur des frottis de bactéries présentant des morphologies différentes : Staphylocoques, Microcoques, Leuconostoc, Streptocoques, Entérocoques, Entérobactéries, Pseudomonas, Corynebactéries, Bacillus, Clostridium .  
-Au plan des colorations spéciales, on se limitera à celles des capsules, des flagelles et des spores .  
-La microscopie en fluorescence sera appliquée à la recherche d'un agent microbien dans un bioproduit .

### **1.2. Techniques de culture**

- Préparation et étude de milieux sélectifs et non sélectifs .  
- Techniques d'ensemencement et d'isolement , cultures de bactéries aérobies et anaérobies .

-On présentera , en privilégiant l'exploitation rationnelle de documents et en analysant le rôle des constituants essentiels, la composition et les propriétés des différents milieux de culture intéressant les contrôles dans les bioindustries  
\* milieux non sélectifs de base  
\* milieux non sélectifs enrichis  
\* milieux sélectifs ( pour bactéries à Gram positif, bactéries à Gram négatif, pour Staphylocoques, Entérocoques, Salmonella, Yersinia, Coliformes, Campylobacter, Clostridium, Listeria ....)  
-Il conviendra de s'assurer des acquis des étudiants sur le plan de la manipulation aseptique avant de mettre en oeuvre les différentes techniques d'ensemencement, en particulier les techniques d'isolement .  
-Les examens des cultures obtenus par isolement de mélanges bactériens seront mis en relation avec les caractères microscopiques des bactéries constituant ce mélange afin d'en orienter l'identification .  
-La mise en oeuvre de cultures de bactéries anaérobies sera précédée d'une étude des principaux procédés permettant d'obtenir l'anaérobiose . Les cultures en surface avec incubation en atmosphère  $N_2 + CO_2$  seront privilégiées . Il conviendra cependant de présenter les milieux liquides permettant la culture des bactéries anaérobies avec incubation en atmosphère ordinaire ( bouillons au thioglycolate ) .  
-Ces manipulations seront conduites, le plus souvent possible à partir de bioproduits .



### 1.3. Principales méthodes d'identification :

- caractères morphologiques, biochimiques et antigéniques, techniques classiques et miniaturisées, sondes froides .

- L'identification (1) ou l'orientation (2) porteront sur les principaux groupes bactériens intéressant les bio-industries :  
Microcoques(1), Staphylocoques(1), Streptocoques(1), Entérocoques(1), Leuconostoc(2), Pédiocoques(2), Entérobactéries(1), Acinetobacter(1), Pseudomonas(1), Vibrions(1) et bactéries apparentées, Listeria (en démonstration), Bacillus(2), Lactobacillus(2), Clostridium(2), Mycobactéries(2), Actinomycètes(2)  
-On montrera comment, l'intégration des caractères morphologiques, biochimiques et éventuellement antigéniques, conduit, en plusieurs étapes, à une identification plus ou moins précise des bactéries .

-L' approche méthodologique sera privilégiée : recherche, à partir de documents, des critères de l'identification, choix raisonné de la galerie d'identification à ensemercer . Les principes des tests biochimiques mis en oeuvre devront être connus, ainsi que les principales causes d'erreurs . Les résultats obtenus feront l'objet d'une analyse critique, les critères de leur validation seront précisés .  
-L'usage des galeries miniaturisées et des méthodes rapides d'identification sera privilégié tout en conservant une ouverture suffisante sur les techniques plus traditionnelles .  
-L'apport des caractères antigéniques pourra être envisagé dans l'identification des Yersinia, des Salmonella et des Shigella. Le sérotypage des Listeria ne sera pas abordé en Travaux Pratiques mais présenté aux étudiants de façon complète et actualisée .

## 2- TECHNIQUES DE QUANTIFICATION DES BACTERIES ET DES LEVURES

### 2.1. Méthodes classiques

#### 2.1.1. Dénombrement

- en cellule
- en milieu liquide
- en milieu solide
- par filtration sur membrane
- par opacimétrie

#### 2.1.2. Mesure de biomasse:

- par pesée
- par dosage d'azote

#### 2.1.3. Mesure de l' activité microbienne:

- par mesure de la consommation en substrat
- par dosage d'un produit du métabolisme

### 2.2. Méthodes rapides

Cytofluorimétrie, ATP- métrie, impédancemétrie, DEFT .

-Les thèmes choisis pour les travaux pratiques seront en relation avec le contrôle microbiologique des aliments .  
-On insistera lors de la présentation des techniques de dénombrement sur les causes d'erreur, les conditions d'une bonne exactitude et reproductibilité des résultats et l'organisation du travail sur une série d'échantillon . Les résultats pourront être exploités en comparant les valeurs obtenues, à partir d'un même échantillon, par différents étudiants utilisant différentes méthodes .

-La cytofluorimétrie pourra être envisagée dans le cadre des stages en entreprise .

### **3. MAITRISE DES POPULATIONS MICROBIENNES**

- Détermination du pouvoir bactériostatique et bactéricide.
- Recherche et dosage d'un composé antimicrobien : antibiotique, antiseptique, désinfectant, conservateur .
- Etude des normes et contrôle d'efficacité d'une substance antimicrobienne .

### **4. CONTROLES MICROBIOLOGIQUES DE BIOPRODUITS SELON LES NORMES EN VIGUEUR .**

- Prélèvement, échantillonnage, préparation de l'échantillon, étude des dilutions limites, discussion des milieux sélectifs, analyse et interprétation des résultats .

### **5. HYGIENE DES MILIEUX DE TRAVAIL ET DU PERSONNEL**

- Contrôle de pollution des locaux et du matériel
- Hygiène du personnel

### **6. VIROLOGIE**

- Recherche et numération des bactériophages .
- Recherche des Entérovirus dans une eau .

### **7. GENIE MICROBIOLOGIQUE .**

7.1. Conservation des souches : différentes modalités, analyse critique .

7.2. Contrôle d'un levain: pureté, aptitude technologique .

7.3. Etude d'une bioconversion

7.4. Conduite et suivi d'une fermentation industrielle

- On déterminera une CMI et une CMB en vue de l'utilisation des agents antimicrobiens dans l'industrie

- Les manipulations proposées aux étudiants seront en relation avec des centres d'intérêt des bioindustries, On pourra envisager, par exemple :  
- la recherche d'antibiotique dans le lait  
- le dosage d'un antimicrobien, et celui d'un conservateur dans un aliment ou un produit cosmétique

- Les études méthodologiques conduites précédemment (2. techniques de quantification) seront appliquées à l'analyse complète d'un produit solide homogène et hétérogène et d'un produit liquide: flore totale, coliformes, streptocoques fécaux, anaérobies sulfite-réducteurs, Salmonella, Staphylocoques et autres recherches particulières aux produits choisis.

- Différentes techniques seront mises en oeuvre : cellophane adhésive test, boîtes contact, technique Pétrifilm, écouvillonnage .  
- On pourra pratiquer une analyse de l'air des locaux  
- On mettra en évidence l'importance du lavage des mains par l'analyse comparée de la flore cutanée avant et après lavage des mains selon les procédures définies. On soulignera l'importance de la recherche de porteurs asymptomatiques (Staphylocoques, Salmonella)

- Les techniques de recherche et de numération des bactériophages seront conduites sur un levain lactique ou sur l'eau

- On pratiquera la conservation de souches par culture sur gélose, en culot de gélatine, par dessiccation, par congélation et lyophilisation .  
- Ce contrôle sera appliqué à un levain de laiterie, de brasserie, d'oenologie, de panification .

- On pourra choisir l'exemple de la transformation du glucose en fructose .

- A partir d'un substrat d'intérêt industriel, on réalisera la production d'une biomasse ou d'un métabolite .

### 3- TECHNIQUES IMMUNOLOGIQUES ( appliquées à l'analyse des bioproduits)

L'enseignement des techniques d'immunologie présente deux objectifs:

- maîtriser les technologies relatives à la réaction antigène-anticorps
- connaître les principales méthodes d'analyses pratiquées dans les industries alimentaires et les bio-industries

L'étudiant doit cerner l'intérêt de l'application de ces techniques dans les industries alimentaires et les bio-industries: elles sont en effet spécifiques et sensibles d'une part, rapides et simples d'autre part.

Ces applications sont surtout focalisées sur les méthodes de détection qualitatives et quantitatives de toxines bactériennes et fongiques ainsi que de micro-organismes.

Il conviendra d'insister particulièrement sur la préparation de l'échantillon qui est une opération préalable importante dans la mise en oeuvre de ces techniques.

PROGRAMME	COMMENTAIRES
<p><u>1- La réaction antigène-anticorps en milieu liquide:</u></p> <p>1-1- Réactions de précipitation: - Ring-test  - Immuno-néphélométrie</p> <p>1-2- Réactions d'agglutination: - Sérodiagnostic bactérien  - Agglutination passive</p> <p>1-3- Réactions de neutralisation</p> <p><u>2- La réaction antigène-anticorps en milieu gélifié</u></p> <p>2-1- Double immunodiffusion selon Ouchterlony</p>	<p>* Les applications ci-après sont données à titre d'exemples:</p> <p>- Application au dépistage de la brucellose</p> <p>- Application à l'identification des salmonelles</p> <p>- Application à la recherche de toxines bactériennes: entérotoxine d'E. coli, entérotoxine de S. aureus, entérotoxine de C. perfringens, entérotoxine de V. cholerae</p> <p>- Application à l'identification des entérotoxines de staphylocoques</p> <p>- Application à la recherche par immuno-diffusion des protéines étrangères à une viande</p>

<p>2-2- Immuno-électrophorèse: unidimensionnelle, bidimensionnelle, immuno-électroquantification</p>	<p>- Application à l'identification et au dosage des toxines bactériennes</p>
<p><u>3- L'immuno-capture et l'immuno-affinité</u></p>	<p>- Détection par immuno-capture des salmonelles dans un produit alimentaire - Purification d'un facteur de la coagulation par immuno-affinité</p>
<p><u>4- L'immuno-fluorescence:</u></p>	<p>- Application au diagnostic bactérien - Application au dénombrement rapide des levures dans les yaourts</p>
<p>- directe et indirecte - cytométrie de flux</p>	
<p><u>5- Les méthodes immuno-enzymatiques</u></p>	<p>- Application à la détection et à l'identification de pesticides et/ou d'herbicides - Application à l'identification et au dosage des toxines bactériennes et fongiques - Application à la recherche de lactoprotéines et d'ovalbumine dans les foies gras</p>

#### 4- ANALYSE SENSORIELLE

PROGRAMME	COMMENTAIRES
<p><u>1. Définitions, objectifs, vocabulaire utilisé</u></p>	<p>- On utilisera le vocabulaire défini dans les normes AFNOR (NF V00 150).</p>
<p><u>2. Aspects physiologiques</u></p>	
<p>2.1. Systèmes sensoriels</p>	<p>- On se limitera à des schémas anatomiques.</p>
<p>2.2. Mécanismes sensoriels</p>	<p>- On se limitera à des notions sur les récepteurs, la transmission et la perception.</p>
<p>2.3. Caractéristiques de la réponse sensorielle</p>	<p>- On étudiera les méthodes générales d'établissement de la relation stimulus - réponse. On précisera les notions de seuils, de précision, de reproductibilité et d'adaptation.</p>

### 3. Organisation de la mesure sensorielle

3.1. Les groupes d'évaluation sensorielle : jury entraîné et jury de consommateurs

- On étudiera les méthodes de recrutement, sélection, entraînement et contrôle d'un jury entraîné. On appliquera quelques unes de ces méthodes. On comparera les deux types de jurys et on envisagera le choix du type de jury en fonction de l'objectif.

3.2. Fonctionnement d'un jury

- fiche de dégustation

- On élaborera des fiches de dégustation.

- échantillons,

- On étudiera les modalités de présentation des échantillons en fonction de leur nature.

- environnement,

- On étudiera les caractéristiques du local et du matériel utilisé.

- organisation,

- On envisagera l'influence des horaires et de la fréquence des dégustations sur les résultats.

- personnel.

### 4. Méthodes de l'analyse sensorielle

4.1. Epreuves discriminatives et descriptives

- choix des essais,  
- essais par différence,

- On étudiera les essais de comparaison par paires, triangulaire, duo-trio, "2 sur 5", "A non A" et on réalisera au moins l'un de ces essais.

- essais utilisant les échelles et catégories,

- On étudiera les essais de classement, de catégorisation, de cotation, de classement par rangs et on réalisera au moins l'un de ces essais.

- essais analytiques ou descriptifs.

- On étudiera les essais descriptifs simple et quantitatif et on réalisera au moins l'un de ces essais.

4.2. Epreuves hédoniques

- choix des essais,

- On étudiera les essais à un échantillon, par paires, par classement, de lassitude, d'aversion, d'authenticité, de consommation et on réalisera au moins l'un de ces essais.

- différents types d'essais.

4.3. Etablissement d'un profil sensoriel	- On étudiera le principe de l'établissement d'un profil sensoriel (chaîne de descripteurs, échelle de notation). On établira le profil sensoriel d'un produit.
<b><u>5. Traitements et exploitation des résultats</u></b>	
5.1. Les différentes analyses statistiques	- Cette étude sera menée en relation avec l'enseignement de mathématiques.
5.2. Application à l'établissement d'un profil idéal.	

## **5- TECHNIQUES TOXICOLOGIQUES:**

Ce programme présente une liste de recherches, d'identifications et de dosages à réaliser. Il requiert la mise en oeuvre de techniques enseignées en biochimie, microbiologie et immunologie. Les techniques propres à la toxicologie sont peu nombreuses et sont repérées dans cette liste par un astérisque. 22 heures seront consacrées à ces techniques spécifiques. Toutefois, une certaine souplesse dans l'organisation de l'ensemble de ces techniques est laissée aux équipes pédagogiques.

Plusieurs organisations sont possibles:

1er Exemple:

- 22 heures de travaux pratiques de toxicologie sont prévues à l'emploi du temps de deuxième année et sont consacrées aux techniques repérées par un astérisque

- les autres travaux pratiques de toxicologie sont assurés dans le cadre des travaux pratiques de biochimie ou de microbiologie ou d'immunologie (les programmes de techniques biochimiques et immunologiques précisent quelques applications possibles des techniques étudiées; ces applications ne sont pas limitatives).

2ème Exemple:

- Le professeur de techniques toxicologiques peut prendre en charge, non seulement les techniques spécifiques de la toxicologie (correspondant à 22 heures d'enseignement), mais aussi tout ou partie des techniques toxicologiques prévues au programme de biochimie ou de microbiologie ou d'immunologie. Il convient alors d'accroître le contingent horaire des travaux pratiques de toxicologie.

Les équipes pédagogiques choisiront l'organisation et la progression qui répondront le mieux aux objectifs pédagogiques qu'ils auront au préalable définis.

PROGRAMME	COMMENTAIRES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recherche de toxines bactériennes par agglutination</li> <li>- Identification des entérotoxines staphylococciques</li> <li>- Recherche, identification et dosage de toxines bactériennes et fongiques par méthodes immuno-enzymatiques, immuno-électrophorèse et chromatographie</li> <li>- Détection, identification et dosage de pesticides et/ou d'herbicides</li> <li>- Dosage des nitrates</li> <li>- Dosage des fluorures</li> <li>- Recherche et dosage des métaux lourds</li> <li>*- Recherche des pyrogènes dans un soluté injectable</li> <li>*- Recherche de polluants dans une eau par le test des bactéries luminescentes</li> <li>*- Analyse de la toxicité d'une eau par le test des daphnies, le test des poissons et le test des algues</li> <li>*- Mise en oeuvre d'une étude de cytotoxicité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cf Techniques microbiologiques et techniques immunologiques</li> <li>- cf Techniques immunologiques</li> <li>- cf Techniques biochimiques et immunologiques</li> <li>- cf Techniques biochimiques et immunologiques</li> <li>- cf Techniques biochimiques</li> <li>- cf Techniques biochimiques</li> <li>- cf Techniques biochimiques</li> <li>- Cette recherche pourra être effectuée par des méthodes différentes selon le contexte local, notamment compte-tenu des équipements</li> </ul>

# SECURITE

L'enseignement de la sécurité est intégré aux enseignements de BIOCHIMIE-BIOLOGIE, SCIENCES DES ALIMENTS, GENIE INDUSTRIEL et TECHNIQUES D'ANALYSE . Il doit s'appuyer en outre sur les connaissances acquises en physique-chimie. Il sera conduit le plus souvent possible sous forme d'études de cas. Les travaux pratiques de laboratoire et les travaux d'atelier permettent ces études de cas car ils reproduisent des situations professionnelles réelles. Des travaux interdisciplinaires sont également souhaitables pour mieux appréhender la complexité et la dimension pluridisciplinaire des cas proposés.

Les objectifs de cet enseignement sont les suivants:

- Mettre en oeuvre une méthode d'analyse "à priori" des risques liés à une manipulation ou à une activité:
  - \* inventaire correct et exhaustif des produits utilisés (produits chimiques et biologiques) et des souches microbiennes cultivées, isolées ou identifiées
  - \* identification et description des différentes catégories de risques encourus: risques chimiques, risques électriques, risques liés à l'utilisation de machines et d'appareils, risques biologiques
- Mettre en oeuvre une méthode d'analyse "à posteriori" des risques: analyse des incidents et accidents survenus dans des manipulations ou activités du même type et mise en évidence logique et argumentée de facteurs potentiels d'accidents
- Répertorier les textes réglementaires, les normes, les recommandations, les "Bonnes Pratiques de Fabrication", les "Bonnes Pratiques de Laboratoire", les règlements intérieurs qui s'appliquent à une manipulation ou à une situation donnée
- Prévoir les mesures de sécurité conformes au diagnostic réalisé pour la manipulation ou l'activité envisagées
- Prendre les mesures de sauvegarde adaptées en cas de dysfonctionnement et de danger: arrêt immédiat des appareils et des installations, neutralisation ou destruction ou évacuation des produits et des micro-organismes
- Savoir donner l'alerte en cas d'accident
- Savoir protéger du suraccident et transmettre l'alerte aux services de sauvetage-secours et de soins adaptés
- Savoir intervenir en cas de brûlure par flamme ou de projections de produits corrosifs
- Estimer les conséquences possibles sur l'environnement



PROGRAMME	COMPETENCES ATTENDUES
<p><b><u>1- Cadre juridique et social</u></b>  <i>(information à faire soit par le professeur de biochimie-biologie soit par le professeur de génie industriel soit par le professeur de Sciences des Aliments)</i></p> <p><b>1-1- Définition des accidents du travail et des maladies professionnelles</b></p> <p><b>1-2- Structures administratives et procédures</b>  - Pouvoirs publics  - Sécurité sociale  - Gestion des accidents du travail et des maladies professionnelles dans l'entreprise:  * identification et rôle des différentes instances de prévention dans l'entreprise (chef d'entreprise, services médicaux du travail, CHSCT)  * procédures de déclaration d'un accident du travail, d'une maladie professionnelle, d'une maladie à caractère professionnel</p> <p><b><u>2- Méthodologies d'analyse des risques</u></b></p> <p><b><u>3- Le risque biologique</u></b></p> <p><b>3-1- Différents types</b></p> <p><b>3-2- Infections et pathologies d'origine biologique acquises aux laboratoires de biochimie, microbiologie, toxicologie et dans les ateliers de fabrication de bioproduits</b></p> <p><b>Classification des agents pathogènes</b></p>	<p>- On définira méthode d'analyse à priori des risques et méthode d'analyse à posteriori des risques</p> <p>- On présentera les différents types de risques biologiques et les différentes catégories de personnels exposés</p> <p>- On citera les infections et les pathologies d'origine biologique les plus fréquentes pouvant être contractées dans les laboratoires de biochimie, microbiologie et toxicologie ainsi que dans les ateliers de fabrication de bioproduits  - On précisera les sources, les voies et les modes de contamination relatifs à ces infections ou à ces pathologies</p> <p>- On indiquera les bases de la classification des agents pathogènes  - On donnera les définitions des classes 1,2,3,4 et E  et on citera des micro-organismes appartenant à chacune de ces classes</p>

### 3-3- Les niveaux de sécurité

- niveau de sécurité biologique 1 (NSB1)
- niveau de sécurité biologique 2 (NSB2)
- niveau de sécurité biologique 3 (NSB3)
- niveau de sécurité biologique 4 (NSB4)

### 3-4- La prévention et le traitement des biocontaminations

#### 3-4-1- Prévention des contaminations croisées

- On précisera les règles de sécurité (conception des locaux et B.P.L) pour NSB1, NSB2, NSB3 et NSB4.

#### 3-4-2- Les postes de sécurité microbiologique: PSM

- Différents types d'enceintes
- Normes

- On décrira, en les justifiant, les dispositions limitant les contaminations croisées: production dans des zones séparées, installations de sas et de systèmes d'extraction d'air, port de vêtements protecteurs, utilisation de procédures de nettoyage et de décontamination d'efficacité connue, utilisation de "systèmes clos " de fabrication, étiquetage rationnel...

- On indiquera les différents types de protection recherchée
- On décrira schématiquement les différentes catégories d'enceintes permettant d'obtenir ces types de protection

#### 3-4-3- Les procédés de biodécontamination

- Définitions: décontamination, désinfection, stérilisation.
- Désinfection de l'air, désinfection des locaux et des matériels, désinfection du linge

- cf cours de biochimie-biologie et de génie industriel

- On décrira sommairement les principales méthodes de désinfection de l'air, des locaux, des matériels, du linge

- Recueil, transport, stérilisation et élimination des produits biologiques, des cultures microbiennes et des instruments souillés

- On indiquera et on justifiera les mesures prises au laboratoire pour assurer la collecte et le transport des produits contaminés depuis le laboratoire jusqu'à la salle de stérilisation

3-4-4 -Prévention et surveillance médicales

- On décrira, en les justifiant, les mesures de prévention et de surveillance adoptées

3-4-5- Conduite à tenir en cas d'incident (cultures microbiennes répandues, inoculation accidentelle par piqûre, coupure ou éraflure, ingestion de micro-organismes...)

- On identifiera la cause de l'incident et on évaluera le risque consécutif à cet incident  
- On précisera les mesures immédiates adaptées

#### 4- Le risque chimique

##### 4-1- Définitions

4-1-1- Le risque incendie ou explosion

- On définira les termes suivants:  
\* incendie (triangle du feu)  
\* explosion: notion de LIE (Limite Inférieure d'Explosibilité) et de LSE (Limite Supérieure d'Explosibilité)  
\* produit inflammable  
\* produit comburant  
\* produit explosif

4-1-2- Le risque d'altération de la santé

- On indiquera les différentes voies de pénétration dans l'organisme (voies digestive, percutanée et pulmonaire)  
  
- On classera les différentes catégories de produits par rapport à leurs effets physiologiques: irritants, corrosifs, nocifs, toxiques, allergisants, cancérigènes, tératogènes...

4-1-3- Les normes européennes d'étiquetage des produits chimiques

##### 4-2- Détection et mesure

4-2-1- Le risque d'incendie ou d'explosion

4-2-2- Le risque d'altération de la santé

- On commentera quelques fiches toxicologiques

##### 4-3- Prévention

4-3-1- Prévention du risque d'incendie ou d'explosion

- On décrira les actions possibles au niveau du "triangle du feu": combustible, comburant, sources d'énergie  
- On présentera les différents types d'extincteurs  
- A partir de l'analyse de cas concrets, on choisira les extincteurs appropriés à une classe de feu

#### 4-3-2- Prévention du risque d'altération de la santé

- Prévention intégrée: choix d'un produit, éloignement des opérateurs, automatisation...
- Protection collective: captage à la source, ventilation
- Protection individuelle: gants, lunettes, bottes, vêtements, appareils respiratoires anti-gaz et anti-poussière
- Prévention et surveillance médicales

### 5- Le risque électrique

#### 5-1- Risques physiologiques

- A partir de la relation de cas concrets ou de l'examen des dispositions prises en travaux pratiques de laboratoire ou d'atelier, on analysera les mesures de prévention adoptées

- On rappellera les différentes manifestations dues au passage du courant à travers le corps humain: picotement, secousse, brûlure, téτανisation, fibrillation du coeur, électrocution
- On précisera les différents facteurs à prendre en compte:
  - \* seuil dangereux de l'intensité
  - \* variation de la résistance du corps humain (notion de Très Basse Tension de Sécurité TBTS)
  - \* durée du contact électrique
  - \* trajet du courant électrique

#### 5-2- Sources du risque

- On répertoriera les sources de risque:
  - \* contact direct: conducteur normalement sous tension
  - \* contact indirect: élément conducteur accidentellement sous tension
  - \* cas particulier de l'électricité statique

#### 5-3- Prévention

5-3-1- Textes réglementaires: Décret du 14 Novembre 1988 traitant de la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en oeuvre des courants électriques

- A partir de l'analyse d'extraits de textes réglementaires, on justifiera les mesures de prévention envisagées dans une situation donnée

5-3-2- Protection contre les risques de contact direct

- On indiquera et on justifiera les différentes mesures de prévention: mise hors de portée par éloignement, par obstacle, par isolation; consignes avant intervention

5-3-3- Protection contre les risques de contact indirect

- On indiquera et on justifiera les différentes mesures de prévention: inaccessibilité des masses, mise à la terre des masses

5-3-4- Mesures à prendre en cas d'utilisation d'appareils électriques

- On indiquera les différentes mesures de prévention: examen de l'état apparent du matériel, contrôle de la maintenance, usage conforme à l'utilisation prévue

<p><b><u>6- Les risques liés à l'utilisation de machines et d'appareils</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pour un matériel donné, on identifiera la ou les source(s) de risque mécanique</li> <li>- Sur un matériel donné, on repérera le ou les dispositif(s) de sécurité</li> </ul>
<p>6-1- Identification des risques</p> <p>6-2- Prévention</p>	
<p><b><u>7- Les risques liés à l'activité physique de l'opérateur</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- On présentera les différents types de risques liés à l'activité physique de l'opérateur</li> </ul>
<p>7-1- Différents types de risques: risques liés aux postures de travail, risques liés à la manutention de charges lourdes, risques de chutes</p>	
<p>7-2- Prévention</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- On indiquera et on justifiera les mesures de prévention: considérations ergonomiques et formation des opérateurs aux gestes et postures</li> </ul>
<p><b><u>8- Risques liés aux radiations ionisantes</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- On décrira les principaux effets biologiques des radiations ionisantes</li> <li>- On présentera les principes des contrôles et des mesures de prévention</li> </ul>

# ENSEIGNEMENTS PROFESSIONNELS ET TECHNOLOGIQUES

## BIOCHIMIE-BIOLOGIE

Première année: 5 heures de cours et 1 heure de travaux dirigés  
Deuxième année: 2 heures de cours

L'enseignement de la biochimie a pour but de donner les connaissances de base indispensables pour comprendre la structure et les propriétés des aliments et des produits d'origine biologique, les réactions biochimiques impliquées dans leurs transformations et leurs analyses, les bioconversions et les procédés biotechnologiques mis en oeuvre dans les bio-industries. Cet enseignement est donc particulièrement centré sur la biochimie structurale et l'enzymologie et doit être conduit à l'aide d'exemples empruntés aux industries alimentaires et aux bio-industries.

L'enseignement de la microbiologie se propose de présenter la diversité morphologique, biochimique et fonctionnelle des micro-organismes afin de mieux comprendre leurs implications et leurs applications industrielles. Il permet également de justifier la législation et les règles d'hygiène mises en oeuvre dans les industries agro-alimentaires et les bio-industries. La prévention et le traitement des biocontaminations sont particulièrement développés, compte-tenu de leur importance dans la définition de la qualité hygiénique des aliments, des médicaments et des produits biologiques. La toxicologie est développée pour les mêmes raisons.

A titre indicatif, les heures d'enseignement peuvent se répartir de la manière suivante:

	Première année (30 sem) Cours + TD	Deuxième année (22 sem) Cours
BIOCHIMIE (105 heures)	3 + 0,5	0
MICROBIOLOGIE (97 heures)	2 + 0,5	1
TOXICOLOGIE (22 heures)	0	1
<b>TOTAUX</b>	<b>5 + 1</b>	<b>2</b>

PROGRAMME	COMMENTAIRES
<p><b>1-BIOCHIMIE</b> (105 heures)</p> <p><b>1-1- Biochimie structurale</b> (40 heures)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Composition élémentaire de la matière vivante</li>   <li>- Constituants minéraux: eau et ions minéraux</li>   <li>- Glucides: <ul style="list-style-type: none"> <li>* Oses: structure et propriétés; classification; principaux oses (glucose, galactose, mannose, fructose, ribose)</li> <li>* Dérivés d'oses</li> <li>* Osides: classification; principaux diholosides (saccharose, lactose, maltose, cellobiose); principaux polyholosides (amidon, glycogène, cellulose); dérivés de polyholosides (carboxyméthylcellulose); hétérosides</li> <li>- Protides: <ul style="list-style-type: none"> <li>* acides aminés naturels: structure, exemples, propriétés</li> <li>* peptides: liaison peptidique, peptides d'intérêt biologique</li> </ul> </li>   <li>* protéines: structure, conformation, propriétés, classification</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- On présentera les éléments majeurs (C,H,O,N,P et S) et les éléments dont la forme ionique est prévalente (Na,Mg, K,Ca et Cl)</li> <li>- On définira les oligo-éléments</li>   <li>- On précisera la répartition, les formes et les rôles de l'eau dans l'organisme; on dégagera les corrélations entre ses rôles et ses caractères physiques et chimiques (propriétés de solvant, polarité, ionisation)</li> <li>- On définira la pression osmotique, on expliquera le phénomène de fanaison et on débouchera sur la définition de l'aw. Cela permettra d'expliquer la rôle stabilisateur de la dessiccation des aliments</li> <li>- L'étude des ions minéraux sera limitée à leur répartition qualitative et quantitative dans les compartiments extra et intracellulaires</li>   <li>- Outre les propriétés physiques et chimiques permettant de comprendre les principes des méthodes d'extraction, de fractionnement, de purification, d'identification et de dosage des glucides, on développera les propriétés intéressantes pour les industries alimentaires: propriétés gélifiantes, propriétés rhéologiques, piégeage d'arômes, fabrication d'emballages alimentaires, etc...</li>   <li>- La description des propriétés physiques et chimiques des acides aminés permettra de souligner les propriétés originales dues à la présence simultanée des fonctions aminée et carboxylique. On insistera particulièrement sur les propriétés présentant un intérêt analytique.</li> <li>- En ce qui concerne la structure des protéines et des peptides, on se limitera à la description du principe d'une méthode de séquençage. On définira protéines fibreuses et globulaires.</li> <li>- On mettra en évidence la relation entre l'intégrité de la structure spatiale et l'activité biologique et on indiquera les différents facteurs de dénaturation et leur importance positive ou négative dans les industries alimentaires</li> </ul>

- Lipides:
- \* Définition et classification
- \* Constituants des lipides: acides gras, glycérol, lipides isopréniques
- \* Principaux groupes de lipides: lipides simples, lipides complexes
- \* Lipoprotéines

- Acides nucléiques:
- \* Nucléotides
- \* ADN
- \* ARN

## 1-2- ENZYMOLOGIE (30 heures)

- Propriétés générales des enzymes
- Catalyse enzymatique
- Cinétique enzymatique
- Effecteurs de la réaction enzymatique
- Coenzymes
- Préparation des enzymes
- Génie enzymatique:
- \* Les enzymes immobilisées
- \* Les réacteurs enzymatiques
- \* Electrodes à enzymes

- On insistera particulièrement sur les acides gras et les glycérides et on développera les propriétés physiques et chimiques présentant un intérêt analytique ou industriel: solubilité, hydrolyse et saponification, addition d'hydrogène ou d'halogène, rancissement et siccativité
- On soulignera l'intérêt des lécithines en industrie alimentaire.
- La structure des lipoprotéines sera schématisée et on établira une comparaison des caractéristiques des chylomicrons, des VLDL, LDL et HDL.

- On indiquera les caractéristiques structurales de l'ADN ainsi que les structures d'ordre supérieur (ADN circulaires, super-enroulements)
- On en précisera les propriétés physiques intéressantes pour la préparation et l'analyse.
- On décrira la dénaturation par fusion thermique de l'ADN, sa renaturation et les applications de ces phénomènes dans les techniques d'hybridation moléculaire
- On comparera les caractéristiques structurales de l'ARN à celles de l'ADN et on donnera les bases fonctionnelles de la classification des ARN des cellules procaryotes et eucaryotes: ARN ribosomiques, ARN messagers, ARN de transfert

- On dégagera à l'aide d'exemples les propriétés générales des enzymes et les caractéristiques de la catalyse enzymatique

- On soulignera l'importance de la structure conformationnelle des enzymes dans le maintien de leur activité biologique
- L'approche cinétique sera conduite à partir de résultats expérimentaux et limitée à des cinétiques michaeliennes à un et deux substrats
- On définira l'allostérie et on soulignera dans la suite du cours son importance dans les phénomènes de régulation génétique et métabolique
- On présentera les coenzymes qui seront le plus fréquemment utilisés dans le cours sur le métabolisme

- On décrira le principe des différentes méthodes permettant d'immobiliser des enzymes et on indiquera les modifications qui en résultent au niveau de leurs propriétés
- On présentera les différents types de réacteurs enzymatiques: réacteurs fermés (en batch), réacteurs continus, réacteurs à membrane, réacteurs à support particulaire
- On donnera le principe général d'une électrode à enzyme; on illustrera ce cours en prenant notamment l'exemple des électrodes à glucose



- Applications analytiques et industrielles des enzymes

### 1-3- METABOLISMES (15 heures)

- Le métabolisme énergétique
- Les grandes voies du métabolisme cellulaire
- Intégrations et régulations métaboliques

### 1-4- ELEMENTS DE GENETIQUE MOLECULAIRE (20 heures)

- Structure fine des génomes procaryote et eucaryote
- Conservation, transmission et expression de l'information génétique

- Les applications analytiques présentées porteront sur des exemples précis relatifs à des dosages enzymatiques de métabolites, à des déterminations d'activités enzymatiques, à des identifications de biomolécules

- Dans les applications industrielles, on insistera sur les amylases et l'industrie des amidons, sur les glucose-isomérases et l'industrie du fructose, sur les pectinases et leur utilisation dans l'industrie des boissons, sur les protéases et les lipases utilisées dans différentes industries alimentaires

- On définira les différents types trophiques rencontrés dans le monde vivant et on développera la notion de couplages énergétiques et de composés riches en énergie. A ce propos, on évoquera leur formation par couplage chimio-chimique ou par couplage chimio-osmotique

- On présentera les grandes voies du métabolisme hydrocarboné et sans exiger la mémorisation des formules, on en dressera les bilans moléculaire et énergétique. On en mentionnera les étapes-clés et les métabolites importants.

- On récapitulera la place de l'acétyl-coenzyme A dans l'ensemble du métabolisme hydrocarboné et on montrera le rôle des navettes dans la compartimentation intracellulaire

- Pour le métabolisme azoté, on se limitera aux réactions de désamination et de transamination des acides aminés

- On définira les fermentations et on illustrera leur diversité à l'aide d'exemples intéressants pour les industries alimentaires

- On présentera les différents modes de régulation métabolique: régulation par perméabilité membranaire, régulation de l'activité et de la biosynthèse des enzymes, régulations hormonales

- On définira la notion de gène et on présentera l'organisation du génome des cellules procaryotes. On précisera les caractéristiques du génome des cellules eucaryotes: gènes morcelés, séquences répétées, familles multigéniques, ADN satellites

- On dégagera les caractéristiques fondamentales de la réplication de l'ADN

- On développera la notion de code génétique

- On définira le phénomène de mutation et on indiquera les principes des processus de réparation de l'ADN.

- La biosynthèse des protéines sera traitée chez les organismes procaryotes.

- On signalera l'existence et le rôle des phénomènes post-traductionnels

- Régulation de l'expression génétique

- Le génie génétique

\* les outils du génie génétique: synthèse d'oligonucléotides, P.C.R, enzymes utilisées, hybridation moléculaire, vecteurs de clonage, sondes moléculaires

\* clonage de gènes

\* applications industrielles du génie génétique:

- On décrira sous forme de schémas généraux un système inductible et un système répressible avec à chaque fois les contrôles positif et négatif. On mentionnera succinctement l'état des connaissances sur les différents niveaux de régulation de l'expression génétique chez les eucaryotes: promoteurs multiples, enhancers, épissages différentiels...

- La présentation des différents outils du génie génétique sera sommaire; toutefois on développera le principe schématique de la technique P.C.R et en s'aidant de schémas simplifiés, on décrira deux techniques d'hybridation courante en biologie moléculaire: la technique d'hybridation avec transfert capillaire (blotting) et la technique d'hybridation in situ.  
- On indiquera également le mode d'action et l'intérêt des enzymes les plus fréquemment utilisées: enzymes de restriction, ADN et ARN polymérases, ligases, nucléases

- On présentera de façon schématique les différentes étapes du clonage d'un gène et on définira banque génomique et banque d'ADN complémentaire

- Indiquer quelques réalisations et/ou perspectives d'application du génie génétique dans l'agriculture ou l'élevage (plantes et animaux transgéniques) ou dans les industries de fermentation (amélioration des souches microbiennes)

## **2- MICROBIOLOGIE (97 heures)**

### **2.1. ANATOMIE FONCTIONNELLE DES MICRO-ORGANISMES**

#### 2.1.1. Les bactéries

On décrira les éléments constants et facultatifs de l'ultrastructure bactérienne . On développera plus particulièrement les caractéristiques et les rôles de la paroi, des spores, des flagelles et des plasmides .

Les principes des colorations usuelles et des colorations spéciales (colorations de Gram et de Ziehl, colorations des spores, des flagelles et des capsules) seront développés à l'occasion de l'étude des organites concernés .

On abordera les aspects morphologiques et génétiques de la division bactérienne .

#### 2.1.2. Les champignons

- On présentera l'ultrastructure d'une cellule fongique que l'on comparera à celle d'une bactérie ( composition de la paroi, nature des organites, structure du noyau) .

- On décrira les deux types de filaments mycéliens : septés et non cloisonnés; on montrera leur structure coenocytique et leur organisation en mycélium .

- On étudiera

° la multiplication végétative des levures,

° la reproduction sexuée chez les Zygomycètes, les Ascomycètes ( dont la plupart des levures) et les Basidiomycètes,

° la reproduction asexuée chez les Mucorales et les Deutéromycètes les plus répandus : Aspergillus, Penicillium, Alternaria, Fusobacterium .

#### 2.1.3. Les algues

-On envisagera une présentation succincte et générale de la structure des algues et de leur reproduction .

### **2.2. PHYSIOLOGIE MICROBIENNE**

#### 2.2.1. Nutrition microbienne, types trophiques, milieux de culture

-On explicitera les concepts de besoins élémentaires, de nutriments et nutriments indispensables, éléments minéraux, sources de carbone, sources d'azote, facteurs de croissance , sources d'énergie .

-On sera ainsi conduit à définir et expliciter les termes : autotrophe, hétérotrophe, prototrophe, auxotrophe, phototrophe (photolithotrophe et photoorganotrophe), chimiotrophe (chimolithotrophe et chimioorganotrophe) que l'on illustrera par quelques exemples se rapportant aux bioindustries ou à l'écologie .

-On définira et on présentera, en liaison avec l'enseignement de techniques microbiologiques, les diverses catégories de milieux de cultures : milieux synthétiques et milieux complexes, milieux de base, milieux enrichis, milieux sélectifs et milieux d'enrichissement .

<p>2.2.2. Métabolismes microbiens: respirations, fermentations, lipolyse, catabolisme protidique</p>	<p>-En utilisant les connaissances acquises au cours de biochimie, on présentera succinctement les différents types respiratoires, les respirations aérobie et anaérobie, les principales voies fermentaires (fermentations alcoolique, homo et hétérolactiques, fermentations acide mixte, butane-diolique, butyrique, acétonobutylique et propionique ) ainsi que les principaux aspects du métabolisme azoté: protéolyse, catabolisme des acides aminés et de l'urée, utilisation de l'azote minéral</p>
<p>2.2.3. Croissance microbienne - paramètres de la croissance - étude cinétique -principaux facteurs agissant sur le développement des micro-organismes dans les aliments et bioproduits</p>	<p>-L'étude portera sur la croissance en milieu liquide non renouvelé et en milieu renouvelé . -On définira les différents paramètres de la croissance . -On décrira, en liaison avec l'enseignement de Techniques microbiologiques, les méthodes utilisées pour quantifier une population microbienne . Des courbes de croissance seront analysées, on précisera la signification physiologique des différentes phases . On insistera sur l'étude des différents facteurs influençant les cinétiques de croissance : pH, pO<sub>2</sub>, pCO<sub>2</sub>, force ionique, température, composition du milieu, activité de l'eau . -Les exemples seront choisis de façon à illustrer le rôle joué par ces paramètres dans les processus d'altération, de fabrication, de conservation et de stabilisation des aliments et des bioproduits. On mettra en évidence les différences de comportement des bactéries et des champignons vis à vis des différents facteurs et donc leur affinité respective vis à vis des différents groupes d'aliments ou des bioproduits.</p>
<p>2.2.4. Sélection et conservation des souches .</p>	<p>- On étudiera les principes technologiques de sélection d'une souche. Un des exemples choisis pourrait porter sur les lactocoques des ferments lactiques qui sont sélectionnés par leur vitesse de croissance, leur pouvoir d'acidification, leur pouvoir protéolytique (aminopeptidase), leur pouvoir d'aromatisation, leur sensibilité aux bactériophages, leur résistance à la congélation et à la lyophilisation. - On comparera les différentes méthodes de conservation (réfrigération, congélation, lyophilisation, dessiccation). - On précisera le rôle de divers adjuvants</p>
<p>2.3. Le pouvoir pathogène des micro-organismes</p>	<p>-On étudiera quelques exemples significatifs . Les facteurs du pouvoir invasif ( capacité à adhérer aux cellules, capacité à envahir les tissus, plasmides de virulence, sidérophores, activité antiphagocytaire ) et les défenses de l'organisme (barrières anatomiques, réaction inflammatoire, phagocytose) pourront être abordés ici sans faire l'objet d'une revue exhaustive .</p>
<p>2.3.2. Toxines bactériennes</p>	<p>-On présentera les critères de la classification des toxines - toxines protéiques et lipopolysaccharidiques, classification des toxines protéiques -ce qui conduira à en présenter les principales propriétés et le mode d'action .</p>
<p>2.3.3. Toxines des algues et des champignons .</p>	<p>-voir cours de toxicologie</p>

## 2.4. Les agents antimicrobiens

- Les agents chimiques antimicrobiens : antiseptiques, désinfectants, détergents, antibiotiques, conservateurs
- Les agents physiques antimicrobiens : température, rayonnements ionisants et non ionisants, pression, filtration .

## 2.5. SYSTEMATIQUE MICROBIENNE

### 2.5.1. Les bactéries

- Principes généraux de taxonomie
- Etude des groupes bactériens suivants:
  - ° bacilles à Gram négatif : Pseudomonas, Xanthomonas, Flavobacterium, Acinetobacter, Acetobacter, Brucella, Campylobacter, Enterobacteriaceae, Vibrio, Aeromonas
  - ° Coques à Gram positif : genres Micrococcus, Staphylococcus, Enterococcus, Leuconostoc, Lactococcus, Pediococcus .
  - ° bacilles à Gram positif sporogènes: genres Bacillus et Clostridium
  - ° bacilles à Gram positif asporogènes : genres Lactobacillus, Streptomyces, Listeria et Brochothrix, Propionibacterium et Brevibacterium
  - ° Mycobacterium, Actinomycètes

- On classera les agents chimiques antimicrobiens en fonction de leur mode d'action et de leur nature chimique; on précisera leur toxicité, leur spectre d'action et d'utilisation. On donnera des exemples d'application en bio-industries et on mentionnera les phénomènes de résistance.

- On donnera une définition de la stérilisation et de la stabilisation d'une denrée .
- On décrira les procédés de stérilisation par la chaleur humide et par la chaleur sèche
- On expliquera le mécanisme d'action des rayonnements sur les micro-organismes, en particulier celui des rayonnements ionisants ce qui conduira à présenter leurs effets sur les macromolécules du vivant .
- On expliquera les méthodes d'élaboration des barèmes de stérilisation et de pasteurisation ;
- Le cours sera illustré par de nombreux exemples empruntés aux bio-industries et plus particulièrement aux industries agro-alimentaires

-Pour l'ensemble des groupes bactériens ci-contre, on envisagera (en liaison avec l'enseignement de techniques microbiologiques) l'habitat, les critères et les méthodes d'identification en relation avec leurs caractères morphologiques, culturels, biochimiques et éventuellement antigéniques, le rôle pathogène, le rôle écologique, l'importance dans les bioindustries, le comportement vis à vis des substances antimicrobiennes

### 2.5.2. Les champignons

-L'étude portera sur les levures et les moisissures  
\* les levures étudiées seront des levures présentant un intérêt dans les industries agro-alimentaires ou entraînant des conséquences fâcheuses au plan organoleptique .  
\* les moisissures étudiées seront choisies parmi les Aspergillus, Penicillium, Fusarium, Alternaria, Mucorales, Geotrichum

### 2.5.3. Les algues

-On se limitera à une présentation succincte des principaux groupes d'algues, en insistant sur ceux présentant un intérêt dans les bioindustries .

## 2.6. VIROLOGIE

- Structure et classification des virus

-On décrira les différents types d'architecture virale .

- Multiplication virale

- On présentera la multiplication d'un virus à ADN, d'un virus à ARN, d'un rétrovirus et d'un bactériophage .  
- On définira la lysogénie

- Maladies virales d'origine alimentaire

- On décrira une maladie virale d'origine alimentaire : l'hépatite A .  
- L'étude sera centrée sur les problèmes posés par l'alimentation en eau, la consommation de coquillages et de mollusques ainsi que la consommation de fruits et légumes .

## 2.7. BIOCONTAMINATIONS

### 2.7.1. Origine

- On distinguera les micro-organismes d'origine exogène et les micro-organismes d'origine endogène.  
- On illustrera la diversité de la flore d'origine exogène:  
\* micro-organismes de l'eau, du sol et de l'air (l'exemple de la contamination du lait à la traite par la flore d'origine tellurique ou celui de la contamination de la viande dès l'abattage sont des exemples à développer)  
\* micro-organismes de la flore commensale de l'homme et notamment de micro-organismes d'origine fécale (hygiène des personnels)  
\* micro-organismes provenant de l'entreprise et de son environnement: matériaux et matériels utilisés, circulation des denrées, des matières premières, des produits, des matériels et des personnels, ventilation, nettoyage et entretien des locaux

## **2.7.2. Conséquences de la multiplication des micro-organismes constituant la flore des aliments et des bioproduits .**

2.7.2.1. Conséquences négatives : altérations, intoxications et toxi-infections alimentaires, intoxications par les produits d'altération .

-On décrira l'évolution spontanée d'une viande à différentes températures, celle des poissons à la température ambiante et sous glace . On évoquera les altérations des produits laitiers, des fruits et des légumes .

-Les mécanismes des intoxications staphylococcique et botulinique, des toxi-infections à Salmonella, Shigella, Yersinia, Campylobacter, Clostridium perfringens, Bacillus cereus, Vibrio parahemolyticus, Listeria seront abordés en relation avec les données épidémiologiques et en tenant compte des acquis de bactériologie générale.

-On présentera les principaux aspects de l'intoxication par les amines biogènes .

2.7.2.2. Conséquences positives: utilisation des micro-organismes dans les procédés de fabrication .

-On envisagera, en liaison avec le cours de "Sciences des aliments", le rôle des micro-organismes et l'évolution des flores au cours de la transformation des produits laitiers( notamment dans la fabrication des fromages), de la production de boissons alcoolisées (vinification), de la panification et de celle d'autres aliments fermentés (choucroute, charcuteries)

2.7.2.3. Normes et contrôles .  
Qualité sanitaire des produits .

### **2.7.3. Prévention des biocontaminations**

- Nettoyage, désinfection
- Salles à atmosphère contrôlée
- Conditionnement aseptique
- Hygiène du personnel

- Ces chapitres sont à traiter en relation avec l'enseignement de génie industriel et en prenant en compte les objectifs et les contenus du programme de "Sécurité"

### **2.7.4. Traitement des biocontaminations**

- Traitement par le froid: réfrigération, congélation
- Traitement par la chaleur: pasteurisation, stérilisation
- Traitement par deshydratation: séchage, lyophilisation, évaporation
- Traitement chimique: salage, fumage, addition de conservateurs
- Traitement sous atmosphère modifiée
- Autres traitements: les radiations ionisantes

- Ces chapitres sont à traiter en relation avec l'enseignement de génie industriel

### 3- TOXICOLOGIE (22 heures)

#### 3-1- Le risque toxicologique

- Définitions:

- \* toxicité à doses aiguës
- \* toxicité à doses répétées: toxicité subaigue, toxicité chronique

- Risques résultant de l'ingestion de substances toxiques: risques sur la fertilité, embryotoxicité, toxicité péri- et post-natales, potentiel mutagène, potentiels carcinogène et oncogène

- Toxicité après biotransformation

- Notion de tolérance locale

#### 3-2- Les méthodes d'étude de la toxicologie

##### 3-2-1- Méthodologies de l'étude toxicologique in vivo:

\* évaluation de la toxicité aiguë

\* évaluation de la toxicité subaigue

\* évaluation de la toxicité chronique

\* études de reproduction: fertilité, embryotoxicité, toxicité péri- et post-natales

\* étude de la cancérogénèse à long terme; test à court terme de mutagénéicité

\* étude du pouvoir sensibilisant

\* étude du pouvoir tératogène

\* tests de tolérance cutanée et oculaire

\* études de cytotoxicité

\* définitions de la dose létale 50 (DL50), de la dose-effet, de la dose sans effet, de la dose journalière admissible

- On décrira le principe et on analysera les protocoles destinés à évaluer la toxicité aiguë, la toxicité subaigue ou la toxicité chronique d'une substance

- On donnera les principales caractéristiques et les mécanismes des mutations. On présentera les agents mutagènes les plus représentatifs: agents alkylants, amines aromatiques, composés nitroaromatiques, hydrocarbures polycycliques. On commentera la relation entre pouvoir mutagène et pouvoir cancérigène. On décrira le principe et les caractéristiques des principaux tests de mutagénéicité chez les bactéries

- On rappellera succinctement les caractéristiques et le mécanisme des réactions d'hypersensibilité et on analysera un protocole destiné à rechercher le pouvoir sensibilisant ou allergisant au niveau cutané

- A propos de l'étude du pouvoir tératogène, des tests de tolérance cutanée et oculaire et des études de cytotoxicité, on présentera les protocoles d'étude en vigueur



3-2-2- Méthodes analytiques utilisées pour la recherche et le dosage des substances toxiques. Interprétation des résultats

### 3-3- Principales substances toxiques, risques potentiels, mode d'action

3-3-1- Substances toxiques contenues naturellement dans les aliments

- Substances goitrogènes: glucosinolates
- Substances cyanogénétiques
- Lectines
- Inhibiteurs d'enzymes: antitrypsine, inhibiteurs d'alpha-amylase
- Inhibiteurs de coenzymes: antivitamines B<sub>1</sub>, PP, B<sub>6</sub>, A, E, inhibiteurs de la biotine
- Inhibiteurs calciques
- Substances stimulantes et dépressives
- Toxines des champignons vénéneux
- Substances cancérogènes autres que les mycotoxines

3-3-2- Substances toxiques produites dans les aliments par des micro-organismes

3-3-2-1- Toxines bactériennes (voir microbiologie)

3-3-2-2- Mycotoxines:

- \* aflatoxines
- \* ochratoxines
- \* trichothécènes
- \* patuline
- \* citrine
- \* citréoviridine
- \* mycotoxines trémorgéniques
- \* toxines de l'ergot du seigle

3-3-2-3- Toxines secrétées par des algues

- On étudiera, en relation avec l'enseignement de travaux pratiques de biochimie, quelques protocoles mis en oeuvre pour analyser les résidus toxiques, en particulier les pesticides. On donnera le principe des méthodologies utilisées. On définira les limites maximales de résidus (LMR). On présentera les méthodes de dosage des métaux lourds: cadmium, plomb, mercure

- Pour chaque catégorie de substances concernées, on précisera leur nature chimique et leur origine et on présentera succinctement leur effet sur l'organisme

- Pour chaque catégorie de substances concernée, on précisera la nature de la bactérie ou de la moisissure produisant la toxine, le substrat à partir duquel la toxine est produite, ses effets pathologiques, les concentrations maximales admissibles, les mesures de prévention préconisées

- On décrira les effets sur l'organisme de l'ingestion de coquillages parasités par des Dinoflagellés ou celle de poissons contaminés par ces algues

3-3-3- Substances toxiques d'origine agricole contaminant les aliments: produits phytosanitaires (herbicides et pesticides)

- On donnera une classification des pesticides:
- insecticides:
  - \* organochlorés
  - \* organophosphorés
  - \* carbamates
- fongicides:
  - \* actifs par contact (soufrés, aromatiques)
  - \* systémiques (pyrimidines, thiadiazole)
- fumigants: oxyde d'éthylène, bromure d'éthyle...
- herbicides: hormones de synthèse, ammoniums quaternaires, diazines et triazines, carbamates
- On présentera pour chaque catégorie le domaine d'utilisation, le mode d'action et les effets sur l'organisme et sur l'environnement

3-3-4- Substances toxiques d'origine diverse contaminant les aliments: nitrites, nitrosamines, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), carboline, métaux lourds...

- On présentera les origines possibles des nitrites alimentaires et la toxicité de l'ion nitrite (méthémoglobinémie)
- On décrira la réaction de nitrosation et on illustrera la diversité des processus aboutissant à la production de nitrosamines. On indiquera le risque cancérigène des nitrosamines.
- On illustrera la diversité des processus aboutissant à la production d'hydrocarbures aromatiques polycycliques et on en mentionnera le risque cancérigène
- On présentera l'origine des contaminations alimentaires par les métaux lourds et on indiquera les aliments concernés. On décrira leur mode d'action sur l'organisme ainsi que les manifestations cliniques biologiques caractéristiques des intoxications aiguës et chroniques

3-3-5- Adjuvants de l'alimentation animale et médicaments: hormones, antibiotiques, coccidiosatiques

- On citera les hormones naturelles et artificielles présentant des propriétés anabolisantes et utilisées dans l'alimentation animale. On présentera leurs effets sur les organismes animaux ainsi que les risques résultants de résidus toxiques, les caractéristiques des viandes obtenues et la législation en vigueur.
- On donnera l'intérêt et le mode d'action de l'addition d'antibiotiques à des doses infrathérapeutiques dans l'alimentation de certaines espèces animales (volailles, porcs, bovins...). On signalera les risques encourus par le consommateur lors de l'utilisation d'antibiotiques dans l'alimentation animale.

3-4- Pénétration, résorption et devenir des xenobiotiques dans l'organisme. Interaction avec les récepteurs des tissus cibles.

- On illustrera les trois voies principales de pénétration des substances toxiques: digestive, respiratoire, cutanée. On montrera la relation entre la vitesse de résorption des toxiques et leur lipophilie. On présentera à l'aide d'exemples les trois destinées les plus fréquentes des xenobiotiques: élimination par détoxification (hydrolyse, oxydation et conjugaison), acquisition d'un pouvoir toxique par biotoxification (désulfuration, époxydation), accumulation par séquestration.
- On décrira quelques mécanismes d'action au plan moléculaire: alkylation de sites nucléophiles après époxydation, formation de radicaux libres; on précisera la nature des biomolécules transformées.

3-5- Problèmes posés par  
certains matériaux  
d'emballages, les produits  
de nettoyage et de  
désinfection

3-6- Aspects  
réglementaires et  
juridiques. Mesures de  
prévention

## ANNEXE II

### STAGES EN MILIEU PROFESSIONNEL

#### A - OBJECTIFS

Les stages en entreprise doivent permettre au futur technicien supérieur Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries de mieux appréhender la réalité professionnelle, d'appliquer les connaissances acquises en milieu scolaire et d'acquérir un certain nombre de pratiques grâce à l'observation et à l'analyse de cas concrets multiples et diversifiés.

Le premier stage qui se déroule à la fin de la première année scolaire, soit dans une entreprise agro-alimentaire, soit dans une entreprise pharmaceutique ou cosmétique doit être un « stage ouvrier ». Il a pour objectifs :

- l'observation de l'organisation d'une entreprise tant sur le plan productif que sur le plan des conditions de travail ;
- la perception de l'importance des facteurs humains et du travail en équipe ;
- la prise de conscience des problèmes de qualité.

Le deuxième stage qui se déroule au cours du deuxième trimestre de la seconde année scolaire doit être accompli soit dans une entreprise agro-alimentaire, soit dans une entreprise pharmaceutique ou cosmétique. Il porte exclusivement sur les aspects « qualité ».

Il a pour objectifs :

- la mise en dimensions réelles des connaissances et des compétences acquises en milieu scolaire ;
- l'acquisition de pratiques et de comportements professionnels adaptés en matière de qualité.

Un cahier des charges, négocié entre l'établissement de formation et l'entreprise, précise pour chaque stage ses objectifs précis, les modalités de sa réalisation et de son évaluation.

Le candidat doit faire un rapport pour chacun de ses deux stages. Ces rapports sont notés et les notes ainsi obtenues figurent dans le livret scolaire ou de formation du candidat.

Au cours du deuxième stage, le candidat doit conduire un travail personnel consistant en une analyse d'une situation relative à la qualité. Ce travail personnel fait l'objet d'un document écrit de cinq pages maximum présentant la problématique étudiée, les éléments de réflexion et d'analyse et une bibliographie sommaire. Ce document sera développé et argumenté au cours de l'exposé oral constitutif de la sous-épreuve Soutenance de projet (U 61).

## **B - ORGANISATION**

Le stage est obligatoire pour les étudiants relevant d'une préparation présentielle ou à distance.

### **1. Voie scolaire**

Cette formation, organisée avec le concours des milieux professionnels, est sous le contrôle des autorités académiques dont relève l'étudiant et, le cas échéant, des services du conseiller culturel près l'ambassade de France du pays d'accueil pour un stage à l'étranger.

La recherche des terrains de stage est assurée sous la responsabilité du chef d'établissement en accord avec les entreprises recevant les stagiaires.

Chaque période de stage en entreprise fait l'objet d'une convention entre l'établissement fréquenté par l'étudiant et la (ou les) entreprises (s) d'accueil. Cette convention est établie conformément aux dispositions en vigueur (circulaires du 30 octobre 1959, BOEN n° 24 du 14 décembre 1959 et du 26 mars 1970, BOEN n° 17 du 23 avril 1970). Toutefois, cette convention pourra être adaptée pour tenir compte des contraintes imposées par la législation du pays d'accueil.

Pendant le stage en entreprise, l'étudiant a obligatoirement la qualité d'étudiant stagiaire et non de salarié.

Afin d'en assurer le caractère formateur, les périodes de stage sont placées sous la responsabilité des professeurs assurant les enseignements professionnels. Mais l'équipe pédagogique dans son ensemble est responsable de l'explicitation de leurs objectifs, de leur mise en place, de leur suivi, de l'exploitation qui en est faite. Elle doit veiller à informer les responsables des entreprises ou des établissements d'accueil des objectifs des stages et plus particulièrement de leur importance dans la réalisation du document écrit, support de la sous-épreuve Soutenance de projet (U 61).

Des bilans de stage associant les professionnels, tuteurs en entreprise, seront réalisés en fin de période à la discrétion de l'établissement de formation.

En fin de stage, un certificat est remis au stagiaire par le responsable de l'entreprise ou son représentant, attestant la présence de l'étudiant. Ce certificat sera joint un tableau récapitulatif des activités conduites pendant le stage et indiquant le degré de responsabilité de l'étudiant dans leur réalisation.

Les certificats et les tableaux récapitulatifs devront figurer dans le dossier de la sous-épreuve Soutenance de projet (U 61).

Un candidat qui n'aura pas présenté ces pièces ne pourra être admis à subir cette sous-épreuve.

La durée globale des stages est de douze semaines. Le premier stage a une durée de quatre semaines, le deuxième stage, une durée de huit semaines.

Dans le cas d'un fractionnement, comme dans celui du prolongement sur la période de vacances, le partenariat avec l'entreprise ou les entreprises d'accueil fera l'objet d'une convention en précisant les modalités.

## **2. Voie de l'apprentissage**

Pour les apprentis, les certificats de stage sont remplacés par la photocopie du contrat de travail ou par une attestation de l'employeur confirmant le statut du candidat comme apprenti dans son entreprise.

Les objectifs pédagogiques sont les mêmes que ceux des candidats scolaires.

## **3. Voie de la formation continue**

### *a) candidats en situation de première formation ou en situation de reconversion*

La durée des stages est de douze semaines. Elle s'ajoute à la durée de formation dispensée dans le centre de formation continue.

Les modalités sont celles des candidats « voie scolaire », à l'exception du point suivant :

- le stagiaire peut avoir la qualité de salarié d'un autre secteur professionnel ;
- la recherche de l'entreprise d'accueil peut être assurée par l'organisme de formation.

### *b) candidats en situation de perfectionnement*

Les certificats de stage peuvent être remplacés par un ou plusieurs certificats de travail attestant que l'intéressé a été occupé dans les activités relevant de la qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries en qualité de salarié à temps plein pendant six mois au cours de l'année précédant l'examen ou à temps partiel pendant un an au cours des deux années précédant l'examen.

Ces candidats doivent conduire un travail personnel analogue à celui défini pour les candidats scolaires. Ils doivent donc également rédiger un document écrit de cinq pages maximum, support de la sous-épreuve Soutenance de projet (U 61).

## **4. Candidats en formation à distance**

Les candidats relèvent, selon leur statut (voie scolaire, apprentissage, formation continue), de l'un des cas précédents.

## **5. Candidats qui se présentent au titre de leur expérience professionnelle**

Les certificats de stage peuvent être remplacés par un ou plusieurs certificats de travail justifiant la nature et la durée de l'emploi occupé.

Ces candidats doivent conduire un travail personnel analogue à celui défini pour les candidats scolaires. Ils doivent donc également rédiger un document écrit de cinq pages maximum, support de la sous-épreuve Soutenance de projet (U 61).

## **C - AMENAGEMENT DE LA DUREE DU STAGE**

La durée normale des stages est de douze semaines. Cette durée peut être réduite soit pour raison de force majeure dûment constatée soit dans le cas d'une décision d'aménagement de la formation ou d'une décision de positionnement. Pour les candidats qui suivent une formation en un an, l'organisation du stage est arrêtée d'un commun accord entre le chef d'établissement, le candidat et l'équipe pédagogique.

	<b>Durée normale</b>	<b>Durée minimum en cas de positionnement ou d'aménagement de formation</b>
Premier stage	4 semaines	2 semaines
Deuxième stage	8 semaines	4 semaines

Toutefois, les candidats qui produisent une dispense de l'unité 61 (notamment au titre de la validation des acquis professionnels), ne sont pas tenus d'effectuer de stage.

#### **D - CANDIDATS AYANT ECHOUÉ À UNE SESSION ANTERIEURE DE L'EXAMEN**

Les candidats redoublants, qu'ils aient obtenu ou non l'unité 61 doivent s'impliquer normalement dans les activités professionnelles organisées par leur établissement et donc effectuer le stage prévu en deuxième année.

Les candidats apprentis redoublants peuvent présenter à la session suivant celle au cours de laquelle ils n'ont pas été déclarés admis :

- soit leur contrat d'apprentissage initial prorogé pendant un an ;
- soit un nouveau contrat conclu avec un autre employeur (en application des dispositions de l'article L.117-9 du code du travail).

**ANNEXE IV**

**RÈGLEMENT D'EXAMEN**

<b>BTS QUALITE DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET LES BIO-INDUSTRIES</b>			Voie scolaire, apprentissage, formation professionnelle continue dans les établissements publics ou privés, enseignement à distance et candidats justifiant de 3 ans d'expérience professionnelle	Formation professionnelle continue dans des établissements publics habilités	
Epreuves	Unités	Coef	Forme : ponctuelle	Durée	Evaluation en cours de formation
<b>E.1 Langue vivante étrangère 1 : anglais</b> Coef : 2	U.1	2	écrite	2h	2 situations d'évaluation
<b>E.2 Mathématique et sciences physiques</b> Coef : 5	U.21	2	écrite	4h	3 situations d'évaluation
- sous-épreuve : mathématiques				2h	
- sous-épreuve : sciences physiques	U.22	3	écrite	2h	2 situations d'évaluation
<b>E.3 Biochimie-biologie</b> Coef : 5	U.3	5	écrite	4h	2 situations d'évaluation
<b>E.4 Sciences appliquées</b> Coef : 5	U.4	5	écrite	4h	2 situations d'évaluation
<b>E.5 Techniques d'analyse et de production</b> Coef : 6	U.51	3	pratique	10h	ponctuelle pratique
- sous-épreuve : techniques d'atelier du génie industriel				4h	
- sous-épreuve : techniques d'analyses et de contrôles	U.52	3	pratique	6h	ponctuelle pratique
<b>E.6 Qualité appliquée aux industries alimentaires et aux bio-industries</b> Coef : 7	U.61	3	orale	5h	1 situation d'évaluation
- sous-épreuve : soutenance de projet				1h	
- sous-épreuve : étude de cas	U.62	4	écrite	4h	2 situations d'évaluation
<b>Epreuve facultative</b> Langue vivante étrangère 2*	UF1	1	orale	0h20 $\frac{2}{3}$	ponctuelle orale

\* Anglais y compris.

$\frac{2}{3}$  précédée d'un temps égal de préparation.

*N.B. : La description, la durée et le coefficient des différentes situations d'évaluation figurent dans l'annexe V, définition des épreuves.*