

## 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.

# LANGUE VIVANTE ETRANGERE

## 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.

Il sera bon de privilégier l'anglais comme langue vivante étrangère pour ses applications professionnelles. Si celle-ci n'est pas retenue comme langue obligatoire, il est vivement conseillé de la choisir comme langue facultative.

## 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. INDUSTRIES CEREALIERES

## PROGRAMME DE MATHÉMATIQUES

-\*-

L'enseignement des mathématiques dans les sections de techniciens supérieurs Industries céréalières 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 B.T.S. de la façon suivante :

### I - LIGNES DIRECTRICES

#### 2. OBJECTIFS SPECIFIQUES A LA SECTION.

L'étude de phénomènes continus issus des sciences physiques et biologiques et de la biotechnologie constitue un des objectifs essentiels de la formation des techniciens supérieurs en industries céréalières. Ils sont décrits mathématiquement par des fonctions, celles-ci étant obtenues, le plus souvent, comme solutions d'équations différentielles. De même la connaissance de quelques méthodes statistiques utilisées en contrôle de qualité est indispensable à un technicien supérieur dans chacune des trois spécialités (meunerie, alimentation humaine, alimentation animale) des industries céréalières.

#### 3. ORGANISATION DES CONTENUS.

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

- Une étude des fonctions usuelles dont la maîtrise est nécessaire à ce niveau pour résoudre les problèmes rencontrés dans les industries céréalières ;
- 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 programmables et des moyens informatiques.

.../

## 5. ORGANISATION DES ETUDES.

L'horaire est de 1 heure + 1 heure en première année, et de 1 heure + 1 heure en seconde année. Pour les élèves issus des sections F ou des sections de brevet de technicien, l'horaire de première année est complété par une heure hebdomadaire. Pour les élèves préparant le concours d'entrée à l'Institut Supérieur de Technologie (cycle ingénieur céréalier) l'horaire de seconde année est complété par une heure hebdomadaire.

## II - PROGRAMME

Le programme de mathématiques est constitué des modules suivants :

Nombres complexes 1, à l'exception du TP 1 qui ne concerne que l'horaire complémentaire de seconde année.

Fonctions d'une variable réelle 1, où le dernier alinéa est remplacé par :

Dans l'horaire complémentaire de seconde année on définira les fonctions circulaires réciproques et les fonctions hyperboliques, et on donnera leurs dérivées ; mais aucune connaissance n'est exigible à ce sujet en mathématiques au B.T.S.

Calcul différentiel et intégral 1, où le TP 3 est remplacé par :

Exemples de calculs d'aires et  
de volumes.

De plus, ce module comporte le commentaire suivant :

Dans l'horaire complémentaire de seconde année on mettra en oeuvre l'intégration par parties sur des exemples simples, mais l'intégration par parties est hors programme du B.T.S.

L'emploi de majorations tayloriennes pour l'obtention des développements limités des fonctions usuelles (exponentielle, logarithme, binôme, fonctions circulaires) est hors programme du B.T.S. mais pourra faire l'objet d'activités dans l'horaire complémentaire de seconde année.

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  $a \in \mathbb{R}$ , un polynôme ou une fonction  $\cos(\omega t + \varphi)$ .

On se limitera à des exemples très simples.

Dans l'horaire complémentaire de seconde année on pourra étudier quelques exemples où le second membre est un produit de fonctions de ce type en indiquant la méthode à suivre, mais aucune connaissance n'est exigible à ce sujet au B.T.S.

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

Statistique descriptive.

Calcul des probabilités 2.

Statistique inférentielle 2.

Calcul vectoriel, à l'exclusion du produit mixte.

Configurations géométriques.

## 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 - B.T.S. - INDUSTRIES CÉRÉALIÈRES

(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			
CONFIGURATIONS GÉOMÉTRIQUES	1			

## PHYSIQUE - CHIMIE

Dans les classes de techniciens supérieurs des Industries Céréalières, l'enseignement de sciences physiques vise à prolonger la formation scientifique et à développer les connaissances qui permettent d'établir une relation étroite entre enseignement scientifique et technologique.

Aux objectifs de connaissances s'ajoutent des objectifs méthodologiques importants : les futurs techniciens doivent maîtriser la méthode et le raisonnement scientifique pour être en mesure d'analyser et de comprendre le fonctionnement des systèmes qu'ils rencontreront dans leurs activités professionnelles. Il est donc nécessaire d'affiner et d'élargir certains concepts dont l'élaboration a été commencée dans les classes de second cycle ; en même temps, il faut préparer le terrain pour des acquisitions futures et pour un accès critique à l'information scientifique et technique.

Cet enseignement scientifique forme un ensemble cohérent. Il doit être confié à un seul professeur de sciences physiques qui utilise au mieux l'horaire imparti pour associer cours et travaux pratiques. De nombreux points du programme doivent faire l'objet de T.P.-cours qui offrent la possibilité d'une approche concrète et aisée par les élèves. Ces T.P.-cours sont réalisés durant l'horaire de travaux pratiques, au laboratoire ou sur la plate-forme.

Le programme proposé fixe des limites pour l'examen. L'ordre des rubriques n'est nullement impératif et le professeur reste évidemment libre d'adopter pour son enseignement la progression qu'il juge la meilleure. Toutefois il est indispensable de tenir compte des besoins des élèves qui sont souvent issus de classes différentes et des contraintes propres aux enseignements technologiques. Une étude expérimentale en sciences physiques peut être nécessaire pour permettre certains développements en technologie et une bonne coordination est indispensable entre les professeurs de sciences physiques et de technologie.

Le professeur peut également être conduit à aborder certaines questions de physique qui ne font pas expressément partie du programme d'examen mais qui présentent de l'intérêt pour une étude particulière entreprise en technologie ou qui suscitent une curiosité légitime du fait d'un regain d'actualité. Le professeur traite ces questions selon une pédagogie de vulgarisation rigoureuse et sobre.

Afin de développer l'aptitude au travail autonome, le professeur de sciences physiques facilite, avec l'aide du Centre de documentation et d'information de l'établissement, l'accès des élèves à des documents scientifiques et techniques.

## I - PHYSIQUE

### 1) STATIQUE DES GAZ

Loi des gaz parfaits. Masse volumique d'un gaz.

Changements d'état d'un corps pur (diagramme  $p, t$ ) existence du point critique

### 2) THERMIQUE

2-1 Quantité de chaleur et température.

Dilatation des solides, des liquides et des gaz; loi d'Avogadro.

Chaleur : divers modes de propagation; étude de la propagation par conduction et par convection. Mesure des conductivités.

2-2 Les deux principes de la thermodynamique.

Application aux moteurs **thermiques**

Principe de fonctionnement des moteurs à explosion.

## II PHYSIQUE APPLIQUEE

### 1-ELECTRICITE.

#### 1-1 Régimes transitoires:

- Etude de la charge et de la décharge d'un condensateur à travers un élément purement résistif.
- Etude de l'établissement et de la suppression du courant dans une bobine.

#### 1-2 Régimes périodiques:

- Définition des valeurs moyennes et des valeurs efficaces.

#### 1-3 Régimes sinusoïdaux:

- Dipôles linéaires élémentaires en régime sinusoïdal. Impédance et admittance.

- Groupements en série et en parallèle des dipôles précédents.  
Résonance.

- Puissances actives, réactive et apparente. Facteur de puissance.
- Systèmes triphasés de tensions et de courants. Montages triphasés équilibrés. Mesure de la puissance active et de la puissance réactive. Neutre et terre: liaisons à la terre pour la protection des personnes. Disjoncteur différentiel.

2- Etude des principes physiques mis en oeuvre dans quelques capteurs (piézoélectriques, opto-électroniques, électrodynamiques, jauges extensométriques).

#### 3- Conversion d'énergie:

Etude du principe de fonctionnement et de quelques propriétés importantes des convertisseurs suivants:

##### 3-1 Convertisseurs statiques.

3.1.1- Transformateur parfait monophasé. Rendement du transformateur réel. Transformateur triphasé. Transformateur de mesure (tension courant) .

3.1.2- Redresseurs non commandés; redresseurs commandés; facteur de puissance.

3.1.3- Onduleurs autonomes; harmoniques engendrés.

3.1.4- Hacheur; ondulation du courant de sortie.

##### 3.2- Moteurs

3.2.1- Moteurs asynchrones.

3.2.2- Moteurs à courant continu (à excitation indépendante, à excitation série) associés à des sources de tension réglable

3.2.3- Moteur synchrone alimenté par un onduleur.

3.2.4- Moteur pas à pas.

##### 3.3- Alternateur.

### III - CHIMIE

1. Thermochimie. Enthalpie de réaction. Etat de référence. Enthalpie de formation.

Etude des équilibres. Constante d'équilibre. Enthalpie libre. Prévion des réactions.

2. Cinétique chimique. Ordre d'une réaction. Réaction d'ordre 1.

3. Etude des solutions.

Propriétés générales des solutions : Lois de Raoult ; osmométrie.

3.1. Transfert de protons. Définition du pH. Autoprotolyse de l'eau. Couple acide-base. Constante d'acidité  $K_a$  ( $p_{K_a}$ ). Mélanges tampons. Corps amphotères. Dosages acido-basiques (méthodes potentiométriques et colorimétriques).

3.2. Transfert d'électrons. Couples rédox.

Potentiel d'oxydo-réduction. Loi de Nernst.

Mesure des potentiels d'oxydo-réduction.

4. Chimie organique.

4.1. Structure de la chaîne carbonée. (liaison  $\sigma$ , liaison  $\pi$ ). Isoméries (en particulier, énantioméries).

Structure et propriétés des molécules organiques.

4.2. Principales fonctions chimiques : alcool, acide, aldéhyde, cétone, ester, thiol, amine et amide.

## ECONOMIE ET GESTION DE L'ENTREPRISE

L'enseignement de l'économie et de la gestion de l'entreprise a deux objectifs :

- permettre au technicien supérieur de situer son activité professionnelle dans le cadre global de l'entreprise, de replacer les activités de production dans une perspective qui intègre les enjeux économiques et sociaux,
- apporter au technicien supérieur certains savoirs et savoir-faire relevant de l'économie et gestion nécessaires à l'accomplissement des tâches décrites dans le référentiel de l'emploi, pour remplir, dans les meilleures conditions des fonctions techniques, mais aussi technico-commerciales, participer à la définition et à la mise en place de la politique commerciale des entreprises dont l'activité concerne les industries des céréales et les industries de cuisson, éventuellement de participer à la gestion de ces entreprises.

Le programme d'économie et gestion comprend le relevé des notions et des capacités générales et opérationnelles que devrait acquérir le titulaire d'un BTS des industries céréalières.

Le technicien supérieur doit être capable :

- de s'informer sur le tissu industriel dans lequel s'exercera son activité : environnement des industries céréalières, organisation de celles-ci, sur les conditions de la commercialisation des produits ;
- de participer aux opérations commerciales ;
- face à un problème donné, de dialoguer avec les responsables d'autres fonctions de l'entreprise : comptable, gestionnaire ;
- dans toutes les opérations auxquelles il participe, de prendre en compte les dimensions économique et juridique, c'est-à-dire d'identifier les contraintes commerciales, financières, législatives, réglementaires, sociales ;
- d'appréhender les conséquences économiques, juridiques, sociales des choix techniques ;
- de se situer dans le cadre juridique applicable à la situation de salarié.

Il devra donc montrer des capacités, savoirs et savoir-faire des domaines de l'économie de l'entreprise, de la gestion, du droit.

Le relevé des savoirs à acquérir fait l'objet de la colonne de gauche du programme. Les exigences en ce qui concerne ces savoirs doivent être limitées à l'acquisition de notions de base, le technicien supérieur des industries céréalières n'étant pas un spécialiste d'économie, de gestion ou de droit. Il doit cependant se montrer capable de mobiliser ces connaissances pour réaliser les prestations demandées dans le référentiel de l'emploi.

La colonne de droite du programme précise, en regard de certains points, les éléments qui devraient faire l'objet d'une étude particulière, les activités pratiques qui devraient être réalisées au cours de la formation ou les savoir faire requis.

C'est plus particulièrement sur ces points que devrait porter le contrôle des savoir-faire.

## ECONOMIE ET GESTION

### PROGRAMME =

#### 1 - ECONOMIE DES INDUSTRIES CERÉALIÈRES

##### 1-1 L'environnement des industries céréalières

- Typologie des industries céréalières
- Place des industries céréalières : dans le contexte économique et plus particulièrement dans les industries agro-alimentaires

##### - Le marché des céréales

- . les facteurs de la demande ; notion de demande solvable ; l'aide alimentaire.

- . les facteurs de l'offre ; l'irrégularité de l'offre et ses conséquences

- . les grands courants du marché : marché mondial, marché intérieur, marché à l'exportation ; étude économique et géographique, évolution.

##### - Le marché des produits finis

- . la farine : la consommation de farine dans le monde, son évolution ; la consommation des pays de la C.E.E. ; le marché français,

- . l'alimentation animale,

- . les produits de cuisson.

##### 1-2 Etude sectorielle des industries céréalières

- les professions : structure - évolution

- les entreprises : structure juridique - évolution

##### - la meunerie.:

- . en France

- \* réglementation : les raisons de la réglementation ; le contingent ; évolution de la réglementation.

- \* les restructurations.

- . à l'étranger :

- \* aperçu général sur la réglementation et les structures.

COMMENTAIRES : Points devant faire l'objet d'une étude particulière ou de travaux d'application (connaître ou être capable de)

- Connaître le rôle de l'AGETAC (accord général sur les tarifs douaniers et le commerce (GATT))

- Connaître les grandes lignes de l'économie internationale sur les céréales.

### 1-3 Les opérations d'achat des produits

- La fixation du prix des céréales
  - . Aperçu de la législation française avant la politique agricole commune ; rôle de l'Office National Interprofessionnel des Céréales (O.N.I.C)
  - . La Communauté Economique Européenne : notions sur les institutions et leur fonctionnement.
  - . La politique agricole commune : différents aspects, financement ; la conduite de l'économie céréalière à travers les règlements communautaires.
- Les termes du commerce international
  - . Le système monétaire international : notions sur les réserves, les taux de change, le système monétaire européen, l'ECU, les Eurodollars.
  - . Les opérations à terme.
  - . Les montants compensatoires.
- Les formes de l'achat
  - . Les achats à moyen terme, au jour le jour
  - . Les achats directs, les intermédiaires
    - . Le régime de la collecte Produits soumis au régime ; les collecteurs agréés = désignation obligations.
- Règles et usages français pour le commerce des grains relatifs :
  - . à la conclusion des contrats
  - . au transport
  - . au paiement
  - . aux litiges.

### 1-4 Le transport des céréales et des produits transformés

- Le contrat de transport : étude juridique et en particulier : la responsabilité du transporteur, la preuve du contrat, les intermédiaires (commissionnaires et courtiers).

- Suivre les cours des céréales (lire un graphique de suivi des cours) ; utiliser les journaux professionnels.

- Suivre la préparation d'une campagne céréalière.

- Suivre une opération d'achat. Participer à des opérations de gestion des achats (étude d'un cas concret).

- Connaître la réglementation, les taxes, les modes de financement des stocks en achats directs. Savoir utiliser les règles et usages français pour le commerce des céréales (RUFRA),

- les différents contrats de Paris.

- Les moyens de transport

Caractéristiques essentielles des moyens de transport utilisés par la profession :

. transports routiers ; réglementation commune aux transports publics et privés ; réglementation des transports publics.

. transports par voie ferrée : modalités, réglementation et documents utilisés

. transports maritimes : modalités, réglementation et documents ; l'armateur et les intermédiaires

. transports par voie d'eau intérieure ; les différentes formes de contrats

. les incoterms : étude des principaux incoterms

- Réglementation de la circulation des produits :

. le transport des céréales  
- à partir des lieux de culture  
- à partir des magasins de collecteurs agréés

. le transport des farines :  
- transport et détention des farines en vrac

- transport des farines en sacs

1-5 Mercatique

- Les produits :  
caractéristiques - cycle de vie, stratégie du produit - spécialisation, diversification.

- La clientèle :

. La clientèle "meunerie" :  
boulangeries artisanales, industrielles, de grande surface, industries de cuisson, industries d'alimentation animale ; structure juridique des entreprises, caractéristiques économiques ; évolution.

. La clientèle "alimentation animale"

- La concurrence  
- Le réseau de distribution  
- L'action commerciale

Structure, organisation, fonctionnement de la force de vente

- Participer à la négociation d'un transport :

. utiliser et négocier des tarifs  
. calculer le coût d'une opération de transport (cf. 2.2-5 comptabilité analytique et éléments de gestion prévisionnelle  
. choisir un moyen de transport (en connaître la capacité)  
. utiliser des documents de circulation  
. contrôler les produits à l'arrivée.

- Utiliser les bons de remis, les états O.N.I.C.

- Apprécier le fonds de commerce d'une boulangerie (cf. 2-2-4)

- Réaliser un argumentaire  
- Animer une équipe de représentants : choix, formation, organisation du travail, évaluation, coût.

- La promotion commerciale ; les composantes de la politique promotionnelle
- la définition et la mise en oeuvre de la politique et de la stratégie commerciales.

## 2 - GESTION DE L'ENTREPRISE

2-1 Les problèmes fondamentaux de la création et du fonctionnement de l'entreprise

- La détermination des ressources nécessaires à la création et au fonctionnement ; la notion de patrimoine.

- La mise en place d'une organisation : les fonctions, les services, les opérations ; interdépendance des fonctions.

- Les relations humaines à l'intérieur de l'entreprise : notion de commandement ; relations sociales ; importance de la communication et des relations professionnelles.

- les relations avec les tiers : clients, fournisseurs, associés, banques, administrations, organismes professionnels.

- La structure des décisions dans l'entreprise ; la fixation des objectifs ; la politique et la stratégie de l'entreprise.

2-2 Le traitement de l'information dans le cadre des activités

1 - Notion d'information ; les difficultés et les obstacles à la circulation de l'information.

2 - Les outils d'aide à l'information. Les matériels informatiques.

3 - L'organisation administrative de l'entreprise : procédures, documents.

La facturation : réductions commerciales et financières, calcul et présentation de factures (prise en compte de la T.V.A).

Les paiements : les différents moyens de paiement, aspects pratiques et juridiques ; l'escompte des effets de commerce ; traitement juridique des impayés.

- Utiliser les matériels et les logiciels professionnels existants pour le traitement des problèmes commerciaux et administratifs relatifs à la meunerie, à l'alimentation animale.

#### 4 - Eléments de comptabilité générale et d'analyse financière.

Première approche comptable :

- le bilan, les comptes de bilan et leur fonctionnement,
- les comptes de gestion et leur fonctionnement,
- les stocks et les comptes de variation des stocks,
- la balance - le compte de résultat,
- enregistrement des achats, des ventes, des paiements ; rapprochements bancaires,
- analyse des charges ; les amortissements, les provisions : aspect économique, comptable, financier,
- analyse du compte de résultat. soldes intermédiaires de gestion.
- analyse financière : étude structurale des bilans ; le fonds de roulement.

#### 5 - Comptabilité analytique et éléments de gestion prévisionnelle

Les coûts : composantes, analyse, prévision. Charges directes et indirectes, tableau de répartition des charges indirectes ; classification par centre d'analyse ; détermination du coût par produit. Coût de production et coût de revient.

Variabilité des charges : charges variables et niveau d'activité ; charges fixes et structure de production.

Marge sur coût variable et seuil de rentabilité.

Principe de l'imputation rationnelle. application pratique de la méthode.

Les coûts préétablis : principes de calcul ; écarts et analyse des écarts.

Gestion budgétaire :

principe ; l'interdépendance et la hiérarchie des budgets.

Gestion des stocks :

Inventaire permanent des stocks ; courbe de consommation. Gestion économique des stocks ; stock minimum et stock de sécurité ; cadences d'approvisionnement.

- Lire un compte, une opération d'enregistrement, un rapprochement bancaire.

- Lire le bilan d'un moulin et comparer avec les données fournies par la centrale des bilans.

- Appréhender la situation d'une boulangerie à partir de son bilan et son activité à travers son compte de résultat.

- Etablir le coût de revient :

- de la farine

- des produits de cuisson

- des produits d'alimentation animale

- Calculer le coût de revient d'une opération de transport.

- Tenir des stocks

- Assurer la négociation et le suivi des contrats en fonction des prévisions de vente et de consommation.

Gestion de la production :  
principes généraux, notion  
d'optimisation du résultat.

Gestion des investissements :

les différents types d'investissements,  
la rentabilité des investissements de ca-  
pacité, la rentabilité des investissements  
de productivité, étude des différentes  
formes de financement des investissements ;  
tableaux d'amortissement d'emprunts ; in-  
fluence de la forme d'investissement sur la  
rentabilité. Notion de plan de financement  
des investissements.

Gestion de la trésorerie.

## 2-3 Le cadre juridique

1 - Notions de droit civil, commercial  
et fiscal :

- le contrat : formation, conditions  
de validité, effets ; la responsabilité  
contractuelle
- la responsabilité civile
- la répression des fraudes
- la forme juridique des entreprises :  
entreprise individuelle

les sociétés : caractéristiques  
essentielles des différents types de socié-  
tés (société anonyme, société à responsa-  
bilité limitée) ; la société coopérative:  
principe, gestion, avantages fiscaux ; le  
groupement d'intérêt économique : principe,  
constitution, gestion.

- l'entreprise en difficulté ;

- le principe de la T.V.A et de l'im-  
position des bénéficiaires.

## 2 - Droit Social

- organisation des relations collec-  
tives : syndicats, conventions collectives

- Etre capable de participer à une  
réunion technique relative à un projet  
d'investissement

- Prendre en compte la notion d'actua-  
lisation, de valeur actuelle, de taux  
de rendement.

- Appliquer ces notions à l'étude des  
contrats de vente et de transport des  
céréales et des produits transformés.

- Faire la liaison avec l'étude secto-  
rielle des industries céréalières

- Analyser les arguments en faveur du  
choix de la forme juridique d'une entre-  
prise.

- Indiquer les procédures relatives au  
redressement judiciaire et à la liquida-  
tion des biens

- Connaître et savoir appliquer la conve-  
tion collective de la meunerie.

## INFORMATIQUE

### A - OBJECTIFS

L'enseignement de l'informatique, en apportant les connaissances techniques nécessaires, en familiarisant avec les méthodes de travail spécifiques et en présentant les principaux outils logiciels, doit permettre d'utiliser l'outil informatique en tant que tel ou associé avec des appareils des industries céréalières.

Ces connaissances devront être exploitées par la suite dans l'ensemble des disciplines et, plus particulièrement, dans les disciplines d'enseignements professionnels.

Compte-tenu des objectifs recherchés, ce programme sera traité dans un esprit pluridisciplinaire.

Voir capacités et compétences terminales C1, C2, C3, C6, C7, C8-1, C8-3, C9-3, C10, C11.

### B - PROGRAMME

#### I - Informatique générale

1-1- Aspects matériel et logiciel d'un ordinateur : principaux composants et leur fonction ; différents niveaux logiciels.

1-2- Codage et organisation de l'information, structures de données, fichiers, bases de données.

1-3- Le traitement de l'information : algorithmique.

1-4- Initiation à la programmation

1-5- Interfaces, transmission de l'information, connexions entre appareils des industries céréalières et ordinateurs

#### II - Informatique appliquée

Connaissance et utilisation de différents types de logiciels : traitement de texte, tableur, logiciels de représentation graphique, de gestion de fichiers

### C - COMMENTAIRE

Les exemples choisis seront traduits dans un langage de programmation.

On développera les concepts de structuration qualité et maintenance.

et de bases de données, d'acquisition et de traitements de mesures, de contrôle de procédés, de modélisation et de simulation.

On tiendra compte de l'évolution des techniques aussi bien des industries céréalières qu'informatiques.

On étudiera des exemples dans des situations concrètes, en particulier dans les domaines suivants :

- recherche, gestion et communication de l'information
- gestion de matières premières et gestion de production
- gestion de laboratoire
- acquisition et traitements de résultats expérimentaux (en liaison avec les travaux pratiques).

# GENIE INDUSTRIEL CEREALIER

## A. ETUDE DES SYSTEMES DE PRODUCTION

### I - AUTOMATIQUE ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLE

#### OBJECTIFS

Le technicien supérieur des industries céréalières intervient principalement comme donneur d'ordre et utilisateur de processus automatisés.

Il est amené à définir le cahier des charges d'une automatisation prenant en compte, tant les objectifs économiques et opérationnels que les contraintes techniques liées au produit, au processus, aux équipements et à l'exploitation.

Utilisateur et exploitant du système sur lequel il peut intervenir pour des opérations de conduite, de surveillance et de maintenance partielle, il est cependant capable d'assurer en autonomie une modification limitée de l'équipement (pour définir et installer un actionneur, un capteur ..., modifier en conséquence un programme, ...)

Pour exploiter efficacement le système automatisé, il doit être capable d'analyser son comportement, ce qui suppose la maîtrise des outils de description de ces systèmes.

L'enseignement théorique et pratique permettant d'atteindre ces objectifs s'attachera à développer les capacités C2 à C5 du référentiel du diplôme.

Les connaissances et savoir-faire associés sont décrits ci-après.

#### PROGRAMME

##### 1 - Objectifs de l'automatisation des industries céréalières

###### 1-1 Objectifs généraux.

- coûts et qualité,
- critères d'exploitation (sûreté : sécurité; disponibilité ; conduite ; maintenance),
- flexibilité et évolutivité.

###### 1-2 Caractérisation des industries céréalières .

- Meunerie (s),
- Industries de cuisson .
- Nutrition animale .
- Autres .

##### 2 - Analyse fonctionnelle des systèmes automatisés

###### 2-1 Structuration verticale d'un système automatisé :

- concept de tâche : fonction, flux associés, contraintes, moyens associés,

- décomposition d'une tâche en sous-tâches .

## 2-2 Fonction principale d'un système automatisé.

### 2-2-1 Fonctions et relations internes au système :

- fonction "acquérir des informations",
- fonction "traiter les informations",
- fonction "commander la puissance",
- chaîne fonctionnelle associée à une tâche .

### 2-2-2 Relations entre le système et son environnement :

- fonction "dialoguer",
- fonction "communiquer".

## 3 - Représentation de l'information

### 3-1 Nature d'une information :

- caractère : logique, numérique, analogique ,
- correspondance entre la nature physique d'une information et son image informationnelle (image logique ou numérique d'une grandeur analogique par exemple),
- prise en compte d'une information : synchronisation .

### 3-2 Fonctions logiques.

#### 3-2-1 Outils de description d'une fonction logique :

- table de vérité ,
- équation boolienne, formes canoniques ,
- logigramme .

#### 3-2-2 Théorème de De Morgan.

#### 3-2-3 Opérateurs logiques .

#### 3-2-4 Fonction mémoire :

- concept d'état,
- table de vérité et équation(s) logique (s) d'une mémoire ,
- priorité d'une entrée, entrées exclusives,
- entrées synchronisées ou asynchrones ,
- principe(s) d'obtention d'un effet mémoire :
  - . par boucle de retour d'état, Applications : bascules (RS, ...), relais auto-maintenu;
  - . par maintien physique de l'état; Application : relais bistables, mémoires pneumatiques ...
- organisation de fonctions mémoires :
  - . module, mot-mémoire, mémoires en cascade (exemple : piles séquences),

- . écriture et lecture d'un module ou d'un mot mémoire : accès aléatoire (ex : RAM, ROM ...) ; accès séquentiel (piles, séquenceurs),
  - répartition de la fonction mémoire dans divers constituants capteurs ; pré-actionneurs ; mémoires-tampon .
- 3-2-5 Fonction comptage et/ou décomptage :
- état (s) d'un compteur ; capacité ; pré-sélection ;
  - comptage synchrone ou asynchrone ;
  - procédés de comptage : "comptage" implicite (mesure d'encombrement, pesage, ...) ; comptage logique (par GRAFCET) comptage numérique.
- 3-2-6 Fonction retard ou temporisation.
- 3-2-7 Transcodage
- Binaire - Gray ; BCD - 7 segments

Ce paragraphe 3-2 sera abordé sous un double aspect théorique et pratique, et distribué en fonction des besoins, en relations avec le reste du programme. Les paragraphes 3-2-4 à 3-2-7 seront abordés avec le souci de mettre en évidence les aspects technologiques.

- 3-3 Numération et représentation des nombres :
- système de numération :
    - . base 2, base 16 ,
    - . représentation binaire des nombres : entiers et décimaux : rang et poids d'un bit,
    - . représentation hexadécimale et représentation binaire ,
  - opérations en binaire :
    - . opérations logiques : ET, OU, OU exclusif ,
    - . opérations numériques : addition, soustraction ,
  - représentations codées binaires : BCD, GRAY.
- 3-4 Représentation des données pour le traitement numérique :
- types de données : entiers, réel, chaîne de caractères, tableau ,
  - variables et constantes - affectation d'une valeur ,
  - expressions numériques et logiques :opérateurs numériques, logiques et relationnels (= , > , < , ...),
  - représentation binaire des nombres formatés : entiers et réels

- codage A S C I I,
- liste de données : rang, adresse,
- fichiers.

Ces paragraphes 3-3 et 3-4 seront abordés en liaison avec les chapitres 5 et 6. La compétence attendue est la suivante : un algorithme de traitement numérique ou un programme étant donné, une modification étant définie :

- . caractériser les variables utilisées ou nécessaires au traitement,
- . caractériser ou écrire les expressions logiques ou numériques sous forme algorithmique.

#### 4 - Commande des systèmes

##### 4-1 Commande à effet direct : traitement combinatoire

- définition : information (entrée)  $\rightarrow$  ordre ou commande (sortie),
- expression logique des ordres ,
- notion de sensibilité des ordres aux entrées ,
- cas d'application :
  - . sécurités câblées ,
  - . commandes en ambiance explosive.

L'accent sera mis sur les réalisations combinatoires (en technologie pneumatique, électrique anti-déflagrante) pour installations de sécurité en ambiance explosive (trappes de silo, commandes de moteurs, ...)

##### 4-2 Commande fonction de l'état : traitement séquentiel :

- définition: information + état  $\rightarrow$  ordre ;
- expression des états : variables d'état ; expression des ordres ;
- évolution des états : réceptivité d'un état à une information, graphe d'état.

Illustration - mémoire à priorité à l'arrêt ,

- télérupteur, marche-arrêt d'un moteur.
- GRAFCET et état : GRAFCET partiel d'état, cas général : situation et état.
- notion d'état minimal et de codage des étapes :
  - . compromis simplification des états, complexité combinatoire,
  - . évolution actuelle .

- exploitation de l'état pour le diagnostic et la maintenance : état d'arrêt, historique des états et recherche des causes.

L'accent sera mis sur l'acquisition des concepts d'état et de réceptivité sur des applications simples et différenciatrices vis-à-vis du paragraphe 4-1. En travaux pratiques on s'attachera à mettre en évidence les avantages et les inconvénients respectifs de ces deux types de commandes du point de vue sécurité et maintenance par l'analyse de modes types de défaillance (voir aussi paragraphe 8).

#### 4-3 Commandes en boucle fermée :

- définitions et schéma de principe : consigne, grandeur de retour, grandeur de sortie, chaîne directe, chaîne de retour,
- rôle de la chaîne directe : notion de gain,
- influence de la chaîne de retour : précision, possibilité d'instabilité,
- consigne fixe (régulation) ou variable (asservissement),
- expression des qualités d'une commande asservie ou régulée :
  - . précision en régime permanent ou transitoire,
  - . rapidité : temps de réponse, fréquence propre ou constante de temps, bande passante,
  - . non dépassement : amortissement et dépassement,
  - . influence du gain sur la précision et la rapidité,
- instabilité des systèmes bouclés,  
Applications : effet "sonnette" des bascules ; oscillateur ;  
Inconvénients pour les applications industrielles : influence du gain : compromis stabilité-précision;
- amélioration des performances des systèmes bouclés ;  
compensation et correction : PID ; réglages ;
- notions sur les régulateurs adaptatifs.

L'accent sera mis sur les aspects opérationnels des systèmes bouclés (amélioration des performances, réglages) au cours de travaux pratiques et de logiciels appropriés de simulation.

L'aspect "calcul" sera limité à la compréhension et l'exploitation des modèles pour le paramétrage en réglage ou simulation.

Applications : distribution de produits en continu, régulation de vitesse de moteurs, régulation de température et d'hygrométrie.

## 5 - Outils de description du fonctionnement d'un automatisme

### 5-1 Concepts de base :

- bloc,
- alternative,
- répétition,
- parallélisme.

### 5-2 Représentations littérales structurées :

- structure de base : si ..... alors ..... sinon,  
Répéter ..... jusqu'à ,  
Tant que ..... Répéter ,  
Pour ..... Répéter .

### 5-3 GRAFCET

#### \* concepts et structures de base :

- trois premières règles d'évolution
- étape : - ordre associé à une étape  
- variable associée à l'état d'une étape ( $X_i$ )
- transition :
  - . Réceptivité associée à une transition
  - . Structure d'une réceptivité : événement (front), condition
  - . variable associée à une transition ( $Y_j$ )
- Prise en compte du temps : interne ( $t/X_i/T$ ) ou externe

(temporisateur)

- structures de base : aiguillages, parallélisme structural

#### \* Construction d'un GRAFCET :

- approche descendante : tâche, macro-étape,
- approche fonctionnelle (voir paragraphe 6-1),
- décomposition d'un GRAFCET en GRAFCET partiels :
  - . utilisation de la règle 4 : parallélisme interprété,
  - . structure appel-réponse .

Remarque : on montrera la correspondance entre les concepts GRAFCET et la représentation littérale structurée.

### 5-4 Chronogrammes:

Construction et exploitation d'un chronogramme.

## 6 - Description du fonctionnement des systèmes automatisés

### 6-1 Description fonctionnelle .

6-1-1. Cahier des charges fonctionnel.

6-1-2 Niveau de spécification et d'analyse .

6-1-2-1 Notion de point de vue :

- système,
- partie opérative, partie commande,
- frontière d'isolement.

6-1-2-2 Spécifications : fonctionnelles, technologiques, opérationnelles.

6-1-3 Modes de marche et d'arrêt d'un système.

6-1-3-1 Cas d'étude : principales boucles opérationnelles associées à :

- la marche normale (auto, cycle/cycle),
- une marche de réglage ou de test,
- un arrêt de sécurité,
- une procédure de maintenance.

6-1-3-2 Outil graphique de représentation.

6-2 Description technologique.

6-2-1 Représentation des solutions technologiques câblées :

- logigramme,
- schéma à contacts.

nota : il s'agit de représenter des solutions technologiques relatives à une partie du système pour laquelle une solution câblée a été retenue

6-2-2 Représentation des solutions technologiques programmées :

- langage universel,
  - . initiation à la programmation (Pascal ou Basic structuré),
- langage orienté application :
  - . programmation du GRAFCET,
  - . assistance à la programmation.

7 - Réalisations technologiques

7-1 Fonction animation.

7-1-1 Utilisation de l'air comprimé - actionneurs pneumatiques :

- . production d'air comprimé : compresseurs,
- . transport par lit fluidisé, aspiration, distribution d'air (séchage, climatisation ...),
- . vannes : typologie, motorisation,
- . actionneurs pneumatiques :
  - typologie des vérins et moteurs,
  - choix techniques : simple ou non effet, TOR ou asservi,
  - choix technologiques : dimensionnement.

### 7-1-2 Actionneurs électriques

Moteurs : typologie, principaux domaines d'emploi (vitesse constante ou variable).

Résistances électriques (fours ...).

### 7-2 Fonction acquisition de données :

- structure générale d'une chaîne d'acquisition de données et fonctions associées : détection ; transduction ; conditionnement ; adaptation ; transmission;

- détecteurs pour automatismes pneumatiques et électriques ;

- capteurs analogiques et numériques :

, typologie : de niveau, de débit, de pesage,  
de déplacement ou de vitesse,  
de température, d'hygrométrie, de pression;

- caractéristiques d'utilisation;

grandeur de sortie : analogique, numérique (nb débits);

liaison à distance : type, rapidité,

réglages, paramétrages .

### 7-3 Fonction traitement :

- traitement des données : logiques, numériques, analogiques;

- moyens de traitement : typologie, domaines d'utilisation;

- constituants programmables :

\* structure et fonctionnement interne :

- processeur (s) mémoire (s), bus internes, circuits  
d'interface,

- spécificités des constituants industriels : adaptation  
à la partie opérative (modules d'entrée/sortie), mise en oeuvre,

\* principe du fonctionnement en temps réel :

- standard : cycle acquisition-traitement-affectation  
par horloge temps réel ; temps de cycle et de réponse,

- notion d'interruption;

- Automates programmables industriels :

\* spécificités ,

\* modules d'entrées/sorties modulaires,

\* implantation d'un programme sur automate programmable;

- régulateurs programmables industriels :

\* régulateurs monoboucles, dédiés (pression, température,  
débit, ...) ou non;

\* régulateurs modulaires,

- \* systèmes industriels de contrôle de procédés ,
- \* programmation et réglage d'un régulateur ,
- micro-ordinateurs industriels .

#### 7-4 Fonction commande de puissance (et protection):

##### 7-4-1 Circuits de puissance pneumatique :

Structure d'une ligne d'alimentation pneumatique : fonction et schématisation des constituants :

- \* préactionneurs pneumatiques et électropneumatiques (distributeurs, électrovannes);

- \* constituants de modulation de l'énergie : fonction et schématisation des principaux constituants : régulateurs de vitesse ; limiteurs de pression ;

- \* constituants auxiliaires : sectionneurs, bloqueurs ...

##### 7-4-2 Circuits de puissance électrique

- structure d'une ligne d'alimentation d'un moteur asynchrone : fonction et schématisation des constituants, intégration des fonctions;

- fonction commutation Tout Ou Rien :

- \* commutateur électrique : contacteur,

- \* commutateur électronique : relais statique;

- fonction commande proportionnelle : variateur de vitesse pour moteur asynchrone;

- démarrage des moteurs asynchrones à cage;

- freinage des moteurs asynchrones à cage ;

- protection des moteurs électriques contre :

les surintensités, les surcharges, les surtensions, les défauts entre phase, les courts-circuits. Organisation des protections, respect des normes.

##### 7-5 Fonction dialogue :

- nécessité du dialogue : de conduite, de réglage, de dépannage ,

- moyens techniques associés ,

- organisation des moyens techniques de dialogue : pupitres, consoles, terminaux.

##### 7-6 Fonction communication :

- nécessité des communications ,

- Mode de transmission des données : série ou parallèle ,

- moyens de transmission : câbles, liaisons optiques ,

- réseaux industriels ,

- supervision des processus - moyens associés : micro-ordinateurs, écrans, imprimantes, synoptiques.

## 8 - Comportement des systèmes réels.

### 8-1 Comportements des constituants :

- temps de réponse,
- défaillance des constituants,
  - \* notion de discordance,
- dualité entre situation de la partie commande et état de la partie opérative.

### 8-2 Sûreté de fonctionnement :

- Loi de 1976 et décrets d'application : responsabilités .
- Réglementations et recommandations .
- Notion de risque (sécurité et disponibilité).
- Prévention intrinsèque ou par disposition - types de sécurités .
- Surveillance du fonctionnement :
  - combinatoire de sécurité dans les réceptivités,
  - surveillance des chaînes fonctionnelles par l'exploitation .

du GRAFCET

## 9 - Exploitation et maintenance des systèmes automatisés.

### 9-1 Exploitation - Conduite .

### 9-2 Maintenance :

- aspects opérationnels et sécuritaires,
- politique de maintenance - logistique,
- maintenance préventive :
  - . surveillance des constituants,
  - . entretien,
- maintenance curative :
  - . diagnostic : recherche des causes, notion d'arbre de défaillance ,
  - . interchangeabilité des constituants,
  - . procédures de dépannage ,
  - . problèmes opérationnels : stocks, accessibilité, sécurité ,
  - . remise en service après dépannage .

## II - MECANIQUE

### OBJECTIFS

Dans les industries céréalières, la connaissance technique (emploi rationnel et maintenance des matériels et équipements) est un facteur déterminant de l'optimisation de l'outil de production.

L'évaluation et l'analyse des mouvements, des efforts et des contraintes, propres aux systèmes implantés, constituent des démarches scientifiques indispensables pour le technicien supérieur de ces industries.

L'enseignement s'attachera à développer, en plus des capacités générales, les capacités C2, C3, C4 et C5 du référentiel du diplôme.

Le technicien supérieur des industries céréalières doit maîtriser le dessin technique en tant que "langage", lien entre toutes les personnes intéressées à l'évolution de l'entreprise.

Suivant son poste de responsabilité, confronté à divers personnels, il est en mesure de lire et d'interpréter un dessin de machine, un plan d'installation, un projet d'implantation d'usine. Ses notions en dessin technique sont suffisantes pour qu'il puisse concevoir des parties ou des ensembles d'installation.

La formation s'attachera davantage à la compréhension et à la conception, qu'à l'exécution.

Les objectifs visés permettront à l'étudiant d'aborder le cours d'installations d'usines en deuxième année, dans de bonnes dispositions.

Cet enseignement développe les capacités détaillées dans le référentiel du diplôme, soit notamment, en plus des capacités générales, les capacités C3, C4 et C5.

Le programme comprend à la fois du dessin technique, outil indispensable à la traduction de la pensée technique et de la technologie de construction.

## PROGRAMME

## COMMENTAIRES

### 1 - MECANIQUE FONDAMENTALE

#### 1-1 - Cinématique

##### 1-1-1 Cinématique du point :

- Vecteur vitesse et vecteur accélération d'un point mobile par rapport à un repère donné.
- Etude du mouvement d'un point dans le cas des mouvements rectilignes et uniformes.

##### 1-1-2 Cinématique du solide.

- Mouvement d'un solide par rapport à un repère donné, degrés de liberté.
- Champ des vecteurs vitesses d'un solide en mouvement par rapport à un repère ; torseur cinématique .
- Liaisons cinématiques et torseurs associés
- Etude de mouvements particuliers.

##### 1-1-3 Cinématique plane.

- Mouvement plan sur plan, centre instantané de rotation, champ des vecteurs vitesses.
- Composition des mouvements.

#### 1-2 - Statique

##### 1-2-1 Modélisation des actions mécaniques :

- Notion de force, grandeurs vectorielles associées .
- Système de force, torseur associé.
- Actions à distance .
- Actions de contact, lois du frottement .

##### 1-2-2 Principe fondamental de la statique

- Isolement d'un solide ou d'un système de solides, actions extérieures, actions intérieures.
- Principe fondamental

- Principe des actions réciproques .
- Méthodes de résolution .

### 1.3- Dynamique

#### 1-3-1 Principe fondamental de la dynamique :

- Cas d'un solide animé d'un mouvement de translation .
- Cas d'un solide animé d'un mouvement de rotation autour d'un axe fixe .

#### 1-3-2 Théorème de l'énergie cinétique

- Travail, énergie, puissance .
- Application du théorème au cas d'un solide en translation ou en rotation autour d'un axe fixe .

### 1-4 - Résistance des matériaux

#### 1-4-1 Poutres droites :

- Hypothèses .
- Torseur des actions intérieures .
- Torseur des petites déformations .

#### 1-4-2 Sollicitations simples

- Traction pure - Loi de Hooke - Module de Young
- Torsion pure - Module de Coulomb .
- Flexion pure ; flexion simple .
- Sollicitations composées .

#### 1-4-3 Systèmes hyperstatiques d'ordre 1 pour les poutres droites .

#### 1-4-4 Enveloppes minces et enveloppes épaisses .

## PROGRAMME

### 2- CONSTRUCTION MECANIQUE

#### 2-1 - Dessin technique

##### 2-1-1 Schématisation :

- Schémas cinématiques et technologiques.
- Schémas des circuits hydrauliques et pneumatiques.

##### 2-1-2 Dessin de construction

- Dessin d'avant projet.
- Spécifications fonctionnelles géométriques et dimensionnelles.

##### 2- 1-3 Cotation .

#### 2- 2 - Technologie de construction

##### 2-2-1 Matériaux.

- Caractéristiques mécaniques.
- Choix d'un matériau.

##### 2- 2-2 Liaisons mécaniques.

- Notion de mobilité.
- Organes de liaison, résistance mécanique.

##### 2- 2-3 Guidages.

- Guidages en translation.
- Guidages en rotation.

##### 2- 2-4 Etanchéité - lubrification .

##### 2- 2-5 Transmission de puissance .

## COMMENTAIRES

On fera la nuance entre cotation géométrique et cotation fonctionnelle.

Faire le parallèle aux systèmes implantés dans nos industries.

**3. MANUTENTION ET ETUDE DES MACHINES**

**3.1 MANUTENTION**

(1ère année)

**3.1.1. Généralités**

- Les problèmes de manutention.
- Unités.
- Caractéristiques des matières transportées en vrac.
- Cinématique de commande:
  - . moteurs,
  - . transmission,
  - . méthode de calcul,
  - . éléments constitutifs.

On considérera :

- le choix de l'appareil de manutention,
- le coût de revient de l'appareil de manutention :
  - . amortissement,
  - . frais d'entretien,
  - . frais de force motrice,
  - . prévention des accidents.

On procèdera au rappel des définitions et des équivalences

On envisagera les points suivants :

- rhéologie des pulvérulants,
- granulation,
- masse volumique,
- talus naturel,
- angle de frottement interne,
- pente d'écoulement.

On considèrera les éléments suivants :

- réducteur,
- variateur de vitesse,
- embrayage, limiteur de couple, manchons d'accouplement.

On envisagera la transmission :

- à chaîne,
- par courroie plate,
- par courroies trapézoïdales,
- par courroies crantées.

Poulies, moyeux, chaises, paliers lisses, roulements, lubrifiants.

**3.1.2. Appareils de manutention en vrac:**

- Principe.
- Eléments constitutifs.
- Débit, puissance absorbée, rendement.
- Trajectoire des produits.

On considèrera :

- manutention gravitaire, conduit, distributeur, répartiteur,
- échantillonneur,
- actionneurs mécaniques, électriques, pneumatiques,
- élévateur, convoyeur à balancelles,
- transporteur à bande,
- transporteur à chaîne, à câble,
- transporteur à secousses,
- aéroglissière.

3.1.3. Les appareils de manutention des sacs

3.1.4. Aéraulique et transport pneumatique :

- Notions fondamentales d'aéraulique.

- Transport pneumatique :
  - . par air aspiré,
  - . par air refoulé,
  - . mixte.

3.2. Etude des machines

3.2.1. Machines de nettoyage et de préparation :

- Principe.
- Eléments constitutifs.
- Débit, puissance absorbée.
- Trajectoire des produits.
- Résultats qualitatifs.

3.2.2. Machines de fragmentation :

- généralités,
- étude des principales machines.

On considèrera :

- sac, "big bag", conteneur,
- toboggan, glissière,
- bande transporteuse,
- chariot élévateur, palettes, élingues.

On se limitera aux notions suivantes:

- mesures, pression statique et pression dynamique, pertes de charge ,
- réseau d'aspiration, éléments constitutifs, ventilateurs, chambres de détente, cyclônes, filtres, écluses,
- aspiration sur machine, débit d'air, pertes de charge,
- loi de chute des corps dans l'air, classement densimétrique,
- ventilation de conservation.

On présentera :

- les éléments constitutifs de l'appareillage et les accessoires,
- les méthodes de calcul.

(2 ème année)

On envisagera les machines suivantes :

- tamiseurs plans et tamiseurs rotatifs,
- trieurs à alvéoles (cylindriques, à disques),
- trieurs par élutriation,
- épierreur à sec et épierreur par voie humide, laveuse,
- trieur Paddy,
- trieur colorimétrique,
- trieur magnétique,
- toboggan,
- mouilleur,
- brosse à blé, époinçuse, décortiqueuse.

- On considèrera l'indice énergétique et le rendement énergétique.

- On envisagera les machines suivantes:

- . meules horizontales, meules verticales, "soder",
- . appareils à cylindres, réducteurs, applatisseurs,
- . détacheurs à friction, à projection, à broches,
- . broyeurs à marteaux fixes, à marteaux articulés.

3.2.3. Machines de classement  
granulométrique et densimétrique.

- On étudiera les machines suivantes :
- plansichters,
- extracteurs de broyage, bluteries, finisseurs à sons,
- tables densimétriques,
- sasseurs.

3.2.4. Machines de traitement des produits finis.

- On considèrera les points suivants :
- stockage en vrac et méthode de calcul des silos.
  - doseurs,
  - extracteurs,
  - mélangeuses à rubans et mélangeuses à pelles, diagramme des temps,
  - mélasseuse, presse à granuler,
  - presse à pâtes alimentaires,
  - extrudeur,
  - refroidisseur,
  - appareils pour le déplacement des protéines,
  - sécheurs (principes, éléments constitutifs, méthode de calcul, bilan thermique, sécheurs par la chaleur et sécheurs par le ( lyophilisateurs)
  - appareils de production de l'énergie et appareils de récupération de l'énergie

3.2.5. Machines spéciales pour certains produits.

- On considèrera les machines spécifiques des :
- blés durs,
  - café,
  - graines oléagineuses,
  - légumes secs,
  - maïs,
  - orge, malt,
  - riz,
  - semences.

3.2.6. Machines de pesage.

- On envisagera :
- les classes de prévision,
  - les pesages :
    - . discontinu et continu,
    - . mécanique, électromécanique, électronique et les jauges de contrainte.

### III EQUIPEMENTS ET INSTALLATION D'USINES (2ème année)

#### COURS

<u>PROGRAMME</u>	<u>COMMENTAIRES</u>
1- <u>L'IMPLANTATION GENERALE</u>	
1.1. Le terrain à équiper.	On montrera notamment comment il convient de prendre en compte les points suivants : <ul style="list-style-type: none"><li>- situation géographique,</li><li>- orientation,</li><li>- dimensions,</li><li>- nature du sol,</li><li>- résistance du sol-taux de travail,</li><li>- topographie,</li><li>- climatologie.</li></ul>
1.2. Les voies d'accès existantes ou à créer et les engins de transport.	On considèrera : <ul style="list-style-type: none"><li>- le réseau routier,</li><li>- le réseau ferroviaire,</li><li>- les voies fluviales,</li><li>- les voies maritimes.</li></ul>
1.3. Les sources d'énergie.	On envisagera l'énergie électrique, l'énergie thermique et l'énergie hydraulique.
1.4. La détermination des besoins	
1.4.1 - pour les grands services: <ul style="list-style-type: none"><li>. matières première,</li><li>. usine de transformation,</li><li>. produits finis,</li><li>. expédition,</li></ul>	On examinera l'arrivée et le stockage.
1.4.2 - pour les services annexes:	On envisagera notamment les services suivants : <ul style="list-style-type: none"><li>- gardiennage, bureaux,</li><li>- locaux sanitaires et sociaux,</li><li>- laboratoires et bureaux,</li><li>- centrales,</li><li>- chaufferie et annexes,</li><li>- garage et locaux d'entretien,</li><li>- ateliers et services de pièces de rechange.</li></ul>
1.4.3 - pour le raccordement des voies aux réseaux existants .	
1.5. Etude de dispositions types	
1.5.1. Plan de masse .	
1.5.2. Disposition des bâtiments .	
1.5.3. Notions relatives à l'environnement .	On se limitera aux notions suivantes : <ul style="list-style-type: none"><li>- voie publique,</li><li>- limite séparative,</li><li>- gabarit urbain,</li><li>- plantations,</li><li>- rangement des véhicules,</li><li>- parc-auto,</li><li>- voirie et réseaux divers.</li></ul>

1.5.4. Normes concernant :

- la circulation des véhicules,
- la hauteur libre,
- les aires de stationnement.

2. LES BATIMENTS

2.1. Généralités architecturales.

Il s'agit ici de donner des notions d'esthétique fonctionnelle ; on insistera sur la recherche des volumes et de leur équilibre ainsi que sur celle des formes et de leur équilibre et sur l'importance de l'habillage extérieur.

2.2. Les protections.

On envisagera les protections contre la chaleur, l'humidité, les bruits, la foudre, ainsi que les protections spéciales, notamment sismiques.

2.3. Les fondations et les poteaux.

On considèrera :  
- la transmission des efforts sur le sol et les couches,  
- les fondations types.

2.4. Les poutres et les poutrelles.

On présentera les différents types (béton armé et béton précontraint, poutrelles métalliques et poutrelles en bois) et on considèrera leurs dimensions.

2.5. Les toitures et couvertures.

2.6. Les planchers.

On considèrera les différents types de planchers (béton, métalliques, en bois, mixtes) et les surcharges U.R. ainsi que les charges localisées.

2.7. Les murs.

On envisagera les murs suivants : murs extérieurs, murs de refends, autres murs intérieurs, murs spéciaux tels que murs coupe-feu. On considèrera le poids au m<sup>2</sup>.

2.8. Les aménagements.

2.8.1. Les ouvertures.

2.8.2. Les liaisons entre les étages.

On considèrera ici :  
- les escaliers, les échelles, et les rampes,  
- les ascenseurs et les monte-charges.

2.8.3. L'éclairage.

On envisagera l'éclairage naturel et l'éclairage artificiel.

- 2.8.4. Le chauffage et la climatisation.
- 2.9. Les bâtiments modulaires.
3. LES SILOS A CEREALES.
- 3.1. Généralités.
- 3.1.1. Les différentes catégories.
- 3.1.2. Les types de construction.
- 3.1.3. Les formes.
- 3.1.4. Particularités relatives:  
- au fonctionnement,  
- à la situation.
- 3.2. Les silos pour usines de transformation.
- 3.2.1. La détermination des besoins.
- 3.2.2. La disposition et la forme des silos.
- 3.2.3. La réception des céréales.
- On examinera le problème de leur installation locale ou centrale et de l'utilisation des diverses sortes d'énergie.
- On définira les "modules" de bâtiment et on envisagera l'application de ce concept aux cellules de stockage et aux usines.
- On distinguera le silo de ferme, le silo coopératif, le silo portuaire, le silo d'usine de transformation, le silo industriel.
- On considèrera les silos en grillage et tôle perforée, en bois, en métal, en béton et les silos préfabriqués.
- On présentera les silos à base circulaire, les silos à base carrée ou rectangulaire et les silos à base polygonale régulière.
- On envisagera ici les particularités relatives au remplissage et à la vidange, à la surpression s'exerçant sur les parois et à la situation extérieure ou intérieure par rapport aux locaux.
- On considèrera la capacité totale, la capacité unitaire et le nombre des cellules, le calcul de capacité, le talus naturel, les frottements internes et la résultante des pentes.
- On montrera l'importance de leur étude et on donnera les indications permettant de mener à bien cette dernière.
- On considèrera :
- . les modes suivants de réception : ferroviaire, routière, fluviale ou maritime,
  - . les engins de réception.

#### 4. LES ZONES DE NETTOYAGES

- 4.1. La détermination des principaux "blocs" de nettoyage. On examinera les relations avec l'amont et avec l'aval, le stockage en vrac et les différents nettoyages.
- 4.2. L'implantation. On envisagera :  
- les variantes de surface des "blocs" et l'incidence sur les élévations,  
- les servitudes.
- 4.3. La détermination des dimensions du bâtiment.
- 4.4. L'aménagement des planchers des machines.
- 4.5. Les boisseaux de repos ou de préparation.
- 4.6. Etude d'une disposition type.
- 4.7. Variantes de disposition.

#### 5. LES USINES DE TRANSFORMATION.

- On considèrera :  
- les usines de première transformation telles que les minoteries, les semouleries, les maïseries,  
- les usines de fabrication d'aliments pour le bétail.
- 5.1. La détermination des "blocs". On envisagera les relations avec l'amont et avec l'aval et on se limitera à l'étude succincte des différents "blocs".
- 5.2. Le moulin et l'usine de fabrication d'aliments pour le bétail. On considèrera le nombre des machines, la détermination des surfaces au sol, la hauteur des étages, les dispositions types et la recherche des modules de bâtiment.

5.3. Les machines particulières et leur incidence sur l'installation, le bâtiment et l'environnement.

On envisagera l'incidence des particularités des machines de nettoyage des minoteries, les machines des usines de fabrication d'aliments pour le bétail, des services, d'aspiration des transmissions de commande, des conduits de liaison, de la manutention des produits (manutention mécanique et manutention pneumatique) et du contrôle de rendement.

Ces particularités font intervenir en priorité :

- pour les machines :
  - le sens des mouvements,
  - leurs poids,
  - leurs dimensions,
  - leur niveau sonore,

- pour les aspirations : les débits et les vitesses de circulation de l'air, les pertes de charge, les tracés et les développés des tuyauteries et le calcul des dimensions des cyclones et des filtres,

- pour les conduits de liaison : les diamètres de conduit en fonction du débit de produit,

- les pentes des conduits en fonction de la nature des produits.

## 6. LES MAGASINS A PRODUITS FINIS

6.1. Les relations amont-aval

6.2. Applications

6.3. Le diagramme type.

6.4. La forme des cellules et les matériaux.

6.5. Les différents types d'extraction.

6.6. La capacité des cellules.

6.7. Les magasins à planchers (sacs).

On se limitera aux minoteries et aux usines de fabrication d'aliments pour le bétail.

On se limitera à l'étude du principe de son établissement et on considèrera le cas de la manutention pneumatique et celui de la manutention mécanique.

On étudiera les cellules cylindriques à titre d'exemple et on envisagera par comparaison, succinctement celles ayant une autre forme.

On considèrera l'extraction "mécanique" l'extraction "vibrante", l'extraction "fluidisée" et l'extraction "gravitaire".

On considèrera le talus naturel des produits dits "pulvérulents" et la masse volumique de ces produits.

On envisagera le gerbage des sacs, la palettisation, la constitution des palettes ainsi que l'autoleveur et le chariot à fourche.

6.8. L'ensachage et l'expédition.

On examinera essentiellement les éléments suivants :

- sacs, ensacheuses et carrousels,
- vrac, conteneurs,
- encamionneur,
- enwagonneur,
- contrôle pondéral.

7. L'ETABLISSEMENT D'UN DEVIS  
DESCRIPTIF ET ESTIMATIF  
D'UNE INSTALLATION.

Quelques heures seront consacrées à cette étude qui sera menée sur des bases générales et qui pourra porter sur une installation choisie par les étudiants.

### TRAVAUX PRATIQUES

#### PROGRAMME

- 1er sujet : circulation de camions sur un plan de masse donné : engrènement de blé et évacuation des produits finis.  
2ème sujet : Moulin ou semoulerie  
3ème sujet : Usine de fabrication d'aliments pour animaux.  
4ème sujet : projet.

#### COMMENTAIRES

Ces sujets sont étudiés en cours d'année sous la direction du professeur. Ils sont réalisés aux instruments de dessin, au niveau "avant-projet", tracé à l'échelle 21x29,7 ou 29,7x42.  
Le quatrième sujet se situe dans le cadre du projet présenté à l'examen.

## B. PRODUCTIQUE

### I- MEUNERIES ET INDUSTRIES DE PREMIERE TRANSFORMATION

#### OBJECTIFS

Ce cours a pour objet l'enseignement des savoirs et des savoir-faire nécessaires d'une part dans le domaine des industries de première transformation -les meuneries-, d'autre part dans des domaines connexes tels que :

- entreprises de stockage, de construction de matériel et d'installation d'usines, de fabrication d'additifs ;
- bureaux d'études spécialisés ;
- organismes de recherche, de contrôle de qualité.

Ce cours qui doit contribuer au développement des capacités générales du technicien supérieur, doit rendre celui-ci capable de :

- définir les besoins quantitatifs et qualitatifs en matières premières de l'unité de transformation ;
- rechercher les meilleures conditions d'achat ;
- optimiser le volume du stock et d'en assurer la conservation ;
- optimiser le choix des matières premières à mettre en oeuvre (qualité-prix) en fonction de la qualité requise des produits finis ;
- les préparer en vue de leur transformation ;
- choisir les équipements et le personnel nécessaires et suffisants et établir un plan de fabrication ;
- procéder à la mise en service des équipements, vérifier le bon déroulement des opérations et s'assurer de la conformité des produits obtenus.
- rechercher en permanence l'optimisation de l'appareil de production en :
  - . optimisant le réglage des appareils,
  - . remédiant aux dysfonctionnements,
  - . organisant la maintenance préventive,
  - . analysant les problèmes techniques, en vue d'accroître les performances, en proposant des améliorations, voire des innovations
- établir un **coût** de revient,
- gérer la production (établissement et analyse d'un bilan économique),
- participer à la recherche et au développement de produits nouveaux

Ce cours doit être dispensé en liaison avec les enseignements de sciences physiques, de sciences biologiques et biotechnologiques, d'économie et de gestion et des autres cours de génie industriel : mécanique, automatique et informatique industrielle, équipements et installation d'usines.

Constamment tenu à jour des innovations et découvertes, il sera dépouillé de tous les éléments qui ne présentent pas un réel intérêt pour la formation technique et devra tendre à une rationalisation dans la présentation du métier.

Ce cours s'appuie essentiellement sur l'étude de la transformation du blé tendre. On montrera, pour les autres meuneries, les différences et les analogies afin d'opérer les rapprochements possibles.

## C O U R S

(Il ne s'agit d'aucune façon d'une présentation chronologique des connaissances à acquérir).

### PROGRAMME

- 1 - Matières premières  
Valeur technologique  
Valeur d'utilisation
  - 1-1 Blé tendre
  - 1-2 Blé dur et autres céréales
- 2 - Entreprise industrielle
  - 2-1 Etude structurelle et fonctionnelle
  - 2-2 Terminologie
- 3 - Réception et stockage en organisme stockeur, au moulin.
  - 3-1 Situation du problème et objectifs
  - 3-2 Contrôles quantitatif et qualitatif. Nettoyage sommaire. Modalités de réception, de classement, de mélange et d'homogénéisation.
  - 3-3 Procédés de conservation.  
Silo - Thermométrie
  - 3-4 Manutention des granulats-cellules de stockage
  - 3-5 Etude de diagrammes - types pour organismes stockeurs et pour industries de première transformation.
  - 3-6 Explosions de poussières : causes et prévention.
  - 3-7 Réglementations dans le secteur du stockage

### COMMENTAIRE

On considérera d'une part les blés français et d'autre part les blés étrangers susceptible d'être importés.

Ce chapitre a pour but de présenter les différents services d'une entreprise et d'uniformiser la terminologie.

On traitera de l'écosystème post-récolte et des causes d'altération. Il conviendra d'attendre pour aborder ce point que les connaissances nécessaires soient acquises en biologie et en sciences physiques notamment.

#### 4 - Nettoyage et préparation

##### 4-1 Nettoyage : nécessité et objectifs

4-1-1 Procédés de nettoyage, principes et applications

4-1-2 Utilisation des équipements : capacité de travail, force motrice, réglage, entretien

##### 4-2 Préparation des blés avant moutures.

Définitions et objectifs

4-2-1 Données de base

4-2-2 Procédés de préparation

4-2-3 Utilisation des équipements

4-2-4 Influence de la préparation sur la mouture et les produits finis

##### 4-3 Diagrammes de nettoyage

4-3-1 Classement des blés en vue du nettoyage et de la préparation.

4-3-2 Choix des équipements  
Tableaux de marche

#### 5 - Mouture du blé tendre

5-1 Objectifs - Définitions .

5-2 Schéma général de la mouture .

5-3 Appareils à cylindres :

5-3-1 Cannelures et surfaces travaillantes .

5-3-2 Principaux paramètres du travail des appareils à cylindres. Modalités d'appréciation de travail.

5-3-3 Longueur totale et répartition des cylindres .

5-4 Relation réglage-diagramme .

La reconnaissance et les caractéristiques des différentes graines d'autres céréales et des graines adventives est acquise en travaux pratiques de biologie.

On procédera à l'étude organique des machines de nettoyage.

On traitera des modalités de pénétration et de diffusion de l'eau dans le grain.

Les aspects quantitatifs et qualitatifs seront mis en évidence en travaux pratiques de spécialité et en liaison avec le laboratoire de biologie.

Le classement vise à optimiser les traitements: rendement en mouture, qualité des produits finis

L'étudiant doit être capable :  
- de choisir les équipements appropriés, notamment pour améliorer l'hygiène,  
- d'établir des tableaux de marche adaptés au traitement de blés différents.

On procédera à l'étude organique et fonctionnelle des appareils à cylindres .

On considérera les courbes de composition en grosseur et on insistera sur leur interprétation.

Les aspects quantitatifs et qualitatifs sont étudiés parallèlement en travaux pratiques de spécialité.

5-4-1 Répercussions quantitatives et qualitatives.	
5-4-2 Choix des ouverture de maille.	
5-4-3 Optimisation du réglage. Critères de réglage.	
5-5 Etude du blutage sur tamis plans et bluteries.	
5-5-1 Les machines à bluter.	On procèdera à l'étude organique des machines.
5-5-2 Les différents paramètres et leur influence. Perfection du blutage.	
5-5-3 Circulation des produits dans les plansichters. Détermination des sections de passage.	
5-5-4 Surface totale de blutage et répartition entre les passages.	
5-6 Sassage et épuration des semoules. Division des semoules.	On fera l'étude organique des sasseurs. Le réglage sera vu en travaux pratiques.
5-6-1 Choix des ouvertures de mailles.	
5-6-2 Critères de réglage.	
5-7 Machines accessoires. Leur utilisation dans le diagramme de mouture.	On étudiera les détacheurs, les finisseurs à issues, les extracteurs de broyage, les accélérateurs de mouture. Etudes comparatives réalisées en travaux pratiques de spécialité.
5-8 Etude des diagrammes de mouture d'importance décroissante.	Les étudiants devront être capables de choisir le matériel en fonction du débit et des objectifs fixés.
6 - <u>Etude quantitative et qualitative des produits de mouture</u>	On étudiera l'influence sur les produits obtenus :
6-1 Etude des produits intermédiaires.	- des modalités et des caractéristiques des diagrammes ,
6-2 Etude des farines de passages. Constitution des farines de types différents .	- du réglage des appareils, - des blés mis en oeuvre (nature et préparation).
6-3 Traitements physiques des farines : réduction complémentaire, séparation.	Cette étude portera en particulier sur les résultats d'analyses de granulométrie, d'humidité, de protéines, d'endommagement de l'amidon, de cendres. On envisagera notamment la séparation par tamisage et par turbo-séparation.

- 6-4 Issues et déchets. Classement. Procédés de valorisation.
- 7 - Magasinage et stockage des produits finis
- 7-1 Objectifs .
- 7-2 Morphologie des produits en relation avec leur écoulement, l'extraction, le mélange.
- 7-3 Modalités de stockage, d'extraction, de dosage, de mélange, de manutention, d'ensachage, d'expédition. Cette partie comprendra l'étude organique des matériels.
- 7-4 Etuvage des farines
- 7-5 Diagrammes types
- 8 - Mesurage et contrôle de la qualité.
- 8-1 Importance des contrôles.
- 8-2 contrôles qualitatifs : moyens, niveaux, périodicité. Les modalités du contrôle de qualité seront envisagées dans le cadre de l'enseignement des sciences biologiques.
- 8-3 Contrôles quantitatifs : comptabilité matières. Diagramme de contrôle.
- 8-4 Les différents rendements: expression, interprétation. On traitera des aspects physiques et théoriques
- 9 - Moutures et traitements de grains divers
- 9-1 Seigle- Triticale .
- 9-2 Blé dur - Semoulerie.
- 9-3 Maïs - Mouture sèche - Mouture semi-humide. On soulignera les analogies et les différences observées avec le blé tendre.
- 9-4 Avoine - orge .
- 9-5 Riz .
- 9-6 Légumineuses .
- 9-7 Sarrasin .
- 9-8 Sorgho- Millet.
- 10 - Maintenance
- 10-1 Différents types de maintenance :
- préventive ,
  - corrective .

10-2 Influence de la maintenance sur la qualité des produits fabriqués.

10-3 Eléments de gestion de la maintenance :

- historique de la défaillance de l'équipement,
- définitions : fiabilité, maintenabilité, disponibilité.

## TRAVAUX PRATIQUES DES MEUNERIES

### Objectifs

Les séances de travaux pratiques doivent permettre aux étudiants de développer leur esprit d'observation, d'analyse, mais aussi leur esprit critique et leur créativité.

Les travaux pratiques peuvent soit illustrer le cours en le prolongeant, soit le préparer et leur liaison avec celui-ci doit être aussi étroite que possible. Ils supposent également une liaison avec les travaux pratiques de sciences biologiques.

Nota - Pour chaque appareillage étudié, on procédera aux opérations suivantes :

- machine à l'arrêt : démontage, exécution de croquis des éléments essentiels, vue en coupe de l'ensemble, remontage.

- machine en marche : relevé des vitesses et calculs afférents, mesures de puissance, utilisation de l'appareillage : réglages, critères d'appréciation du travail.

- entretien, mise en pratique des consignes de sécurité.

## PROGRAMME

## COMMENTAIRE

### 1 - GENERALITES

1-1 Organisation générale d'une entreprise.

La concrétisation de ces notions se fera à l'occasion des stages et des visites d'usines, moulins, maïseries, semouleries, ateliers de construction.

1-2 Mesures de sécurité.

Elles concernent les travaux pratiques : installation, utilisation et entretien des machines, mais également les visites d'usines et les stages en entreprise.

### 2 - Matières Premières

2-1 Connaissances des matières premières : détermination des caractéristiques physiques intéressant le nettoyage.

On considèrera la détermination des caractéristiques dimensionnelles de quelques variétés et populations courantes : amplitude des variations, courbes de calibrage.

2-2 Impuretés courantes.

Elles sont étudiées en travaux pratiques de sciences biologiques et biotechnologie. Il importe de savoir les différencier du blé en vue de les séparer. On envisagera leur valeur de récupération.

### 3 - Manutention, Distribution, Mesurage.

L'étude pratique des appareils devra conduire à la maîtrise de leur utilisation.

### 4 - Nettoyage et préparation.

4-1 Machines du nettoyage à sec.

L'étude pratique de ces machines devra conduire à la maîtrise de leur utilisation.

4-2 Préparation :

4-2-1 Etude de la prise d'eau.

On procèdera à l'établissement du diagramme de prise d'eau pour des grains différents intacts et pour des grains endommagés.

4-2-2 Influence de la teneur en eau sur le comportement en mouture. Mouture sèche. Pulvérisation avant le premier broyeur.

Ces études sont réalisées en liaison avec le laboratoire de biologie.

### 5 - Machines du moulin

5-1 Machines assurant la transformation.

On procèdera à l'étude descriptive de ces machines, à leur montage, à leur démontage.

5-1-1 Appareils à cylindres.

5-1-2 Détacheurs divers.

5-1-3 Brosses, finisseurs.

5-2 Machines à tamiser et à sasser.

5-2-1 Les tissus blutants.

On étudiera pour les différents tissus, les caractéristiques, les modes d'appellation. On utilisera le compte-fils.

5-2-2 Courbes de blutage  $f(t)$ ;  
Courbes de composition en  
grosneur.

5-2-3 Plansichters. Bluteriers.

5-2-4 Sasseurs.

5-3 Etude et contrôle du travail  
des machines.

5-3-1 appareils à cylindres,  
détacheurs, finisseurs.

5-3-2 Plansichters, sasseurs.

6 - Analyse de la mouture du blé  
tendre

6-1 Etude qualitative et quantita-  
tive des produits de mouture.  
Principes de classement. Ta-  
bles de mouture. Examen cri-  
tique.

6-2 Etude de l'incidence du réglage  
sur la qualité des produits.

7 - Moutures diverses

7-1 Seigle - Triticale .

7-2 Blé dur.

7-3 Maïs semoulier .

7-4 Sarrasin.

7-5 Fèves .

On fera une étude descriptive et on appré-  
ciera l'efficacité du dégommege. Relevé  
des schémas internes et modifications .

On considèrera les critères de réglage,  
l'optimisation du réglage et les normes.

Cette étude sera conduite en liaison avec  
le laboratoire des sciences biologiques  
et biotechnologie.

L'étudiant doit être capable d'apprécier  
la pureté des farines de passages, d'établir  
et d'interpréter des courbes de cendres.

**PRODUCTIQUE**  
**II - ALIMENTATION HUMAINE**

**OBJECTIFS ET METHODES**

Cette formation a pour objectifs :

1°) de donner une bonne connaissance des ingrédients, des matériels et des principales techniques d'utilisation des produits céréaliers en alimentation humaine, notamment, en boulangerie, biscuiterie et industries des pâtes alimentaires,

2°) de permettre d'appréhender et de prévoir l'influence des facteurs suivants :

- composition des mélanges (qualité des farines et des autres ingrédients),

- pétrissage,

- fermentation,

- séchage,

- cuisson,

3°) d'apprendre à réaliser et à conserver des mélanges en vue de fabrications définies,

4°) d'appréhender les aspects économiques concernant la production et la vente.

Ainsi, cet enseignement doit s'attacher à faire acquérir dans son domaine propre, en plus des capacités et compétences terminales générales, toutes les capacités et compétences terminales spécifiques du référentiel de diplôme.

A raison d'une heure par semaine, le cours et les travaux dirigés permettront de présenter les connaissances théoriques nécessaires et d'organiser le déroulement des travaux pratiques en prenant en compte les aspects économiques, voire d'exploiter les résultats obtenus.

Ces travaux pratiques devront permettre à l'étudiant :

- d'acquérir une bonne connaissance :

- . de la préparation des matières premières et du matériel nécessaires aux principales fabrications boulangères, biscuitières et des pâtes alimentaires,

- . de la mise en oeuvre de ces fabrications et, notamment :

- des difficultés à surmonter,

- de l'organisation du travail,

- de la gestion de la production,

- d'apprécier les qualités et les défauts des pâtes,
- d'observer :
  - . le rôle des principaux ingrédients dans les formules,
  - . l'influence des principaux facteurs techniques, des qualités de farines et des additifs sur la qualité des pâtes et sur celle des produits obtenus après cuisson,
- d'émettre des propositions techniques ou commerciales .

A chaque séance de travail pratique, l'étudiant aura à exécuter une ou plusieurs fabrications, les objectifs étant :

- de lui faire acquérir une certaine dextérité dans la réalisation des fabrications,
- de l'habituer à :
  - . utiliser le matériel,
  - . organiser son travail,
- de le confronter aux principales difficultés,
- de le sensibiliser aux problèmes de rendement.

La connaissance des principales fabrications devra lui permettre de concevoir de nouvelles formules, des produits nouveaux, et des produits prêts à l'emploi.

Dans l'élaboration de ces produits, il devra prendre en compte les réalités industrielles (pour le fabricant : le coût des matières premières et la faisabilité ; pour l'acheteur : ses besoins) et établir des fiches d'argumentation technique et commerciale des produits.

Il devra être aussi habitué à faire preuve de rigueur dans l'observation des pâtes et des produits et dans son travail (l'utilisation des tests de fabrication normalisés et les essais comparatifs seront privilégiés).

#### PRE-REQUIS

Les divers points du programme requièrent, au moment où leur enseignement est dispensé, les acquis suivants :

- mathématiques :
  - . calculs de pourcentages,
  - . résolution d'équations à une ou deux inconnues,
  - . analyse d'une distribution moyenne, variance, écart-type, coefficient de variation.

- Sciences biologiques et biotechnologie
  - . bases scientifiques relatives aux constituants :
    - des produits céréaliers : farine de blé, de seigle (gluten, autres protéines...)
    - des autres matières premières : matières grasses, lait sucré, eau, sel,
      - . action des enzymes,
      - . influence du séchage sur les matières premières,
      - . méthodes indirectes d'appréciation de la qualité des farines,
  - Physique : notions de thermique.
  - Productique des meuneries et des industries de première transformation : notions relatives aux mélanges et aux prémélanges.
  - Alimentation animale :
    - . technologie des mélanges,
    - . technologie des presses.

## COURS

### PROGRAMME

#### 1 - Les matières premières

1-1- les matières premières d'origine  
céréalière :

- la farine et les sous-produits  
du blé,
- les semoules de blé dur,
- la farine de seigle,
- les farines et semoules d'au-  
tres céréales.

1-2- Les autres matières premières

- le sel,
- l'eau,
- les matières grasses,
- le sucre et les dérivés su-  
crés,
- le lait et les dérivés lai-  
tiers,
- les oeufs et les ovoproduits.

1-3- les agents levants :

- la levure et les levains,
- les poudres levantes .

#### 2 - Les matériels

2-1- Les matériels d'élaboration  
et de formage des pâtes :

- les pétrins, les mélangeurs  
et les presses,
- les diviseuses ,

### COMMENTAIRE

On présentera les caractéristiques chimiques  
et physiques des différentes farines et  
semoules.

On considérera notamment l'obtention de ces  
produits, leurs conditions de conservation  
ainsi que leurs rôles dans les industries  
céréalières en alimentation humaine.

On utilisera les acquis de chimie et de bio-  
chimie concernant :

- les propriétés chimiques du sel, de l'eau,  
des lipides, des glucides et des protides,
- les phénomènes d'oxydo-réduction.

On introduira les bases de physique relatives  
à la viscosité.

On étudiera la production du gaz carbonique  
et des autres composés volatils.

On s'appuiera sur les connaissances acquises  
en sciences biologiques et biotechnologie  
sur la biologie de la cellule de levure et  
la fermentation.

On considérera les principes de fonctionnement  
les capacités, les débits ainsi que les systè-  
mes de sécurité.

- les façonneuses,
- les laminoirs.

2-2- Les matériels de fermentation et de conservation des pâtes :

- les chambres de fermentation,
- les congélateurs,

2-3- Les matériels de séchage.

2-4- Les matériels de cuisson :

- les fours,
- les cuiseurs extrudeurs.

2-5- Les matériels et matériaux d'emballage.

### 3 - Les processus de transformation

3-1- La préparation des pâtes :

- classification technologique des produits,

- élaboration et formage des pâtes,

. dosage des matières premières,

. programmation des recettes,

. mélange,

. pétrissage,

. façonnage,

. division.

3-2- La fermentation

- à la levure,
- avec des cultures de ferments,

- influence de la température sur l'activité de fermentation (températures positives et négatives),

- autres paramètres influençant l'activité de fermentation.

On insistera sur l'automatisation et ses conséquences, ainsi que sur l'hygiène.

On mettra à profit les connaissances acquises en physique, relatives à :

- la puissance,
- la thermique.

On donnera toutes les informations scientifiques utiles à la compréhension de la production :

- du froid,
- du chaud,
- d'humidité.

On étudiera les pâtes pétries, les pâtes laminées, les pâtes pressées et les pâtes fouettées.

On considérera le choix des matières premières et des matériels en fonction des types de pâte fabriqués et des diagrammes étudiés.

On utilisera les acquis de productique en alimentation animale.

On étudiera-le rôle des différents types de matériels sur la formation des pâtes.

- les différents diagrammes de fermentation et l'influence de divers paramètres sur l'activité de fermentation (température, pH, teneur en eau) seront examinées.

3-3- Le séchage : application aux pâtes alimentaires .

3-4- La cuisson :

- principes (les transferts de chaleur),
- principaux mécanismes biochimiques en cours de cuisson,
- les diagrammes de cuisson, conduite d'un four tunnel,
- bilans thermiques.

#### 4 - La conservation

4-1- Le refroidissement des produits de cuisson :

- techniques de refroidissement,
- pertes en eau.

4-2- Le conditionnement : différents types de conditionnement possibles suivant les produits.

4-3- Le rassissement :

- définition,
- techniques et additifs permettant de diminuer le rassissement.

4-4- Les altérations microbiennes

- différents types d'altération,
- facteurs favorables aux altérations,
- importance de l'humidité relative d'équilibre (H.R.E) et de l'activité de l'eau (A.W),
- traitements physico-chimiques,
- les conservateurs.

#### 5 - La qualité des produits de cuisson et des pâtes alimentaires

On étudiera la conduction, la convection, le rayonnement.

On s'appuiera sur les acquis de sciences biologiques pour envisager l'activité des levures, des enzymes, la gélification de l'amidon, la coagulation du gluten, les réactions de coloration.

Les mécanismes biochimiques du rassissement sont traités en biochimie.

Ce point de programme sera traité en relation étroite avec les enseignements de sciences biologiques et biotechnologie.

Les qualités et les défauts des produits de cuisson auront été traités précédemment. On procédera ici à une synthèse.



1-2- Les pâtes feuilletées.

1-3- Les pâtes aux oeufs fermentées  
et non fermentées .

1-4- Les pâtes molles non fermentées.

1-5- Les pâtes dures non fermentées.

## 2 - Etude de l'influence de différents facteurs

2-1- Facteurs techniques :

- techniques de pétrissage,
- l'autolyse,
- le moment d'incorporation  
du sel,
- la température,
- le temps de pointage.

On analysera l'influence des sous-produits de la mouture du blé, des matières grasses, du lait, du sucre.

L'étude des pains sans gluten pourra être envisagée.

On envisagera la fabrication des croissants et pains au chocolat.

L'application aux pâtes feuilletées non levées sera étudiée.

On considérera le rôle des constituants de la pâte.

On envisagera la fabrication des brioches, génoises.

On étudiera le rôle des oeufs dans ces fabrications.

Une application des propriétés fonctionnelles du blanc d'oeuf sera envisagée dans la fabrication des meringues.

On s'appuiera sur les connaissances acquises en sciences biologiques et biotechnologie.

On envisagera la fabrication des boudoirs, biscuits à la cuiller, langue de chat, pâtes à crêpes, des pâtes à choux.

On envisagera la fabrication des pâtes brisées et sablées.

L'application sera faite pour les pâtes boulangères et le travail sera conduit en essais comparatifs.

On étudiera :

- le rôle du pétrissage dans la formation du réseau de gluten,
- l'oxydation des pâtes,
- la notion de force des pâtes,
- les échauffements mécaniques au cours du pétrissage,

## 2-2- Additifs :

- la farine de malt et les dérivés maltés,
- le gluten,
- l'acide ascorbique et la cystéine.
- la farine de fève et de soja,
- les enzymes,
- les émulsifiants et conservateurs.

## 3 - Mise au point des mélanges prêts à l'emploi

- Farines type 55 pour différents diagrammes,
  - mélanges pour pains spéciaux,
  - mélanges pour pâtes feuilletées,
  - mélanges pour brioches,
  - mélanges pour fabrication pâtissière,
- autres mélanges prêts à l'emploi pour l'alimentation humaine à base de produits céréaliers.

- l'influence de ces facteurs sur la fermentation, la force et la viscosité des pâtes. On exploitera les acquis de sciences biologiques et de biotechnologie concernant le gluten et les autres protéines. On introduira les notions de rhéologie nécessaires ici (viscosité, élasticité, plasticité).

On se limitera à l'action en panification (pains courants, pain de mie).

On travaillera en essais comparatifs et on mettra en oeuvre des tests normalisés.

On utilisera les acquis de chimie et de sciences biologiques.

On utilisera les matières premières et les additifs sous forme sèche.

On fera une synthèse du rôle des différents additifs et des différents diagrammes de fabrication.

On étudiera le comportement de différentes qualités de farine.

On élaborera des fiches d'argumentation technique et commerciale pour ces produits. Cette étude sera menée en relation avec les enseignements de sciences biologiques et biotechnologie et de productique des meuneries.

## PRODUCTIQUE

### III - ALIMENTATION ANIMALE

#### OBJECTIFS

L'enseignement de productique en alimentation animale a pour objectifs de former des techniciens supérieurs capables :

- d'assurer l'exploitation d'une usine de production d'aliments composés,
- de collaborer au fonctionnement d'une entreprise spécialisée :
  - soit dans la construction et l'installation de matériel,
  - soit dans la conception d'usine,
  - soit dans la recherche,
  - soit dans le contrôle qualité,
  - soit dans la production d'ingrédients entrant dans la composition des aliments.

Dans cette perspective, outre les capacités et compétences terminales générales, cette formation doit plus particulièrement s'attacher à faire acquérir toutes les capacités et compétences terminales spécifiques du référentiel de diplôme :

C 6 : Mettre à la disposition permanente de l'atelier de mise en oeuvre les quantités et qualités de matières premières à moindre prix.

C 7 : Préparer les matières premières et les moyens en personnel .

C 8 : Procéder à la mise en service des appareils et des équipements.

C 9 : Participer à la maintenance.

C 10 : Gérer la production, adapter, perfectionner et innover.

C 11 : Gérer la vente.

En conséquence, cet enseignement doit faire acquérir une bonne connaissance :

- des principales matières premières,
- des procédés de fabrication et de leur gestion,
- de la réglementation,
- des perspectives d'évolution,

afin que l'étudiant soit capable :

- d'analyser et de résoudre les problèmes techniques, de définir les processus de mise en oeuvre en choisissant les moyens matériels et humains,

- d'établir un plan de fabrication en optimisant l'utilisation des équipements,

- de mettre en place une maintenance préventive
- d'établir une analyse économique d'une production et, en particulier, de déterminer les éléments du coût de revient,
- de participer à la mise au point d'un produit nouveau,
- de savoir organiser toute la chaîne logistique de commercialisation.

Cette formation est dispensée sous forme de cours théoriques, de travaux dirigés et de travaux pratiques d'atelier. Le programme est unique : sa mise en oeuvre sera réalisée en fonction des objectifs qui peuvent être atteints dans le cadre de ces trois situations pédagogiques. Préparant ou prolongeant le cours, les travaux dirigés et les travaux pratiques doivent privilégier l'observation, l'esprit d'analyse et l'esprit critique.

#### PRE-REQUIS

Les divers contenus du programme exigent, au moment où leur enseignement est dispensé, les pré-requis suivants :

- Mathématiques :
  - relations trigonométriques,
  - analyses statistiques,
  - fonctions mathématiques simples (élémentaires).
- Physique-Chimie :
  - oxydo-réduction,
  - principales fonctions (acide, basique, amine ...),
  - thermo-dynamique :
    - transfert de chaleur,
    - changement d'état,
    - étude des gaz,
    - utilisation des tables abaqués et diagrammes,
    - mécanique des fluides : statique, viscosité, perte de charge, ventilation,
- Electricité : lois fondamentales, mesures pratiques, facteur puissance condensateurs, lecture de schémas électriques
- Sciences biologiques et biotechnologie :
  - microbiologie générale : classification des levures et moisissures, le développement microbien ...,
  - biochimie :
    - l'eau (PH, TH, TA, TAC...),
    - glucides, lipides, protides,

- vitamines, enzymes, minéraux,
- initiation au métabolisme,
- biologie animale : physiologie de la digestion (mono et polygastriques),
- biologie végétale : - cytologie,
  - utilisation des végétaux par l'animal.
- Economie- Gestion :
  - comptabilité analytique,
  - techniques budgétaires,
  - établissement de ratios.
- Systèmes automatisés :
  - automates programmables,
  - capteurs,
  - vérins,
  - logique pneumatique,
- Anglais :
  - termes techniques,
  - lectures de publications.
- Dessin industriel et mécanique :
  - lecture de dessins et de plans,
  - lois fondamentales de la cinétique,
  - étude des jauges de contrainte,
- Lettres et sciences humaines :
  - recherche bibliographique,
  - contraction de texte,
  - rédaction d'un compte-rendu et d'un rapport,
  - rédaction d'un "curriculum-vitae",
  - expression orale (exposé).

## PROGRAMME

### INTRODUCTION

1- Situation de l'industrie de l'alimentation animale .

2 - Justification technique de l'industrie de l'alimentation animale .

3 - L'élaboration des formules des aliments .

#### I - Les matières premières

1-1- Connaissance des matières premières :

- d'origine céréalière,
- de substitution des céréales,
- produits et sous-produits

d'origine industrielle,

- additifs .

## COMMENTAIRE

On envisagera essentiellement la situation actuelle en France et dans la Communauté Economique Européenne. On évoquera, néanmoins la place de cette industrie au plan mondial.

On s'appuiera sur les notions acquises en nutrition animale et on considérera les caractéristiques des aliments composés ainsi que la réglementation de la fabrication et du commerce des aliments composés.

On présentera les principes ainsi que leur mise en oeuvre à l'aide de calculateurs électroniques. On insistera sur l'analyse des besoins et choix des matières premières.

L'examen systématique des matières premières fera l'objet de travaux pratiques.

Pour chacune, en relation avec les enseignements de meunerie, d'alimentation humaine, de sciences biologiques, de physique-chimie et d'économie et gestion, on considérera :

- l'origine (naturelle ou industrielle) et les procédés de préparation,
- les propriétés physiques utiles,
- la composition chimique,
- la valeur alimentaire,
- les propriétés technologiques,
- la réglementation, les normes et les usages commerciaux.

On envisagera l'établissement d'un plan de contrôle des matières premières .

1-2- Le stockage des matières premières. Le stockage des céréales et des produits céréaliers sera supposé connu. On présentera toutefois les particularités du stockage de ces matières premières destinées à l'alimentation animale et on envisagera le stockage des autres matières premières.

## II - Les processus, les techniques et les contrôles de fabrication

2-1- Le broyage

On considérera les broyeurs à marteaux;

2-2- Le dosage :

- dosage volumétrique,
- dosage pondéral

On insistera sur l'automatisation.

2-3- Le mélange.

On enseignera la technologie des mélanges. On considérera le mélange granuleux, pulvérulent, liquide.

2-4- L'incorporation de fluides.

On envisagera les techniques et le matériel d'incorporation de liquides froids, de liquides chauds et de fluides visqueux.

2-5- L'agglomération.

On considérera la presse à agglomérer, la vapeur, le refroidissement, l'émiettage, le tamisage.

2-6- Les fabrications spéciales :

- aliments secs,
- aliments humides,
- aliments semi-humides.

La notion d'activité de l'eau est acquise en sciences biologiques.

2-7- Les cuissons :

- floconnage,
- extrusion,
- micronisation,
- expansion.

Cette partie de programme sera conduite en relation avec les enseignements d'alimentation humaine et d'étude des machines.

2-8- Le contrôle de la qualité physique :

- méthodes, techniques et appareillages de contrôle,

Cette étude sera conduite en relation avec les enseignements de sciences biologiques et biotechnologie.

- objectif "zéro-rebut"

2-9- Le conditionnement, le stockage, l'expédition et la livraison des produits finis :

- en sacs,
- en vrac.

### 3 - L'organisation et la gestion de production

3-1- L'organisation de la production :

- plan de production,
- chronogramme.

3-2- La gestion de la production :

- étude des coûts d'approvisionnement ; quantité économique de commande,

- étude des coûts de production :

. quantité économique de lancement,

. suivi des lots.

- étude des coûts de stockage.

### 4 - Etude de l'entreprise

4-1- Etablissement des circuits de fabrication,

4-2- Implantation.

4-3- Réalisation des usines.

4-4- La sécurité.

### 5 - Vues prospectives

On envisagera les aspects techniques et législatifs.

On envisagera l'avenir de cette industrie et l'évolution des techniques et des méthodes de production.

## SCIENCES BIOLOGIQUES ET BIOTECHNOLOGIE

Ces enseignements ont pour objectifs :

1°) de faire acquérir dans les domaines de la biologie et des biotechnologies, les connaissances fondamentales et appliquées utiles au choix des matières premières utilisées par les industries céréalieres, ainsi qu'à la production, à la consommation et à la vente des produits finis de ce secteur d'activités ;

2°) de permettre de comprendre l'évolution des connaissances et des techniques ;

3°) de poursuivre le développement de l'esprit scientifique par la pratique de l'observation et de l'expérimentation, l'exercice de la réflexion rigoureuse et du sens critique.

Ils comportent des enseignements de biologie végétale et animale, de biochimie, de microbiologie et de biologie cellulaire et moléculaire, supports de la biotechnologie dont les réalités et -dans la mesure où elles peuvent être appréciées-, les potentialités seront considérées à chaque occasion. Si la biotechnologie se développe principalement en relation avec la biochimie, la microbiologie et la génétique, on n'omettra pas de considérer qu'elle est pluridisciplinaire, qu'elle s'appuie, aussi, sur les sciences de l'ingénieur (informatique, automatique, construction d'appareillages) et qu'elle a des implications économiques importantes.

A - Les enseignements de biochimie et de biologie cellulaire et moléculaire comportent :

a) un enseignement théorique qui a pour objet l'étude des constituants biochimiques des grains et des produits céréaliers, les méthodes d'analyses et les transformations biochimiques de ces différents constituants, ainsi que, jusqu'au niveau moléculaire et ultramoléculaire, l'ultrastructure et la physiologie des organismes cellulaires,

b) un enseignement pratique qui a pour but de faire acquérir une bonne connaissance des méthodes de contrôle de la qualité biochimique des matières premières et des produits finis.

B - Les enseignements de biologie végétale et animale comprennent :

a) un enseignement théorique qui comporte deux volets :

- la biologie végétale, essentiellement orientée vers l'étude des céréales,

- la biologie animale qui porte, d'une part, sur la nutrition humaine et animale et, d'autre part, sur la lutte contre les arthropodes et les rongeurs.

b) un enseignement pratique qui a pour objet l'étude des grains et des produits de mouture = pureté, caractéristiques physiques, faculté germinative et caractères organoleptiques.

C - Les enseignements théorique et pratique de microbiologie comprennent :

a) un enseignement théorique de microbiologie qui porte sur l'étude de la microbiologie générale et de la microbiologie appliquée aux industries céréalières ;

b) un enseignement pratique qui porte sur la mise en oeuvre des techniques microbiologiques dans les domaines de l'analyse et de la production.

## A - BIOCHIMIE ET BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLECULAIRE

Les enseignements théoriques et pratiques de biochimie et de biologie cellulaire et moléculaire doivent :

1°) contribuer à la formation scientifique générale et développer les capacités d'observation, l'esprit d'analyse, la réflexion, le sens critique,

2°) faire acquérir au technicien supérieur "Industries des Céréales" les connaissances scientifiques :

- relatives aux caractéristiques biochimiques des grains et des produits des industries de première transformation afin de lui permettre de comprendre, voire de maîtriser les modifications chimiques, enzymatiques se déroulant lors des processus industriels,

- concernant les méthodes d'analyse, de manière à lui permettre d'en comprendre les principes, de les choisir et de les mettre en oeuvre en fonction des besoins, d'interpréter et d'exploiter convenablement les résultats et de s'adapter aux nouvelles techniques nécessaires à la poursuite d'études universitaires et, en particulier, celles conduisant au diplôme d'ingénieur céréalier ENSMIC PARIS VI.

Ces enseignements théoriques et pratiques prendront en compte les progrès scientifiques et technologiques et s'attacheront à développer les capacités C6, C7, C8, C9, C10 définies par le référentiel de diplôme :

- C 6 : Mettre à disposition permanente de l'atelier de mise en oeuvre les quantités et qualités de matières premières nécessaires et à moindre prix (C61 ; C63 ; C64.)

- C 7 : Préparer les matières premières et les moyens en personnel (C71 ; C72; C73 ; C75 )

- C 8 : Procéder à la mise en service des appareils et des équipements (C83)

- C 9 : Participer à la maintenance (C91)

- C 10: Gérer la production. Adapter. Perfectionner. Innover. (C10.2 ; C10-3 ; C10-4)

La mise en oeuvre de cette formation suppose les pré-requis suivants :

- de mathématiques :

- étude des fonctions usuelles,

- résolution d'équations différentielles,

- analyse statistique d'une série de valeurs : caractéristiques de tendance centrale et de dispersion,

- connaissance de quelques méthodes statistiques,
- utilisation des calculatrices de poche,
- calcul d'approximation,
- régression linéaire,
- développement limité d'ordre 1 au voisinage d'un point,
- entraînement au calcul numérique et aux représentations graphiques (pente, dérivées 1 et 2)
- de Physique-Chimie :
  - l'atome, classification périodique des éléments,
  - radioactivité,
  - liaisons covalentes ( $\sigma$  et  $\pi$ , hybridations  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$ ) et non covalentes (liaison hydrogène, interactions de Van der Waals),
  - niveaux d'énergie des atomes et des molécules : interactions matière, ondes électromagnétiques,
  - thermochimie (P et T constantes). Calcul ou détermination de variation d'enthalpie, réactions endo et exothermiques, état de référence, enthalpies de formation
  - thermodynamique : 1er et 2ème principes, Enthalpie libre, constante d'équilibre, loi de déplacement des équilibres
  - cinétique chimique (ordre 0 et 1) et catalyse (enzymes exclus)
  - chimie des solutions : -acides, bases, ampholytes, pH,  $K_a$ , solutions tampons, courbes de titrage, -oxydation, réduction, équation de Nernst, potentiel d'oxydoréduction, -solubilité : hydrophilie et hydrophobie, solubilité aqueuse et dans les solvants organiques, produit de solubilité ( $K_s$ ), -complexes :  $K_c$ .
  - principales fonctions organiques : alcool, thiol, acide, amine, amide
  - différents types d'isoméries : plane, stéréoisométrie,
  - qualité des appareils de mesure (fidélité, sensibilité, justesse),
  - détermination des masses, volumes et masses volumiques,
  - l'eau, l'eau déminéralisée, l'eau distillée, dureté et hydrotimétrie,
  - interactions matières-ondes électromagnétiques : absorption, émission, réfraction
  - potentiométrie, pH-métrie, électrodes de mesure et de référence.
- d'Economie :
  - la politique agricole commune (P.A.C),
  - la politique des prix

- le décret communautaire C.E.E de campagne céréalière,
- l'O.N.I.C : rôles ; la certification des blés,
- les contrats commerciaux ; l'agrèage (marché intérieur et extérieur).

\* \* \*

PROGRAMME

COMMENTAIRES

- Introduction

L'organisation cellulaire

- 1-1 - Méthodes d'étude et description de la cellule eucaryote
- 1-2- Description sommaire de quelques niveaux d'organisation : cellule, tissu, organe, organisme

On considèrera les communications inter-cellulaires.

1 - LES CONSTITUANTS BIOCHIMIQUES

- 1-1- Les matières minérales et les cendres.
  - 1-1-1- Nature et répartition des matières minérales dans le grain
  - 1-1-2- Intérêt réglementaire, technologique et nutritionnel de leur étude
  - 1-1-3- La courbe de Mohs
  - 1-1-4- Facteurs de variation de la minéralisation des grains et des produits de mouture
  - 1-1-5- Méthodes de détermination du taux de cendres et de dosage de quelques éléments minéraux.

On discutera l'importance du taux de cendres comme reflet du taux d'extraction et comme moyen de contrôle de la mouture.

On considèrera les facteurs écologiques, physiologiques, génétiques et technologiques.

1-2- L'eau

- 1-2-1- Propriétés :
  - pouvoir solvant, hydrophilie, hydrophobicité ; radicaux polaires et apolaires,
  - ionisation de l'eau.
- 1-2-2- Paramètres de mesure de l'état de l'eau
  - la teneur en eau (H<sub>2</sub>O %),
  - l'activité de l'eau (A<sub>ω</sub>),
  - l'humidité relative d'équilibre (HRE)

1-2-3- Les courbes isothermes de sorption-désorption.

Cette étude débouchera sur les points suivants :

- analyse des propriétés fonctionnelles de l'eau adsorbée,
- applications à la conservation des grains point critique, mécanismes d'altération (chimiques, enzymatiques, biologiques), transfert de chaleur et d'eau, stratégies de défense,
- applications à la conservation des produits de seconde transformation : additifs et agents dépresseurs de l'activité de l'eau.
- la diversité et la difficulté des méthodes de mesure seront soulignées. Une synthèse et une analyse critique des méthodes étudiées en travaux pratiques seront effectuées.

1-2-4- Méthodes de mesure

1-3- Les protides

1-3-1- Les acides aminés

On fera une étude descriptive des acides aminés naturels et on dégagera les notions d'acides aminés indispensables et essentiels.

On considérera les propriétés acido-basiques et l'analyse des mélanges d'acides aminés.

1-3-2- La liaison peptidique

On insistera sur les caractéristiques de cette liaison et on envisagera les peptides naturels.

1-3-3- Les protéines

- la structure tridimensionnelle
- le comportement des protéines en solution : application à l'extraction, à la séparation, à la purification et à la caractérisation des protéines.

On insistera sur les liaisons intervenant dans la structure et sur la relation entre structure et fonction des protéines.

On procédera à l'étude rapide des techniques suivantes : dialyse, centrifugation, chromatographie d'exclusion moléculaire, chromatographie échangeuse d'ions, chromatographie d'affinité, électrophorèse ...

- les protéines des céréales
  - . classification des protéines des céréales (Osborne). Les corps protéiques. Méthodes d'extraction et de séparation des protéines.

Les albumines et les globulines

- . les gliadines
- . les gluténines

. le gluten

- les protéines des produits alimentaires

#### 1-4- Les glucides

1-4-1- Les oses : terminologie, stéréochimie, propriétés physicochimiques, fermentescibilité.

1-4-2- La liaison osidique et les principaux oligoholosides

1-4-3- Les polyholosides :

- l'amidon
  - . structure chimique et structure du granule,
  - . propriétés

On présentera la structure et le polymorphisme, ainsi que les propriétés viscoélastiques des gliadines et des gluténines. On considérera sa nature, sa production industrielle, ses rôles en panification et ses autres utilisations alimentaires et non alimentaires

viande, lait, oeufs, légumineuses, selon les pré-requis des industries de cuisson.

On considérera les propriétés du granule d'amidon et les modifications à toutes les étapes de transformation. On définira la gélatinisation, la gélification, l'empesage et la rétrogradation.

On pourra avantageusement présenter ici les  $\alpha, \beta, \gamma$  amylases (mode d'action, mesure et appréciation de leurs activités).

- . méthodes de dosage,
- . utilisations.

- Cellulose et hémicelluloses

On présentera :

- les polyholosides pariétaux (structures et propriétés)
- les rôles nutritionnels et technologiques,
- le principe des méthodes d'extraction et de dosage.

1-5- Les lipides

1-5-1- Les acides gras non estérifiés : structure et propriétés

On se limitera aux propriétés physiques intéressant les industries de cuisson

1-5-2- Triacylglycérols, glycérophosphatides, glycolipides, stéroïdes:

- solubilité des lipides, micelles, émulsion et émulsifiants

S'il convient de présenter le mode d'action des additifs émulsifiants utilisés dans les industries de cuisson, on n'omettra pas d'évoquer à ce propos la nature des membranes biologiques.

- les lipides des céréales

On considérera essentiellement les points suivants :

- répartition, propriétés, extractions, rôles en panification
- les lipases et lipoxygénases : maturation et altération des produits de mouture.

- les principaux lipides des produits alimentaires.

On se limitera aux aliments suivants :  
oeuf, lait, beurre, huile, margarine

## 1-6- Les vitamines

- Définition, classification, aspects nutritionnels, rôle coenzymatique,
- Les vitamines hydrosolubles : répartition dans les céréales et méthode de dosage,
- Les vitamines liposolubles : répartition dans les céréales et méthodes de dosage

On se limitera à une étude sommaire des principales vitamines.

## 2 - Interactions entre les constituants biochimiques

### 2-1- Bioconversions

#### 2-1-1- Les enzymes et la catalyse enzymatique

- définition, caractères généraux des enzymes, cofacteurs ; coenzymes, cosubstrats,
- nomenclature et classification des enzymes
- cinétique Mickaelienne,
- effecteurs physico-chimiques
- l'analyse enzymatique,
- notions de génie enzymatique

On en fera-une approche expérimentale :  
 $P = f(t)$  -  $V_i = f(S)$  -  $V_i = f(E)$  ;  
- une approche théorique :  
équation de Mickaelis-Menten, détermination et signification des  $K_m$  et  $V_m$ .

On envisagera : pH, température, inhibiteurs, activateurs,

On présentera la mesure de l'activité et les dosages enzymatiques

On considérera essentiellement les enzymes immobilisés

#### 2-1-2- Notions de bio-énergétique

- éléments de thermochimie et de thermodynamique appliqués aux transformations biologiques,

- La thermochimie sera envisagée à pression et température constantes. On utilisera les acquis de chimie.

- principaux systèmes d'oxydo-réduction chez les êtres vivants.
- couplages énergétiques : production d'ATP.
- chaîne respiratoire.

### 2-3- Les grandes voies métaboliques.

- Etude d'un cycle bioénergétique fondamental : le cycle tricarboxylique de KREBS
- La photosynthèse
- Les grandes voies métaboliques et leurs inter-relations :
  - métabolisme glucidique,
  - métabolisme lipidique,
  - métabolisme azoté.

Le couplage énergétique sera envisagé avec la variation simultanée du potentiel redox du milieu. A partir d'exemples pris dans différentes séquences métaboliques, on montrera que l'énergie des molécules passe par le transfert des groupes phosphorylés et qu'il y a couplage entre le transfert d'électrons et les phosphorylations. On sera ainsi amené à étudier le rôle de l'A.T.P dont la production sera envisagée en considérant un exemple de phosphorylation au niveau du substrat et des exemples de phosphorylation oxydative au niveau de la chaîne respiratoire. On ne fera pas l'étude détaillée des réactions constituant ces voies et on ne demandera pas la connaissance de toutes les formules. On s'attachera essentiellement à décrire la séquence de réactions constituant ces voies, les coenzymes impliqués dans les réactions d'oxydo-réduction et de phosphorylation et les bilans de matière et d'énergie. Les seules formules exigées seront celles des métabolites communs à différentes voies.

On insistera sur la compartimentation cellulaire des différents métabolismes, leurs inter-relations et les possibilités de fonctionnement des voies dans le sens de l'anabolisme.

Les interconversions métaboliques fourniront l'occasion de dresser une synthèse des connaissances acquises antérieurement. Traité essentiellement sous forme de schémas ce chapitre permettra d'évoquer les possibilités de régulation et de dérèglement.

## 2-4- Application aux industries céréalières :

- Interactions dans le grain et les produits qui en dérivent ; action des principaux enzymes des céréales :

- enzymes à substrat protéique,
- enzymes à substrat glucidique,
- enzymes à substrat lipidique

Interaction lors de la cuisson : la réaction de Maillard.

- Autres interactions à conséquence nutritionnelle : les facteurs anti-nutritionnels.

## 3 - Génétique moléculaire :

Conservation, transmission et expression de l'information génétique.

3-1-L'A.D.N et sa répllication

3-2-Transcription de l'A.D.N : notion de gène ; ARN messenger.

3-3-Biosynthèse des protéines : le code génétique, la traduction protéique, les phénomènes post-traductionnels.

On envisagera notamment :

- les protéases,
- les amylases  $\alpha, \beta, \gamma$
- les lipases et lipoxygénases
- les phytases, les Ribonucléases.

Dans ce chapitre :

- on fera le lien entre les propriétés viscoélastiques de la pâte (notions de rhéologie) et sa constitution biochimique (interaction protéines-lipides-glucides-eau),
- on situera et expliquera le mode d'action des additifs utilisés.

On considérera les conséquences nutritionnelles et aromatiques.

On présentera notamment les inhibiteurs d'enzymes, les lectines, les tanins, les phytates.

3-4- Contrôle de l'expression génétique

3-5- Notions de génie génétique

On envisagera des exemples d'applications  
aux semences, aux bactéries et aux levures.

\* \* \*

## TRAVAUX PRATIQUES

### PROGRAMME

INTRODUCTION : Le contrôle de qualité biochimique des céréales et des produits dérivés.

- Nécessité :
  - . sur le plan commercial et réglementaire
  - . sur le plan nutritionnel et sanitaire
  - . sur le plan technologique
- Méthodes :
  - . Principes de métrologie.

. Uniformisation des méthodes d'analyse : normalisation

. Les circuits d'analyse

### 1 - Technologie biochimique

#### 1-1- Technologie analytique

1-1-1- Méthodes pondérales.

1-1-2- Méthodes volumétriques.

1-1-3- Méthodes optiques

- spectrophotométrie d'absorption moléculaire

### COMMENTAIRES

On considérera les points suivants :

- qualité type et décret de campagne,
- intervention et autres réglementations (O.N.I.C, C.E.E)

On rappellera les notions fondamentales sur-la qualité des appareils de mesure (fidélité, sensibilité, justesse) vue en physique.. On définira :

-les critères de qualité des méthodes d'analyse : répétabilité, reproductibilité, justesse, et on présentera les tests statistiques usuels.

On présentera les normes AFNOR, C.E.E, ISO, ICC, ...

On considérera le rôle du B.I.P.E.A (Bureau Interprofessionnel d'Etudes Analytiques)

On considérera les points suivants :

- photométrie : loi de Beer-Lambert
- spectres,
- analyse enzymatique : mesure de l'activité des enzymes, dosage de substrats par voie enzymatique ; applications : dosage de l'amidon, des tanins, de l'activité lipoxygénasique, de l'activité amylasique.

- photométrie d'absorption et d'émission atomique,
- transmittance et réflectance dans le proche infrarouge,
  
- autres méthodes optiques.

On envisagera l'application aux dosages minéraux.

On se limitera aux points suivants :

- principe, étalonnage, utilisation usuelle dans les industries céréalières.

On envisagera essentiellement :

- polarimétrie, fluorescence, néphélométrie.

## 1-2- Méthodes de fractionnement et de purification

### 1-2-1- Chromatographie

- partage et absorption
  
- autres techniques chromatographiques :
  - . tamisage moléculaire,
  - . échange d'ions,
  - . affinité,
  - . chromatographie en phase gazeuse (CPG)
  - . chromatographie à haute performance en phase liquide (H.P.L.C.).

On considérera les applications suivantes :

- applications à la séparation des oses, acides aminés, mycotoxines par CCM,

- application aux protéines,
- application aux phytates,

- application aux lipides, aux résidus pesticides,

- application aux protéines et mycotoxines

### 1-2-2- Electrophorèse

On considérera :

- la séparation des protéines des céréales par diverses techniques électrophorétiques : électrophorèse sur gel de polyacrylamide, électrofocalisation.

- l'application à l'identification variétale et à la recherche de blé tendre dans un lot de blé dur.

## 1-3- Méthodes immunologiques :

### 1-3-1- Immunodiffusion

### 1-3-2- Immunoélectrophorèse.

### 1-3-3- Réactions utilisant des marqueurs :

On se limitera à une description sommaire des principes des méthodes avec pour objectif la compréhension des méthodes d'immunoenzymologie

- . immunofluorescence,
- . immunoenzymologie.

2 - Contrôle de la qualité biochimique :  
Technologie d'analyse des céréales et des produits dérivés.

2-1- L'échantillonnage et le traitement des échantillons

2-1-1- L'échantillonnage des céréales et des produits de mouture

2-1-2- La moutre d'essai au laboratoire : préparation des échantillons de blé

2-2- Taux de cendres et dosage de quelques éléments minéraux

2-2-1- Le taux de cendres des grains et produits de mouture

- Principe ,

- Méthode rapide.

- méthode lente.

- Dosage de l'insoluble chlorydrique

2-2-2- Dosage de quelques éléments minéraux.

2-3- Teneur en eau, activité de l'eau dans les grains et produits de mouture.

2-3-1- Méthodes par dessiccation.

- méthodes de référence fondamentale

- méthodes de référence pratique

On considérera son application au dosage des mycotoxines

Il s'agit ici de présenter :

- terminologie,
- plan d'échantillonnage,
- méthodes normalisées,
- matériel.

On considérera :

- les différents moulins d'essai,
- les moutures d'essai,
- différentes variétés de blé.

On indiquera les précautions à prendre en raison de la précision exigée.

- AFNOR, C.E.E, I.C.C, I.S.O pour farines  
- CNERNA, C.E.E pour grains et issues, aliments pour animaux

- Aliments pour animaux.

On envisagera l'application aux éléments métalliques et aux métaux lourds dosés en alimentation animale.

- méthodes rapides.

2-3-2- Méthodes basées sur la mesure d'une grandeur physique :

- électrique : résistivité, constante diélectrique, ondes hyperfréquences,

- spectrale : proche infrarouge, résonance magnétique nucléaire.

2-3-3- Méthodes mesurant l'activité de l'eau par l'intermédiaire de l'humidité relative d'équilibre (HRE),

- méthodes isopièstiques,  
- méthodes utilisant des capteurs.

2-4- L'azote total et les composés azotés

2-4-1- Dosage de l'azote total

2-4-2- Les protéines : extraction, dosage.

2-4-3- Le gluten

- Dosage du gluten humide, du gluten sec, hydratation.

- caractères du gluten

On considérera :

- étuve rapide, infrarouge et les cas particuliers : préséchage (produits très humides) ou conditionnement (produits très secs)

On fera l'étude des humidimètres : étalonnage - réglementation (S.M).

On fera une comparaison des résultats obtenus entre les différentes méthodes et appareils.

On considérera les fibres synthétiques et les capteurs électriques.

Ce dosage sera réalisé par la méthode de Kjeldahl sur produits destinés à l'alimentation humaine et animale.

On considérera l'obtention du gluten par lixiviation, l'obtention des gliadines.

On procédera à la comparaison gluten/matières azotées totales.

On réalisera des essais avec des farines différentes et on étudiera le cas des semoules de blé dur.

- Mesures de propriétés  
spécifiques

- Appréciation de l'activité  
protéolytique.

## 2-5- Les glucides

### 2-5-1 - L'amidon

On se limitera aux propriétés suivantes :

- gonflement : méthode Berliner
- extensibilité : méthode KLANZ.

On effectuera l'examen microscopique des  
granules d'amidon ;

-le dosage par hydrolyse acide  
et mesure polarimétrique

-le dosage par hydrolyse enzy-  
matique (méthode normalisée).

### 2-5-2- La cellulose

On procédera au :

- dosage de l'"indice d'insoluble" dit  
cellulosique". on envisagera les méthodes  
normalisées.

### 2-5-3- Sucres réducteurs et oses.

On fera les dosages par la méthode de  
Bertrand, des méthodes enzymatiques.

On procédera à la détermination de l'indice  
maltose.

### 2-5-4- Activités amylasiques.

- amylographe Brabender, point de gélati-  
nisation maximum (PGM) ;

- méthode du temps de chute Hagberg :  
indice de chute et nombre de liquéfaction.

- autres méthodes enzymatiques,

- détermination de l'activité liquéfiant  
d'un malt,

- indice maltose : pouvoir "diastasique",

- appréciation globale de la fermentation :  
fermentographes SJA et Brabender, rhéofer-  
mentomètre et zymotachygraphe Chopin.

## 2-6- Les Lipides

### 2-6-1- Méthodes d'extraction

On considérera la méthode d'extraction  
directe des matières grasses libres :

lente pour farines, la méthode d'extraction  
en continu (Soxhlet, Kumagawa) et on

envisagera le cas des produits cuits :  
extraction après hydrolyse acide (matières grasses complexées)

2-6-2- Acidité grasse.

On considérera extraction et titrage, expression des résultats (en acide sulfurique, en degré d'acidité).

2-7- Recherche de toxines et de facteurs antinutritionnels.

On effectuera la recherche des aflatoxines, zéaralénone, tanins, pesticides, selon les méthodes normalisées.

2-8- Valeurs caractéristiques

2-8-1- Valeurs spécifiques :

- consistance, hydratation,
- force boulangère
- valeur pastière

On considérera :

- les méthodes d'appréciation usuelles :
  - . azote et gluten (étudiés antérieurement)
  - . test de Zélény (indice de sédimentation),
    - . indice minute Pelshenke,
- les appareils usuels de rhéologie :
  - . alvéographe Chopin, relaxomètre,
  - . pétrinex de Buys,
  - . farinographe Brabender,
  - . céredyne Chopin,
  - . extensographe Brabender,
  - . aleurographe
  - . viscoélastographe.

2-8-2- Valeur énergétique d'un aliment

Pour déterminer cette valeur importante en alimentation humaine et animale, on exploitera les résultats des dosages des constituants biochimiques.

## B - BIOLOGIE VEGETALE ET ANIMALE

Cet enseignement est essentiellement orienté vers une connaissance des notions biologiques nécessaires à une meilleure approche des matières premières et des produits finis utilisés dans les industries des céréales.

Il s'appuiera sur les enseignements de biochimie, de microbiologie, de biologie cellulaire et moléculaire et, notamment, sur les acquis relatifs aux grandes classes de constituants biochimiques et sur les notions d'enzymologie.

### COURS

<u>PROGRAMME</u>	<u>COMMENTAIRES</u>
1 - <u>BIOLOGIE VEGETALE</u>	
1-1- Biologie végétale générale	
1-1-1- Caractères généraux des plantes	A cette occasion seront définis les niveaux d'organisation (organisme, organe, tissu, cellule, molécule), le métabolisme, la sensibilité et le mouvement, la reproduction (sexuée et asexuée et, à ce dernier propos, on indiquera brièvement mais nettement l'importance pratique de la multiplication végétative artificielle), le développement (croissance et différenciation).
1-1-2- Les semences et leur germination	A partir de quelques exemples, il s'agit de dégager les principaux aspects morphologiques, cytologiques et physiologiques.
1-1-3- De la plantule à la plante adulte : développement, croissance et organisation des organes végétatifs	On profitera de ce chapitre pour traiter, à propos des méristèmes, la division cellulaire par mitose en insistant sur les chromosomes et les caryotypes dont la connaissance est indispensable à l'acquisition de la génétique. Seules les notions simples de morphologie et d'anatomie seront traitées.
- la plante verte, besoins alimentaires : absorption, circulation des sèves, photosynthèse.	Il s'agit d'apporter les données physiologiques minimales nécessaires à la compréhension des processus de développement.

1-1-4- La reproduction sexuée :  
- la mise à fleur :  
visualisation et photopériodisme

- formation et organisation  
de la fleur

- de la fleur au fruit et  
de l'ovule à la graine

1-1-5- Données fondamentales de  
la génétique végétale  
- Les caractères héréditaires

- La variation : fluctuation,  
somatic et mutation

- L'hybridation : monohybridisme,  
dihybridisme, polyhybridisme

- Le linkage et le crossing-over

- Notion d'héritabilité

- Notion de génétique quantitative

Le détail des mécanismes biochimiques de la photosynthèse n'est pas à étudier. On montrera l'importance de celle-ci dans la biosphère, en abordant en particulier les relations entre "producteurs" et "consommateurs" dans une population d'êtres vivants.

Ce chapitre ne fera pas l'objet d'une étude détaillée. On présentera seulement les données indispensables à la mise en évidence de l'action des divers facteurs dans cette transformation.

On profitera de la différenciation du pollen et du sac embryonnaire pour envisager la méiose dans ses aspects cytologiques et ses principales conséquences génétiques.

On insistera sur :

- l'importance biologique de la pollinisation, de l'autogamie et de l'allogamie.
- l'existence des différents types de fruits, de graines et de leurs substances de réserve.

Définition des notions d'espèce, de race et d'hybride

Etablissement d'une carte factorielle génétique.

- Principes de la sélection

1-2- Biologie végétale appliquée aux Céréales

1-2-1- Structure des céréales aux différents stades de végétation

On considérera le blé comme céréale type et on présentera les différentes phases de son développement :

1 - Phase juvénile : le grain et la plante

2 - Phase moyenne : le tallage, la formation des ébauches florales et la montaison

3 - Phase adulte : l'épiaison, la floraison et la formation du grain.

On envisagera par analogie les autres céréales : seigle, avoine, orge, maïs, riz, sarrasin, sorgho et millet.

1-2-2- Physiologie des céréales

- les conditions de la germination,
- la croissance et le développement,

En partant d'exemples précis, on montrera l'influence de la date du semis et de la latitude (action de la température et de la photopériode).

- la résistance au froid,
- la verse.

1-2-3- Les principales maladies cryptogamiques des céréales

On présentera sommairement les cycles biologiques et les moyens de lutte.

1-2-4- La culture du blé et des autres céréales

- On considérera les points suivants :
- classification botanique et origine
  - place dans l'assolement
  - exigences de la culture (climat, sol, fumure),
  - choix des variétés,
  - entretien des cultures,
  - la moisson

### 1-2-5- Amélioration des céréales

- notion de variété, plantes autogames, plantes allogames
- les méthodes de sélection
- critères d'inscription des variétés au catalogue

## 2 - Biologie Animale

### 2-1- Nutrition humaine et animale

#### 2-1-1- Les aliments et leur utilisation :

- Composition des aliments : macro et micronutriments.
- Aperçu sommaire des aliments du bétail

- Anatomie de l'appareil digestif et physiologie de la digestion (monogastriques et polygastriques)

- Absorption digestive et devenir des métabolites

- Qualité des aliments : analyse sensorielle et contrôle organoleptique, éléments de la qualité nutritionnelle, digestibilité, notion de coefficient d'utilisation digestive (C.U.D), notion de toxicité.

#### 2-1-2- Les besoins et les couvertures

- besoins énergétiques et apports recommandés en énergie : évaluation de la dépense, résultats ;

On se contentera d'évoquer la culture des autres céréales en soulignant les caractéristiques .

Seuls les principes généraux seront envisagés.

On considérera les aliments grossiers, les aliments concentrés et les aliments composés .

L'étude anatomique sera limitée et s'appuiera sur l'examen de documents (photographies, microphotographies, observations microscopiques). Les connaissances anatomiques seront limitées à celles indispensables à la physiologie.

Cette étude servira d'introduction aux travaux pratiques.

On présentera la calorimétrie indirecte, la notion de métabolisme de base, le métabolisme d'entretien.

- besoins qualitatifs et quantitatifs et apports recommandés en eau, éléments minéraux, glucides, lipides, protides, vitamines, fibres alimentaires végétales : détermination de ces besoins et résultats ;
- les rations alimentaires.

## 2-2- Lutte contre les arthropodes et les rongeurs

### 2-2-1- Les rongeurs : biologie et moyens de lutte

#### 2-2-2- Les insectes et les acariens

- grandes lignes de leur classification,
- étude descriptive et physiologique,

- étude biologique particulière des insectes et acariens susceptibles d'être rencontrés dans les stocks de céréales,

- contamination et évolution des peuplements,
- les moyens de lutte chimiques : insecticides de contact et fumigants,

Il s'agit de donner les principes généraux qui président à l'établissement d'une ration pour l'homme ou l'animal.

Après avoir présenté les principales espèces susceptibles d'être rencontrées, on insistera sur le comportement de ces animaux face à la mise en oeuvre des moyens d'éradication.

On se limitera aux points essentiels devant être pris en compte pour mener à bien une lutte efficace (caractères morphologiques d'identification, respiration, reproduction en particulier).

On insistera sur les causes de la contamination et sur la dérive biotique

On considérera :

- les produits autorisés,
- le traitement des locaux vides, du matériel, de la sacherie et des moyens de transport,
- le traitement préventif par contact,

- les autres moyens de lutte.

- le traitement curatif par fumigation.

On envisagera la lutte :

- par le froid,

- par la chaleur,

- par stockage en cellules étanches ou sous atmosphère inerte,

- par ondes électromagnétiques non ionisantes,

- par radiations ionisantes,

- la lutte biologique.

\* \* \* \*

## TRAVAUX PRATIQUES

<u>PROGRAMME</u>	<u>COMMENTAIRES</u>
<p>1 - <u>PURETE DES GRAINS ET DES PRODUITS</u> <u>DE MOUTURE</u></p> <p>1-1- Pureté des grains</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- méthode de référence</li><li>- examen des éléments qui ne sont pas des céréales de base, de qualité irréprochable selon les prescriptions communautaires</li><li>- application du décret de campagne</li></ul> <p>1-2- Pureté des farines et des semoules</p> <p>1-2-1 Examen microscopique</p> <p>1-2-2 Méthodes physiques</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- séparation par décantation</li><li>- examen au réflectromètre,</li><li>- appréciation de la pureté par réflectance dans le proche infrarouge,</li><li>- indices de jaune et de brun (caractéristiques spécifiques des blés durs et de leurs semoules).</li></ul> <p>1-2-3 Méthodes spécifiques :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- examen Pékar des farines : à sec, à l'eau, à la pyrocatechine,</li><li>- Filth-test ou recherche des souillures d'origine animale</li></ul>	<p>On envisagera pour chaque type d'impuretés (minérales, végétales, animales et micro-organismes) les conséquences commerciales, réglementaires, technologiques et nutritionnelles.</p> <p>On effectuera l'examen de farines, l'identification des amidons et féculés, notamment dans le cas de mélanges (ex. addition de farine de fève)</p> <p>On procédera à la recherche des impuretés minérales</p> <p>On fera la relation de ces mesures avec l'influence des piqures d'enveloppes, du taux d'extraction et du taux de cendres.</p> <p>Principe, démonstration, examen de filtres.</p>

## 2 - CARACTERES PHYSIQUES DES GRAINS ET DES PRODUITS DE MOUTURE

### 2-1- Caractères physiques des grains

- 2-1-1- Examen histologique des différentes assises des grains
- 2-1-2- Mesures usuelles
  - masse de 1000 grains
  - masse volumique réelle
  - masse naturelle des grains à l'hectolitre

### 2-1-3- Vitrosité, mitadinage

### 2-1-4- Dureté

### 2-1-5- Propriétés thermiques des grains :

- chaleur massique
- conductibilité thermique

### 2-2- Caractères physiques des farines, des semoules et des produits pulvérulents

- masse volumique apparente (naturelle)
- granulométrie

Observations microscopiques

Définition, détermination (méthode normalisée), facteurs de variation, intérêt

- Définition, détermination (méthodes de Bruckner et Neumann), facteurs de variation, intérêt.

Définition, détermination (méthodes normalisées, appareils de laboratoire) facteurs de variation, intérêt.

Définitions

Détermination de la vitrosité d'un blé tendre,

Détermination du taux de mitadinage d'un blé dur (méthode normalisée)

Définition, intérêt, méthodes d'appréciation

On évoquera la silothermométrie et la conservation.

On envisagera-l'influence du tassement et de la granulométrie,

-les méthodes par tamisage (manuel, mécanique, tamis mobile et fixe),

-les méthodes par sédimentation dans un fluide :  
- liquide,  
- gazeux : élutriations de laboratoire,  
-la méthode par comptage des particules (compteur),  
-la méthode par diffraction laser.

3 - CARACTERES ORGANOLEPTIQUES ET METHODES D'ANALYSE SENSORIELLE

3-1- Des grains et produits de mouture

3-2- Des produits de cuisson

On insistera sur la signification des couleurs, odeurs et saveurs anormales.

On procédera selon les méthodes normalisées, en prenant des exemples concrets (pâtes alimentaires, pain, ...).

4 - DETERMINATION DE LA FACULTE GERMINATIVE

- méthode directe par germination,
- méthode par coloration du germe.

\* \* \* \*

## C- MICROBIOLOGIE

Les enseignements théorique et pratique de microbiologie doivent permettre :

- de comprendre les aspects réglementaires de la profession en matière d'hygiène alimentaire ,
- de prendre conscience du rôle toxique ou nuisible de certaines substances chimiques élaborées par des micro-organismes,
- d'initier aux applications de la microbiologie dans le domaine des industries céréalières.

<u>PROGRAMME</u>	<u>COURS</u>	<u>COMMENTAIRES</u>
1 - <u>MICROBIOLOGIE GENERALE</u>		La majeure partie de l'enseignement théorique de microbiologie sera effectuée en prolongement des travaux pratiques de microbiologie.
1-1- Situation des micro-organismes dans le monde vivant		Cette étude permettra de définir les grands groupes de micro-organismes, de considérer leurs caractéristiques cellulaires structurales et de définir les différentes disciplines concernées (bactériologie, mycologie, parasitologie, sérologie).
1-2- Bactériologie		
1-2-1- La cellule bactérienne : morphologie et structure		Cette étude sera conduite par comparaison avec celle de la cellule eucaryote. On insistera sur l'importance de la morphologie dans l'identification et on indiquera le rôle des éléments constants et des éléments inconstants.
1-2-2- Physiologie bactérienne : - Nutrition des bactéries, types respiratoires.		On envisagera ici les besoins des bactéries (besoins élémentaires et besoins énergétiques) et le rôle des facteurs physico-chimiques.

A partir de l'observation du comportement des bactéries dans les milieux d'étude on expliquera l'aspect biochimique des phénomènes en se limitant aux bactéries chimio-organotrophes et en traitant le métabolisme respiratoire (respiration aérobie, respiration "nitrate") et métabolisme fermentaire (fermentation homolactique, fermentation alcoolique ; cas des entérobactéries).

On présentera la croissance bactérienne en milieu non renouvelé et en milieu renouvelé et on considérera l'influence des facteurs physico-chimiques en insistant sur les aspects pratiques dans le domaine des industries céréalieres.

On se limitera à la présentation des principes de classification.

Il ne s'agit pas de former des techniciens de laboratoire et on se contentera de présenter les bases sur lesquelles repose l'identification des bactéries.

On présentera les toxines protéiques et les toxines glucidolipidoprotéiques et on insistera sur leur importance dans le cadre des industries céréalieres.

On insistera sur les aspects pratiques.

On présentera les caractéristiques morphologiques et structurales et on insistera sur leur importance dans l'identification, notamment des levures et des champignons responsables d'altération de la qualité des céréales et des produits céréaliers.

- Croissance bactérienne  
Facteurs de croissance.

- Classification des bactéries

1-2-3- Principes de l'identification bactérienne

1-2-4- Pouvoir pathogène des bactéries :

- virulence
- toxines : nature, propriétés et mode d'action,
- intoxications : toxi-infections alimentaires

1-2-5- Agents antibactériens

1-3- Mycologie

1-3-1- Morphologie et structure des levures et des moisissures

1-3-2- Contamination des grains et des produits céréaliers ; aflatoxines ; mycotoxicoses chez l'homme et chez l'animal

1-3-3- Prévention : agents fongicides

1-4- Virologie

1-4-1- Structure et classification des virus

1-4-2- Multiplication virale

1-4-3- Agents antiviraux

1-5- Notions d'écologie microbienne. Présentation schématique des cycles biogènes : N, C, O, S

## 2 - MICRO-ORGANISMES ET INDUSTRIES CEREALIERES

2-1- Les micro-organismes et la conservation des grains et des produits céréaliers.

2-1-1- Ecologie de la microflore,

2-1-2- Causes d'altération

2-1-3- Facteurs d'altération

2-1-4- Evolution de certaines causes d'altération en fonction des différents facteurs du milieu

2-1-5- Critères de l'appréciation des grains et de l'aptitude au stockage, des grains et des produits céréaliers.

2-1-6- Détermination de la durée de stockage

2-1-7- Moyens de conservation

On envisagera les principales contaminations en considérant le développement des moisissures et la mycotoxinogénèse.

On envisagera les aspects pratiques et législatifs.

On dégagera les caractéristiques des virus et on se limitera aux grands principes de classification.

On étudiera le cycle de reproduction d'un bactériophage (infection lytique d'une bactérie - lysogénie).

La présentation de ces agents restera succincte et limitée aux agents intéressant les céréales et les industries céréalières.

Il s'agit ici d'une approche synthétique pratique intégrant les connaissances fondamentales précédemment acquises.

## 2-2- Micro-organismes et procédés de transformation

2-2-1- en vue de la production en alimentation humaine et en alimentation animale,

2-2-2- en vue de l'utilisation des déchets et des sous-produits.

### 2-3- Micro-organismes et qualité :

- hygiénique,
- technologique

2-4- Le contrôle bactériologique de la qualité hygiénique et de la qualité technologique

Il s'agit de montrer comment les micro-organismes peuvent altérer ou améliorer la qualité hygiénique et la qualité technologique des produits céréaliers et des produits dérivés.

On envisagera ici les aspects pratiques et les aspects réglementaires.

On insistera sur l'importance du contrôle de qualité des matières premières et du contrôle en cours de production. On prendra en compte la mécanisation et la simplification des méthodes traditionnelles ainsi que, pour le contrôle en cours de production, la nécessité de déterminer les points critiques de contrôle et de choisir des méthodes d'analyses rapides.

## TRAVAUX PRATIQUES

### PROGRAMME

#### 1 - LE LABORATOIRE DE MICROBIOLOGIE

- les conditions de sécurité et d'efficacité du travail
- le matériel : présentation et utilisation
- l'asepsie, la stérilité et la prévention des accidents.

#### 2 - TECHNIQUES DE BASE DE CONTROLE MICROBIOLOGIQUE

- 2-1- Prélèvement
- 2-2- Culture :
  - ensemencement
  - isolement

### COMMENTAIRES

La manipulation de souches microbiennes et de produits pathogènes est rigoureusement interdite (circulaire du 8 Août 1973- Education Nationale- Santé Publique et Sécurité Sociale). On s'attachera néanmoins à faire découvrir aux élèves la réalité des micro-organismes ainsi que les précautions à observer pour la manipulation aseptique afin de leur permettre de comprendre l'importance de cette pratique dans les domaines de l'analyse et de la biotechnologie ainsi que les bases des mesures d'hygiène à respecter.

Ces travaux pratiques seront conçus avec le souci d'illustrer le cours et de sensibiliser aux divers aspects du monde microbien.

On apprendra aux étudiants la manipulation aseptique afin de leur permettre de comprendre l'origine des intoxications et des intoxications alimentaires ainsi que les bases de la réglementation en matière d'hygiène alimentaire et les précautions à prendre lors de l'utilisation des micro-organismes.

On envisagera les applications aux matières premières et aux produits finis intéressant les industries des céréales.

On ne cherchera pas la maîtrise des techniques d'isolement, de numération et d'identification car il ne s'agit pas

-2-3- Dénombrement .

2-4- Identification .

### 3 - LES MICRO-ORGANISMES RESPONSABLES D'UNE ALTERATION DE LA QUALITE ET LES CONTROLES MICROBIOLOGIQUES

3-1- Altération de la qualité hygiénique  
- germes témoins de contamination  
fécale : entérobactéries (coli-  
formes),  
- germes pathogènes : staphyloco-  
ques.

3-2- Altération de la qualité marchande  
et du rendement :  
- levures,  
- moisissures,  
- virus bactériophages ,

### 4 - UTILISATION DES MICRO-ORGANISMES EN BIOTECHNOLOGIE

Présentation et utilisation d'un fermenteur.

de former des techniciens de laboratoire  
mais de familiariser les étudiants avec  
les techniques les plus courantes de la  
microbiologie industrielle.

Les techniques d'isolement pourront être  
simulées ou montrées à partir de films  
photographiques.

Les techniques de numération feront l'objet  
de démonstrations notamment à partir de  
produits sains (grains, farines, semoules.)  
et on procédera à l'exploitation de résul-  
tats d'analyses.

Les techniques d'identification seront  
consignées dans le même esprit. On insis-  
tera sur les techniques microscopiques  
(observation directe, coloration simple,  
coloration de Gram, immunofluorescence).

On envisagera les méthodes de contrôle  
simples et rapides :

- techniques microscopiques :
  - . observation directe ,
  - . coloration simple ,
  - . coloration de GRAM ,
  - . fluorescence ,
- techniques classiques :
  - . contrôle des paramètres physico-chimi-  
ques ,
  - . cultures ,

et on prendra en compte l'évolution techni-  
que en ce domaine (mécanisation des mé-  
thodes traditionnelles, détection automati-  
que de produits de métabolisme).

## STAGES EN MILIEU PROFESSIONNEL

**A - OBJECTIFS**

Les stages en entreprises doivent permettre au futur technicien supérieur Industries céréalières de prendre la mesure des réalités des entreprises des industries céréalières en s'insérant momentanément dans le monde du travail.

Ces stages ont pour objectifs :

- la connaissance des milieux professionnels, des installations, produits et techniques utilisés ;
- l'apprentissage et la pratique des techniques professionnelles en milieu industriel dans différentes situations ;
- une information sur l'importance des relations humaines dans le milieu du travail ;
- la mise en application des connaissances acquises dans l'établissement.

Par son activité dans un contexte professionnel, le stagiaire s'attachera à :

- mettre en application, confirmer ou compléter les connaissances technologiques acquises,
- observer l'organisation d'une entreprise tant sur le plan productif que sur le plan des conditions de travail,
- s'intégrer à un groupe productif afin de prendre conscience des facteurs humains et de l'importance du travail en équipe,
- situer l'influence et l'importance de facteurs que l'on peut difficilement mettre en évidence dans le cadre scolaire tels que recherche de la productivité, de la rentabilité, de la fiabilité, de la réduction des coûts, l'amélioration des conditions de travail, etc...
- prendre la mesure de l'importance des problèmes de maintenance, de gestion et de sécurité.

Les candidats rédigent à l'issue de leur stage de deuxième année, un rapport suivant les indications portées dans la définition de l'épreuve Soutenance de rapport de stage ou d'activité professionnelle (U 62).

**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) entreprise(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 ces stages, le candidat a obligatoirement la qualité d'élève 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 d'accueil, des objectifs des stages et plus particulièrement de leur importance dans la réalisation du document écrit, support de l'épreuve Soutenance du rapport de stage ou d'activité professionnelle (U 62).

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 du laboratoire ou de l'entreprise ou son représentant, attestant la présence de l'étudiant. A 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 l'épreuve Soutenance du rapport de stage ou d'activité professionnelle (U 62).

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

La durée globale des stages est de huit à quatorze semaines\*. Le premier stage a une durée de quatre à dix semaines, le deuxième stage, une durée de quatre semaines.

## **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.

\* Ces dispositions seront applicables à compter de la rentrée scolaire 1998-1999 et de la session de 2000.

### 3. Voie de la formation continue

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

La durée des stages est de huit à quatorze 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 des industries céréalières 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 fournir un rapport d'activité professionnelle qui constitue pour eux le support de l'épreuve Soutenance de rapport de stage ou d'activité professionnelle (U 62).

### 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 fournir un rapport d'activité professionnelle qui constitue pour eux le support de l'épreuve Soutenance de rapport de stage ou d'activité professionnelle (U 62).

## C - AMENAGEMENT DE LA DUREE DU STAGE

La durée normale des stages est de huit à quatorze 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.

	Durée normale	Durée minimum en cas de positionnement ou d'aménagement de formation
Première année	4 à 10 semaines	0 semaine
Deuxième année	4 semaines	4 semaines

Toutefois, les candidats qui produisent une dispense de l'unité 62 (notamment au titre de la validation des acquis professionnels), ne sont pas tenus d'effectuer de stage.

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

Les candidats ayant échoué à l'examen peuvent :

- . soit présenter de nouveau le rapport de stage ou d'activité professionnelle soutenu lors de la session à laquelle ils ont échoué,
- . soit modifier celui-ci dans le sens qu'ils estiment opportun ou refaire un nouveau stage, rédiger un nouveau rapport tenant compte des situations rencontrées, les observations effectuées à l'occasion du premier rapport pouvant être partiellement reprises.

Toutefois, les candidats redoublants doivent s'impliquer normalement dans les activités professionnelles organisées par leur établissement.

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).

# BTS INDUSTRIES CEREALIERES

## REGLEMENT D'EXAMEN

BTS INDUSTRIES CEREALIERES			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	Durée	Forme	
E.1 Economie et gestion Coef : 4	U 1	4	écrite	4 h	2 situations d'évaluation	
E.2 Langue vivante étrangère 1*	U 2	2 1	écrit oral	2 h 0h20 ⌘	4 situations d'évaluation	
E.3 Mathématiques et Physique-chimie Coef : 4						
Sous-épreuve Mathématiques	U 31	2	écrite	2 h	3 situations d'évaluation	
Sous-épreuve Sciences physiques	U 32	2	écrite	2 h	2 situations d'évaluation	
E.4 Sciences biologiques, biotechnologie et réalisation d'opérations techniques Coef : 6						
Sous-épreuve : Sciences biologiques, biotechnologie	U 41	4	écrite	4 h	2 situations d'évaluation	
Sous-épreuve : Réalisation pratique d'opérations techniques	U 42	2	pratique	4 h	2 situations d'évaluation	
E.5 Génie industriel céréalier Coef : 8	U 5	8	écrite	6 h	ponctuelle écrite	
E.6 Soutenance de projet et de rapport de stage ou d'activité professionnelle Coef : 5						
Sous-épreuve : Soutenance de projet	U 61	2,5	orale	0h30	1 situation d'évaluation	
Sous-épreuve : Soutenance de rapport de stage ou d'activité professionnelle	U 62	2,5	orale	0h30	1 situation d'évaluation	
Epreuve facultative Langue vivante étrangère 2 *	UF1	1	orale	0h20 ⌘	ponctuelle orale	

\* La langue vivante étrangère choisie au titre de l'épreuve facultative est obligatoirement différente de celle choisie au titre de l'épreuve obligatoire.

⌘ 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.*