

brevet de technicien supérieur

CHIMISTE

**MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE,
DE LA RECHERCHE ET DE LA TECHNOLOGIE**

**MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE,
DE LA RECHERCHE ET DE LA TECHNOLOGIE**

DIRECTION DES LYCÉES ET COLLÈGES

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CHIMISTE

1997

Sous-direction des formations professionnelles, initiales et continues

SOMMAIRE

**- Arrêté portant définition et fixant les conditions de délivrance du
brevet de technicien supérieur Chimiste ----- p. 3**

Annexe I

- Référentiel des activités professionnelles ----- p. 7
- Référentiel de certification : ----- p. 8

- capacités et compétences ----- p. 24
- savoirs-associés ----- p. 48
- unités constitutives ----- p. 161

Annexe II

- Stage en milieu professionnel ----- p. 170

Annexe III

- Horaires ----- p. 175

Annexe IV

- Règlement d'examen ----- p. 177

Annexe V

- Définition des épreuves ponctuelles et
des situations d'évaluation en cours de formation ----- p. 179

Annexe VI

- Tableau de correspondance d'épreuves et d'unités ----- p. 197

**Arrêté portant définition et fixant les conditions de délivrance du
brevet de technicien supérieur Chimiste**

**MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION NATIONALE,
DE LA RECHERCHE
ET DE LA TECHNOLOGIE**

Direction des lycées et collèges

Sous-direction des formations
professionnelles, initiales et continues

Bureau des diplômes professionnels

**Arrêté portant définition et
fixant les conditions de délivrance
du brevet de technicien supérieur
Chimiste**

**LE MINISTRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE,
DE LA RECHERCHE ET DE LA TECHNOLOGIE**

- VU le décret n° 95-665 du 9 mai 1995 modifié portant règlement général du brevet de technicien supérieur ;
- VU l'arrêté du 9 mai 1995 fixant les conditions d'habilitation à mettre en oeuvre le contrôle en cours de formation en vue de la délivrance du baccalauréat professionnel, du brevet professionnel et du brevet de technicien supérieur ;
- VU l'arrêté du 9 mai 1995 relatif au positionnement en vue de la préparation du baccalauréat professionnel, du brevet professionnel et du brevet de technicien supérieur ;
- VU l'avis de la commission professionnelle consultative « Chimie » du 14 mars 1997 ;
- VU l'avis du Conseil national de l'enseignement supérieur et de la recherche du 7 juillet 1997 ;
- VU l'avis du Conseil supérieur de l'éducation du 3 juillet 1997,

ARRÊTÉ

ARTICLE PREMIER

La définition et les conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur Chimiste sont fixées conformément aux dispositions du présent arrêté.

ARTICLE 2

Les unités constitutives du référentiel de certification du brevet de technicien supérieur Chimiste sont définies en annexe I au présent arrêté.

ARTICLE 3

La formation sanctionnée par le brevet de technicien supérieur Chimiste comporte des stages en milieu professionnel dont les finalités et la durée exigée pour se présenter à l'examen sont précisées en annexe II au présent arrêté.

ARTICLE 4

En formation initiale sous statut scolaire, les enseignements permettant d'atteindre les compétences requises du technicien supérieur sont dispensés conformément à l'horaire hebdomadaire figurant en annexe III au présent arrêté.

ARTICLE 5

Le règlement d'examen est fixé en annexe IV au présent arrêté. La définition des épreuves ponctuelles et des situations d'évaluation en cours de formation est fixée en annexe V au présent arrêté.

ARTICLE 6

Pour chaque session d'examen, la date de clôture des registres d'inscription et la date de début des épreuves pratiques ou écrites sont arrêtées par le ministre chargé de l'éducation nationale.

La liste des pièces à fournir lors de l'inscription à l'examen est fixée par chaque recteur.

ARTICLE 7

Chaque candidat s'inscrit à l'examen dans sa forme globale ou dans sa forme progressive conformément aux dispositions des articles 16, 23, 24 et 25 du décret du 9 mai 1995 modifié susvisé.

Il précise également s'il souhaite subir l'épreuve facultative.

Dans le cas de la forme progressive, le candidat précise les épreuves ou unités qu'il souhaite subir à la session pour laquelle il s'inscrit.

Le brevet de technicien supérieur Chimiste est délivré aux candidats ayant passé avec succès l'examen défini par le présent arrêté conformément aux dispositions du titre III du décret précité.

ARTICLE 8

Les correspondances entre les épreuves de l'examen organisées conformément à l'arrêté du 24 juillet 1989 portant modification des conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur Chimiste et les épreuves de l'examen organisées conformément au présent arrêté sont précisées en annexe VI au présent arrêté.

La durée de validité des notes égales ou supérieures à 10 sur 20 obtenues aux épreuves de l'examen subi selon les dispositions de l'arrêté du 24 juillet 1989 précité et dont le candidat demande le bénéfice dans les conditions prévues à l'alinéa précédent, est reportée dans le cadre de l'examen organisé selon les dispositions du présent arrêté conformément à l'article 17 du décret précité et à compter de la date d'obtention de ce résultat.

ARTICLE 9

La première session du brevet de technicien supérieur Chimiste organisée conformément aux dispositions du présent arrêté aura lieu en 1999.

La dernière session du brevet de technicien supérieur Chimiste organisée conformément aux dispositions de l'arrêté du 21 juillet 1988 portant définition du brevet de technicien supérieur Chimiste et modifiant les modalités de la formation sanctionnée par ce diplôme et de l'arrêté du 24 juillet 1989 portant modification des conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur Chimiste aura lieu en 1998. A l'issue de cette session, les arrêtés du 21 juillet 1988 et du 24 juillet 1989 précités sont abrogés.

ARTICLE 10

Le directeur des lycées et collèges et les recteurs sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris, le 3 septembre 1997.

Pour le ministre et par délégation :
Par empêchement du directeur
des lycées et collèges :
Le chef de service,
M.-F. Moraux

Nota : le présent arrêté et ses annexes III, IV et VI seront publiés au *Bulletin officiel* de l'éducation nationale du 16 octobre 1997, vendu au prix de 14 F, disponible au Centre national de documentation pédagogique, 13 rues du Four - 75006 Paris, ainsi que dans les centres régionaux et départementaux de documentation pédagogique.
L'arrêté et l'ensemble de ses annexes sera diffusé par les centres précités

Annexe I

Référentiel des activités professionnelles

Introduction

RÉNOVATION : PRÉSENTATION DE LA DÉMARCHE

La rénovation du brevet de technicien supérieur Chimiste s'inscrit à la fois dans la logique et la volonté de réduire le décalage entre formation et métier.

La formation envisagée est globale et ambitieuse :

- formation de la personne au travers de toutes les disciplines concernées ;
- formation scientifique, socio-technique et technologique pour asseoir les savoirs et savoir-faire professionnels.

L'objectif essentiel est que l'étudiant devienne progressivement acteur de sa propre formation.

Il convient de développer une imagination créatrice féconde. L'imagination suppose des intelligences cultivées pour conjuguer une appréhension des problèmes du futur et un recours à l'analogie et à l'histoire qui permette de les rattacher à des éléments de solution déjà connus.

L'enseignement scientifique devra permettre à chacun de s'adapter aux différents métiers proposés au technicien supérieur Chimiste. En effet, l'évolution des industries chimiques et des autres secteurs industriels qu'elles irriguent ne doit pas et ne peut rester sans écho sur la formation.

Le monde de la chimie est en perpétuelle évolution, ses frontières sont largement ouvertes.

La dynamique des besoins des sociétés humaines modernes entraîne l'émergence de nouveaux champs de connaissances ou de réalisations afférents à la chimie :

- prise en compte et maîtrise de la complexité moléculaire ;
- contrôle des changements chimiques, biochimiques, agrochimiques ;
- suivi de la qualité de l'environnement, étude des pollutions, étude du stockage des déchets et des rejets ;
- évolution de l'instrumentation pour le suivi intime des transformations chimiques ou pour la compréhension des mécanismes cellulaires et enzymatiques.

Le dispositif de formation doit prendre en compte l'apparition des hautes technologies, biotechnologies, microélectronique, microoptoélectronique, nanotechnologies, matériaux avancés, contrôle et sécurité des procédés. Il faut simultanément maintenir un haut niveau de maîtrise des technologies classiques et des connaissances scientifiques fondamentales.

Les domaines de recherche porteurs de nouvelles avancées comme, par exemple, la catalyse, les synthèses asymétriques, la modélisation moléculaire, les milieux complexes, les systèmes vivants, les procédés dynamiques non linéaires, les structures fractales des milieux poreux,... exigent des approches pluridisciplinaires. Cette attitude nouvelle a été intégrée dans la reformulation des contenus de programme du brevet de technicien supérieur Chimiste.

Dans une approche équilibrée entre théorie et expérience, cet enseignement devra apporter à l'étudiant les outils conceptuels et méthodologiques qui lui permettent de comprendre le monde naturel et socio-technique qui l'entoure.

Dans cet esprit il n'y aura pas lieu de privilégier une quelconque démarche dogmatique.

La démarche du comprendre d'abord pour savoir faire ensuite ne doit pas être exclusive du savoir-faire d'abord pour comprendre ensuite. La chronologie des attitudes peut et doit les alterner, les équilibrer pour asseoir finalement un Savoir chargé de SENS et prometteur d'AVENIR.

L'originalité du programme retenu pour le brevet de technicien supérieur Chimiste le distingue sans confusion possible de celui retenu pour les classes préparatoires. La spécificité de certains contenus professionnellement qualifiants exigera que le niveau de traitement en brevet de technicien supérieur dépasse sur certains aspects celui des CPGE. En effet, le brevet de technicien supérieur ne vise pas prioritairement à préparer les étudiants à la poursuite d'études universitaires (même si cette possibilité n'est pas, a priori, à exclure).

Dans le même esprit, on se gardera bien de dispenser un enseignement par trop conceptuel.

Quelques idées fortes ont effectivement guidé la rédaction des programmes :

- la recherche des concepts fondateurs et unificateurs des disciplines de la chimie ;
- le pointage des thèmes transversaux à la profession ;
- le souci constant d'analyse et de prévention des risques professionnels et de la protection de l'environnement dans l'exercice du métier ;
- la volonté de voir se développer pour les étudiants la recherche de l'autonomie, le sens critique permanent, l'adaptabilité, la méthodologie, le souci de la qualité des relations humaines.

Les commentaires qui accompagnent les programmes ont notamment pour objet de préciser les limites des contenus à traiter et l'esprit dans lequel il est souhaitable qu'ils soient abordés :

- l'ordre dans la progression n'est pas imposé ;
- la cohérence et l'efficacité de la démarche de formation exigent de la part de l'équipe pédagogique un souci de programmation et de concertation afin d'éviter d'artificiels cloisonnements ;
- l'horaire hebdomadaire proposé inclut les périodes d'évaluation.

CHAMP D'ACTIVITÉ DU TECHNICIEN SUPÉRIEUR CHIMISTE

Le technicien supérieur Chimiste, par sa formation scientifique, technologique et humaine, possède les connaissances et le savoir-faire nécessaire à l'accomplissement d'activités industrielles et de laboratoire concernant :

- * *l'élaboration de substances,*
- * *l'analyse de produits chimiques.*

Le technicien supérieur chimiste exerce son métier dans des secteurs industriels très variés :

INDUSTRIES DE PROCÉDÉS

- * *Chimie de base, pétrochimie, carbochimie, engrais, chimie fine, polymères et élastomères.*
- * *Peintures, encres, vernis, colles, adhésifs.*
- * *Matériaux de construction : ciment, plâtre, verre, céramique.*
- * *Industrie pétrolière.*
- * *Papier, carton.*
- * *Pharmacie, industrie agro-alimentaire, bio-industries, cosmétiques, parfumerie.*
- * *Traitement des rejets, traitement des eaux, traitement et valorisation des déchets.*
- * *Industrie nucléaire, traitement des minerais.*
- * *Explosifs, détergents, huiles et corps gras.*
- * *Produits photographiques et surfaces sensibles.*
- * *Production d'énergie.*
- * *Sidérurgie, métallurgie.*

INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES CLIENTES DES PRÉCÉDENTES

- * *Aéronautique.*
- * *Automobile.*
- * *Électronique.*
- ...

La formation pluridisciplinaire permet au technicien supérieur chimiste d'exercer, dans les entreprises, de multiples fonctions.

- * *Production.*
- * *Contrôle.*
- * *Documentation.*
- * *Recherche.*
- * *Développement.*
- * *Application.*
- * *Technico-commercial.*
- * *Sécurité.*
- * *Formation.*

L'enseignement fondamental de chimie, de technologie et de génie chimique est associé à un solide enseignement de mathématiques, de physique et d'informatique qui permet une bonne adaptabilité tant au début qu'au cours de sa carrière.

F 1.1

FONCTION : PRODUCTION

SOUS-FONCTION : MISE EN ROUTE ET ARRET DE PRODUCTION CONTINUE

TÂCHES

- *tâche 1* : Prendre connaissance des dossiers.
- *tâche 2* : Prendre en charge l'installation.
- *tâche 3* : Exécuter le protocole de démarrage en liaison avec les autres services.
- *tâche 4* : Rendre compte et mettre en oeuvre des corrections.
- *tâche 5* : Assurer la production en quantité et qualité (amener en régime permanent).

CONDITIONS RESSOURCES

- Installation existante.
- Dossier technique.
- Dossier production (notamment cahier des charges).
- Protocole de démarrage au moins sommaire.
- Equipe de production.
- Autres services (différents corps de métiers).

RÉSULTATS ATTENDUS

- Autonomie dans l'exécution des différentes phases imposées par le protocole.
- Coordination du travail d'équipe en liaison avec les autres services.
- Détection des défauts sur le matériel et sur l'installation.
- Proposition d'amélioration du protocole et de l'installation en vue des périodes d'arrêt et des demandes ultérieures.
- Installation amenée en régime permanent dans le respect des dispositions réglementaires d'hygiène, de sécurité, de protection des personnes et de l'environnement.
- Diffusion des consignes, élaboration d'un compte-rendu d'activité en vue d'une diffusion.
- Conformité par rapport au cahier des charges.

DESCRIPTION OPÉRATOIRE DE L'ACTIVITÉ :

Après avoir pris connaissance des dossiers, et reconnu l'installation, le technicien supérieur et son équipe procèdent à tous les essais prévus par le protocole, en collaboration avec les services, dans le respect des consignes d'hygiène, de sécurité et dans le respect du cahier des charges. Il rend compte de son activité, élabore des propositions d'amélioration et des consignes.

F 1.2

FONCTION : PRODUCTION	
SOUS-FONCTION : SUIVI DE PRODUCTION CONTINUE ET DISCONTINUE	
TÂCHES <ul style="list-style-type: none">• <i>tâche 1</i> : Analyser et contrôler le fonctionnement de l'installation.• <i>tâche 2</i> : Détecter un dysfonctionnement et intervenir en relation avec d'autres services.• <i>tâche 3</i> : Participer à l'optimisation de la production.• <i>tâche 4</i> : Rendre compte.	
CONDITIONS RESSOURCES <ul style="list-style-type: none">• Installation en régime établi.• Dossiers d'exploitation.• Moyens d'analyser.• Equipe de production.• Autres services.	RÉSULTATS ATTENDUS <ul style="list-style-type: none">• L'installation est maintenue en régime établi en conformité avec les spécifications du cahier des charges.• Les dysfonctionnements sont détectés et des moyens d'intervention pour y remédier sont mis en oeuvre.• Un compte rendu d'activités est établi.• Des propositions d'amélioration sont éventuellement exprimées.
DESCRIPTION OPÉRATOIRE DE L'ACTIVITÉ : Rendre compte du travail journalier, des dysfonctionnements et suggérer des améliorations.	

F 2.1

FONCTION : CONTRÔLE

SOUS-FONCTION : ORGANISATION DU CONTROLE

TÂCHES

- *tâche 1* : Organiser et suivre des opérations de contrôle.
- *tâche 2* : Respecter des consignes.

CONDITIONS RESSOURCES

- Ensemble des contrôles à effectuer en liaison avec la production.
- Ensemble des contrôles à effectuer sur les matières premières.
- Ensemble des contrôles à effectuer sur les produits finis.
- Bibliographie.
- Moyens d'actualisation.
- Réunions d'informations.

RÉSULTATS ATTENDUS

- Prévisions des sites de prélèvement.
- Prévision du mode de prélèvement, du conditionnement.
- Planning des contrôles.
- Suivi des progrès techniques.
- Gestion des stocks liés au laboratoire.
- Mise en fonctionnement des appareils nouveaux.
- Maintenance des appareils.
- Gestion des imprévus.

DESCRIPTION OPÉRATOIRE DE L'ACTIVITÉ :

Recevoir les objectifs et recevoir les consignes.

Maîtriser le déroulement des contrôles.

F 2.2

FONCTION : CONTRÔLE	
SOUS-FONCTION : EXÉCUTION D'ANALYSES	
TÂCHES <ul style="list-style-type: none">• <i>tâche 1</i> : Contrôler l'exécution du travail.• <i>tâche 2</i> : Contrôler les consignes d'exploitation, de sécurité, d'environnement.	
CONDITIONS RESSOURCES <ul style="list-style-type: none">• Modes opératoires.• Planning des contrôles.• Matériel existant et notices techniques• Produits existants et leurs fiches techniques.• Fiches de données de sécurité (fabricant, INRS).• Normes européennes.• Documentation technique.• Bibliographie.<ul style="list-style-type: none">- Tables de données.- Banque de données informatisées.- Littérature spécialisée.• Equipe technique.• Cahier des charges.	RÉSULTATS ATTENDUS <ul style="list-style-type: none">• Le contrôle est assuré dans le respect des dispositions réglementaires d'hygiène, de sécurité et de protection des personnes et de l'environnement.• L'équipe de contrôle est convenablement informée.• Le contrôle demandé est assuré en qualité (en référence à des normes) et dans les délais.• Fiche de résultats et comparaison avec la norme.• Gestion des imprévus.
DESCRIPTION OPÉRATOIRE DE L'ACTIVITÉ : <p>Fournir les résultats des analyses, en conformité avec les normes européennes et le cahier des charges, au responsable du laboratoire et aux clients.</p> <p>Signaler les anomalies (analyses, matériels) au service production dans les délais.</p> <p>Si anomalie grave, intervention le cas échéant.</p>	

F 3

FONCTION : DOCUMENTATION

SOUS-FONCTION : RECHERCHE - CONSULTATION

TÂCHES

- *tâche 1* : S'informer de l'évolution permanente des besoins.
- *tâche 2* : Recueillir, sélectionner, mettre en forme et indexer des informations scientifiques, techniques et institutionnelles du domaine professionnel.

CONDITIONS RESSOURCES

- Documents internes à l'entreprise.
- Publications.
- Littérature spécialisée française et étrangère.
- Banques de données informatisées.
- Fiches techniques, toxicologiques.

RÉSULTATS ATTENDUS

- L'information est stockée, méthodiquement indexée et/ou synthétisée en fonction des besoins.

DESCRIPTION OPÉRATOIRE DE L'ACTIVITÉ :

Rechercher, recueillir, analyser, sélectionner, archiver et mettre à disposition des informations.

F 4

FONCTION : RECHERCHE	
SOUS-FONCTION : MISE AU POINT D'UN PROTOCOLE EXPERIMENTAL	
TÂCHES <ul style="list-style-type: none">• <i>tâche 1</i> : Participer à la conception de nouveaux produits.• <i>tâche 2</i> : Analyser et suivre des paramètres de fonctionnement sur un sujet déterminé avec proposition d'amélioration ou de solution.	
CONDITIONS RESSOURCES <ul style="list-style-type: none">• Documents internes à l'entreprise.• Fiches techniques, de sécurité, de toxicologie.• Banque de données informatiques.• Tables de données.• Littérature spécialisée.• Matériel existant.• Matière première.	RÉSULTATS ATTENDUS <ul style="list-style-type: none">• Elaboration du protocole.• Réalisation expérimentale.• Analyse critique des résultats (bilans cinétiques, qualité, fiabilité, reproductibilité ...).• Estimation des coûts.• Comptes rendus.
DESCRIPTION OPÉRATOIRE DE L'ACTIVITÉ : <p>Mettre au point le protocole et rédiger les comptes rendus correspondants.</p>	

F 5

FONCTION : DÉVELOPPEMENT	
SOUS-FONCTION : ADAPTATION DU PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL A LA PRODUCTION INDUSTRIELLE	
TÂCHES <ul style="list-style-type: none">• <i>tâche 1</i> : Prendre connaissance des étapes préalables.• <i>tâche 2</i> : Participer à la définition du matériel nécessaire.• <i>tâche 3</i> : Réaliser ou faire réaliser les essais de mise au point du procédé.• <i>tâche 4</i> : Analyser des résultats et élaborer un rapport.• <i>tâche 5</i> : Participer à l'optimisation du procédé.	
CONDITIONS RESSOURCES <ul style="list-style-type: none">• Protocole expérimental.• Matière première.• Caractéristiques des matières premières et des produits.• Spécifications techniques du matériel.• Documentations.• Cahier des charges.• Moyens analytiques.	RÉSULTATS ATTENDUS <ul style="list-style-type: none">• Procédé optimisé selon un profil industriel.
DESCRIPTION OPÉRATOIRE DE L'ACTIVITÉ : Participer à l'élaboration de plans d'installation. Utiliser les différents bilans pour la mise au point d'une unité pilote.	

F 6

FONCTION : APPLICATION

SOUS-FONCTION : RECHERCHE DE NOUVEAUX CHAMPS D'APPLICATION DES PRODUITS

TÂCHES

- *tâche 1* : Identifier des besoins nouveaux.
- *tâche 2* : Participer à la définition du cahier des charges du nouveau matériel et / ou de nouvelles applications.
- *tâche 3* : Participer à la modification des procédés de fabrication.

CONDITIONS RESSOURCES

- Documentation.
- Problèmes ou besoins identifiés.
- Modèles d'expérimentation.

RÉSULTATS ATTENDUS

- Formulation nouvelle.
- Utilisation nouvelle.
- Adaptation du procédé de fabrication.

DESCRIPTION OPÉRATOIRE DE L'ACTIVITÉ :

Identifier des nouveaux besoins et mettre au point les modifications nécessaires.

F 7

FONCTION : TECHNICO - COMMERCIAL	
SOUS-FONCTION : PROMOTION DES PRODUITS CHIMIQUES ET DES MATERIELS	
TÂCHES <ul style="list-style-type: none">• <i>tâche 1</i> : Identifier et analyser les besoins.• <i>tâche 2</i> : Élaborer un message pertinent, adapté aux interlocuteurs et à la situation.• <i>tâche 3</i> : Conseiller, démarcher et vendre des produits et matériels.	
CONDITIONS RESSOURCES <ul style="list-style-type: none">• Culture professionnelle et d'entreprise.• Connaissance des produits et des matériels.• Connaissance des moyens de communication.	RÉSULTATS ATTENDUS <ul style="list-style-type: none">• Satisfaire la demande du client.• Location d'un matériel.• Résoudre les problèmes.• Promouvoir les nouveaux produits.
DESCRIPTION OPÉRAIRE DE L'ACTIVITÉ : Mettre en œuvre une technique de communication appropriée pour la vente ou la location de matériel.	

<p>FONCTION : SÉCURITÉ</p>	
<p>SOUS-FONCTION : ELABORATION DES CONSIGNES DE SECURITE ET CONTROLE DE LEUR APPLICATION</p>	
<p>TÂCHES</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>tâche 1</i> : Participer à la recherche et à l'archivage des documents de sécurité. • <i>tâche 2</i> : Evaluer les phénomènes dangereux dans la conduite des opérations. • <i>tâche 3</i> : Participer à la rédaction des consignes de sécurité. • <i>tâche 4</i> : Assurer et contrôler l'étiquetage des produits. • <i>tâche 5</i> : Participer à la rédaction de fiches provisoires de données de sécurité. • <i>tâche 6</i> : Assurer l'expédition et le stockage des produits dans les normes de sécurité. 	
<p style="text-align: center;">CONDITIONS RESSOURCES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Protocoles opératoires. • Fiches de données de sécurité. • Fiches toxicologiques. • Réglementation générale, hygiène, sécurité. • Exercices de sécurité. • Audit des installations au regard de la sécurité. • Registre de sécurité. 	<p style="text-align: center;">RÉSULTATS ATTENDUS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sécurité optimale.
<p>DESCRIPTION OPÉRATOIRE DE L'ACTIVITÉ :</p> <p>Comprendre, respecter, faire respecter les consignes de sécurité.</p> <p>Développer l'esprit de sécurité.</p>	

F 9

FONCTION : FORMATION	
SOUS-FONCTION : CONTRIBUTION AUX ACTIONS DE FORMATION DANS L'ENTREPRISE.	
TÂCHES <ul style="list-style-type: none">• <i>tâche 1</i> : Participer à la formation des nouveaux agents.• <i>tâche 2</i> : Mettre à jour les connaissances des différentes équipes.	
CONDITIONS RESSOURCES <ul style="list-style-type: none">• Personnel spécialisé.• Moyens matériels.• Documentation.	RÉSULTATS ATTENDUS <ul style="list-style-type: none">• Acquisition de nouvelles connaissances et de nouveaux savoir-faire par le personnel formé.
DESCRIPTION OPÉRATOIRE DE L'ACTIVITÉ : Participer à l'animation de réunions de formation et d'information.	

Référentiel de certification

Capacités - Compétences

FONCTION	F 1 PRODUCTION		F 2 CONTRÔLE	F 3 DOCUMENTATION	F 4 RECHERCHE	F 5 DÉVELOPPEMENT	F 6 APPLICATION	F 7 TECHNICO-COMMERCIAL	F 8 SÉCURITÉ	F 9 FORMATION
<ul style="list-style-type: none"> Tâches Référentiel d'emploi → Résultats Capacités ↓	Mise en route et arrêt de production continue ↓ Amener l'installation à un régime permanent	Suivi de production continue et discontinue ↓ Production conforme aux prévisions et consignes	Organisation du contrôle Exécution d'analyses ↓ Feuilles d'analyses Cahier d'analyses	Recherche, consultation, élaboration de documents liés à l'activité de l'entreprise ↓ Comptes rendus	Mise au point d'un protocole expérimental ↓ Rapport-diagnostic sur le protocole expérimental	Adaptation du protocole expérimental à la production industrielle ↓ Mode opératoire de production	Recherche de nouveaux champs d'application des produits. ↓ Formule nouvelle. Nouvelle utilisation. Nouvelle fabrication. Nouvelle recherche	Promotion des produits chimiques et des matériels ↓ Vente d'un produit ou d'un matériel. Location d'un matériel	Elaboration des consignes de sécurité et contrôle de leur application ↓ Amélioration des conditions. Bilans de sécurité	Contributions aux actions de formation dans l'entreprise ↓ Acquisition de nouvelles connaissances et de nouveaux savoir-faire par les formés
I - CAPACITÉS LIÉES À LA PRODUCTION : C1. Analyser et comprendre tout ou partie d'un processus physico-chimique (élaboration, analyse). C2. Concevoir tout ou partie d'un nouveau processus physico-chimique. C3. Mettre en œuvre un processus physico-chimique : C3.1 - Connaître le matériel. C3.2 - Préparer un produit. C3.3 - Analyser les produits. C3.4 - Améliorer le processus. C3.5 - Maîtriser le procédé (qualité). C4. Participer à l'organisation et l'animation d'une équipe.	●●● ●●● ●● ●● ● ●	●● ●●● ●● ● ●●● ●●●	●●● ●●● ● ●●● ● ●●●	● ● ●●● ●●● ●●●	●●● ●●● ●●● ●●● ●●● ●●●	●●● ●●● ● ●●● ●●● ●●	●●● ●●● ●● ●● ● ●●	●●● ●●● ● ● ● ●	●●● ●●● ●● ●● ●● ●●	

FONCTION	F 1 PRODUCTION		F 2 CONTRÔLE	F 3 DOCUMENTATION	F 4 RECHERCHE	F 5 DÉVELOPPEMENT	F 6 APPLICATION	F 7 TECHNICO- COMMERCIAL	F 8 SÉCURITÉ	F 9 FORMATION
C5. Utiliser divers moyens de transmission de l'information :										
C5.1 - Maîtriser la rédaction des documents professionnels.	●●	●●	●●	●●●	●●●	●●	●●●	●●●	●●●	●●●
C5.2 - Bien utiliser la langue anglaise technique.			●	●●●	●●	●●	●●●	●●●	●	
C5.3 - Consulter les sources d'information disponibles.	●	●	●	●●●	●●	●●	●●●	●	●●	●●
II - CAPACITÉS LIÉES À LA GESTION ET À LA LÉGISLATION :										
C1. Avoir une vue d'ensemble des protocoles économiques.				●●	●	●●	●●	●●●		●●
C2. Gérer les stocks et déterminer les coûts :										
C2.1 - Identifier les sources d'économie à réaliser.		●●●				●●				
C2.2 - Déterminer coûts et devis.		●				●●●	●			
C2.3 - Analyser les écarts prévisions/réalisations.		●●●						●		
C3. Connaître et utiliser les techniques administratives :										
C3.1 - Participer à la circulation de l'information technique.	●	●	●	●●●	●	●●	●●●	●●●	●●●	●●
C3.2 - Gérer des fichiers.	●	●		●●●			●●	●●●	●●	●
C3.3 - Mettre en œuvre la planification.	●	●	●			●		●●●		
C4. Connaître et utiliser les techniques commerciales.				●			●	●●●		●
C5. Connaître et appliquer la législation :										

(Le nombre de points est proportionnel à l'importance de la corrélation)

FONCTION	F 1 PRODUCTION		F 2 CONTRÔLE	F 3 DOCUMENTATION	F 4 RECHERCHE	F 5 DÉVELOPPEMENT	F 6 APPLICATION	F 7 TECHNICO- COMMERCIAL	F 8 SÉCURITÉ	F 9 FORMATION
C5.1 - S'informer sur les brevets. C5.2 - Evaluer les connaissances du non respect des cahiers des charges. C5.3 - Connaître l'essentiel de la réglementation sur Hygiène - Sécurité - Environnement .	••	••	•	•••	••	•	••	•	••	•
	••	••	•	•••	•••	•••	••	•••	•••	••

(Le nombre de points est proportionnel à l'importance de la corrélation)

**C1 - ANALYSER ET COMPRENDRE TOUT OU PARTIE D'UN PROCESSUS
PHYSICO-CHI-MIQUE (ÉLABORATION, ANALYSE).**

ÊTRE CAPABLE DE	CONDITIONS DE RÉALISATION	CRITÈRES D'ÉVALUATION
<ul style="list-style-type: none">• D'analyser et de comprendre les phénomènes intervenant dans le processus physico-chimique.• Savoir lire et réaliser un schéma de fabrication.	<ul style="list-style-type: none">• Documents décrivant des processus physico-chimiques.	<ul style="list-style-type: none">• Savoir exploiter ses connaissances théoriques pour justifier les conditions opératoires.

**C2 - CONCEVOIR TOUT OU PARTIE D'UN NOUVEAU PROCESSUS
PHYSICO-CHIMIQUE.**

ÊTRE CAPABLE DE	CONDITIONS DE RÉALISATION	CRITÈRES D'ÉVALUATION
<ul style="list-style-type: none">• Analyser la documentation.• Utiliser ses connaissances théoriques et pratiques.• Etablir un protocole d'essai, le réaliser et en tirer les conclusions.	<ul style="list-style-type: none">• Connaissances du but à atteindre.• Documentation nécessaire.• Moyens techniques.	<ul style="list-style-type: none">• Etablissement et rédaction d'un protocole d'essai aussi précis que possible.

**C3 - METTRE EN ŒUVRE UN PROCESSUS PHYSICO-CHIMIQUE :
C3.1 - CONNAÎTRE LE MATÉRIEL.**

ÊTRE CAPABLE DE	CONDITIONS DE RÉALISATION	CRITÈRES D'ÉVALUATION
<ul style="list-style-type: none"> • Comprendre les principes fonctionnels des appareils d'analyse. • Connaître les principes technologiques des appareils de synthèse de production. • Utiliser une notice. • Choisir l'appareillage. • Justifier les conditions d'implantation des appareils. • Assurer l'entretien courant. 	<ul style="list-style-type: none"> • Un dossier comprenant le (ou les) schéma(s) du procédé ou du protocole d'essai. • Les fiches techniques des matériels et des substances, l'état du matériel existant. • Les catalogues des fabricants. 	<ul style="list-style-type: none"> • Connaître et savoir appliquer un certain nombre de lois fondamentales. • Réaliser le montage adapté au processus à mettre en œuvre. • Utilisation correcte des appareils.

**C3 - METTRE EN ŒUVRE UN PROCESSUS PHYSICO-CHIMIQUE :
C3.2 - PRÉPARER UN PRODUIT.**

ÊTRE CAPABLE DE	CONDITIONS DE RÉALISATION	CRITÈRES D'ÉVALUATION
<ul style="list-style-type: none">• Exécuter la préparation d'un produit en l'optimisant et en s'assurant du respect des consignes de sécurité et de protection de l'environnement.• Tenir un cahier de laboratoire.	<ul style="list-style-type: none">• Mode opératoire.	<ul style="list-style-type: none">• Fournir un produit en quantité suffisante et de qualité satisfaisante, compte tenu des conditions opératoires.

**C3 - METTRE EN ŒUVRE UN PROCESSUS PHYSICO-CHIMIQUE :
C3.3 - ANALYSER LES PRODUITS.**

ÊTRE CAPABLE DE	CONDITIONS DE RÉALISATION	CRITÈRES D'ÉVALUATION
<ul style="list-style-type: none">• Régler l'appareillage.• Procéder aux étalonnages et aux échantillonnages.• Effectuer les mesures.• Exploiter les mesures.• Exprimer les résultats de façon critique.	<ul style="list-style-type: none">• Protocole expérimental.• Produits à analyser.• Appareillage.• Notices.	<ul style="list-style-type: none">• Mise en œuvre de l'analyse et expression des résultats.

**C3 - METTRE EN ŒUVRE UN PROCESSUS PHYSICO-CHIMIQUE :
C3.4 - AMÉLIORER LE PROCESSUS.**

ÊTRE CAPABLE DE	CONDITIONS DE RÉALISATION	CRITÈRES D'ÉVALUATION
<ul style="list-style-type: none">• Analyser les résultats.• Faire une étude critique des résultats.• Analyser le processus afin d'y apporter des améliorations ; le comparer à d'autres processus.	<ul style="list-style-type: none">• Un processus et ses résultats.	<ul style="list-style-type: none">• Avoir un esprit critique sur un protocole donné.

**C3 - METTRE EN ŒUVRE UN PROCESSUS PHYSICO-CHIMIQUE :
C3.5 - MAÎTRISER LE PROCÉDÉ (QUALITÉ).**

ÊTRE CAPABLE DE	CONDITIONS DE RÉALISATION	CRITÈRES D'ÉVALUATION
<ul style="list-style-type: none">• Effectuer production ou analyse conformes aux prévisions et aux consignes.	<ul style="list-style-type: none">• Cahier des charges.• Normes européennes (ISO...).	<ul style="list-style-type: none">• Vérification de la qualité des produits préparés et des analyses effectuées suivant les normes.

C4 - PARTICIPER A L'ORGANISATION ET A L'ANIMATION D'UNE ÉQUIPE.

ÊTRE CAPABLE DE	CONDITIONS DE RÉALISATION	CRITÈRES D'ÉVALUATION
<ul style="list-style-type: none">• D'assurer l'information d'une équipe sur les caractéristiques et la conduite d'une unité de production et sur un matériel nouveau.• D'assurer l'organisation technique du travail.• De veiller au respect des consignes de sécurité.	<ul style="list-style-type: none">• Une unité en fonctionnement ou son descriptif.• L'organisation du service.• Le dossier technique correspondant à l'unité.	<ul style="list-style-type: none">• Capacité non évaluable à l'examen.

**C5 - UTILISER DIVERS MOYENS DE TRANSMISSION DE L'INFORMATION :
C5.1 - MAÎTRISER LA RÉDACTION DES DOCUMENTS PROFESSIONNELS.**

ÊTRE CAPABLE DE	CONDITIONS DE RÉALISATION	CRITÈRES D'ÉVALUATION
<ul style="list-style-type: none"> • Rédiger un compte rendu ou un rapport. • Rédiger des consignes. • Rédiger un résumé de texte technique. • Mettre à jour des documents. • Réaliser un schéma. • Utiliser un traitement de texte, un tableur et un logiciel de symboles chimiques. 	<ul style="list-style-type: none"> • Protocole opératoire. • Documentation technique. • Résultats d'essais ou d'opérations. • Outil informatique. 	<ul style="list-style-type: none"> • Feuilles de marche. • Comptes rendus de travaux pratiques. • Rapport de stage. • Réalisation d'un schéma • Utilisation de l'outil informatique.

**C5 - UTILISER DIVERS MOYENS DE TRANSMISSION DE L'INFORMATION :
C5.2 - BIEN UTILISER LA LANGUE ANGLAISE TECHNIQUE.**

ÊTRE CAPABLE DE	CONDITIONS DE RÉALISATION	CRITÈRES D'ÉVALUATION
<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser une documentation en anglais. • Savoir s'entretenir en anglais avec un interlocuteur. • Maîtriser le vocabulaire technique. 	<ul style="list-style-type: none"> • Des documents techniques en anglais. • Des notices d'utilisation. • Des périodiques. • Des banques de données. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser une documentation technique en anglais (une page environ).

**C5 - UTILISER DIVERS MOYENS DE TRANSMISSION DE L'INFORMATION :
C5.3 - CONSULTER LES SOURCES D'INFORMATION DISPONIBLES.**

ÊTRE CAPABLE DE	CONDITIONS DE RÉALISATION	CRITÈRES D'ÉVALUATION
<ul style="list-style-type: none"> • Analyser de façon critique les sources d'information. • Faire une synthèse. • Savoir les utiliser. • Savoir les transmettre. 	<ul style="list-style-type: none"> • Des bulletins signalétiques, des périodiques, des ouvrages. • Des banques de données (français-anglais). • Divers moyens audiovisuels et informatiques. 	<ul style="list-style-type: none"> • Faire une synthèse des différentes informations relatives à un sujet donné.

TECHNICIEN DE LABORATOIRE D'ANALYSE

TABLEAU DES ACTIVITÉS

Autonomie : A : autonomie C : en collaboration Fréquence : J : journalière P : périodique O : occasionnelle V : variable	Autonomie	Fréquence
Recherche documentaire		
<ul style="list-style-type: none"> • Conduite d'une recherche documentaire sur un problème ponctuel 	A	V
<ul style="list-style-type: none"> • Lecture et analyse d'un document technique dans son domaine d'activité 	A	V
Activités de conception		
<ul style="list-style-type: none"> • Participation à l'élaboration d'un programme de travail 	C	O
<ul style="list-style-type: none"> • Participation à la conception d'installations complexes non standardisées 	C	V
Activités d'analyse		
<ul style="list-style-type: none"> • Paramétrage et étalonnage d'instrumentation 	A	J
<ul style="list-style-type: none"> • Échantillonnage (produits purs, mélanges, produits formulés) 	A	J
<ul style="list-style-type: none"> • Préparation d'échantillons 	A	J
<ul style="list-style-type: none"> • Mise en œuvre des analyses 	A	J
Interprétation des résultats		
<ul style="list-style-type: none"> • Interprétation critique, conclusion concernant l'essai venant d'être réalisé 	A	J
<ul style="list-style-type: none"> • Mise en graphiques et tableaux sous forme d'unités homogènes (utilisation de traitement de texte, tableur) 	A	J & P
<ul style="list-style-type: none"> • Calcul statistique (calcul d'erreur, statistique) 	A & C	V
<ul style="list-style-type: none"> • Estimation des erreurs 	A & C	V
<ul style="list-style-type: none"> • Calcul spécifique à l'essai 	A & C	V
<ul style="list-style-type: none"> • Interprétation critique, conclusion concernant un groupe d'essais 	C	V
Communication écrite		
<ul style="list-style-type: none"> • Rédaction du cahier de laboratoire 	A	J
<ul style="list-style-type: none"> • Rédaction de notes techniques (traitement de texte, logiciel de symboles chimiques) 	C	V
<ul style="list-style-type: none"> • Rédaction de rapports (traitement de texte, logiciel de symboles chimiques) 	C	O & V

TECHNICIEN DE LABORATOIRE D'ANALYSE

TABLEAU DES ACTIVITÉS

<p><u>Autonomie</u> : A : autonomie C : en collaboration</p> <p><u>Fréquence</u> : J : journalière P : périodique O : occasionnelle V : variable</p>	Autonomie	Fréquence
<p>Organisation et maintenance du laboratoire</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entretien courant des matériels • Gestion des stocks de matières premières et de pièces détachées • Archivage des documents • Organisation du laboratoire <p>Activités relationnelles</p> <ul style="list-style-type: none"> • Participation aux réunions internes techniques ou d'organisation du laboratoire (communication orale) • Participation aux réunions avec les services extérieurs du laboratoire tels que services centraux d'analyse, unités de production, etc... (communication orale, éventuellement en anglais) • Accompagnement des stagiaires • Relations avec les fournisseurs <p>Sécurité</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rédaction des consignes de sécurité • Recherche et archivage des documents de sécurité • Etiquetage • Rédaction des fiches provisoires de données de sécurité • Expédition d'échantillons 	<p>A</p> <p>A</p> <p>A</p> <p>C</p> <p>C</p> <p>C</p> <p>A</p> <p>A</p> <p>C</p> <p>C</p> <p>A</p> <p>C</p> <p>C</p> <p>A</p> <p>A</p> <p>C</p> <p>A</p>	<p>P</p> <p>P</p> <p>J</p> <p>V</p> <p>V</p> <p>V</p> <p>V</p> <p>V</p> <p>V</p> <p>V</p> <p>V</p> <p>V</p> <p>V</p> <p>V</p> <p>V</p> <p>V</p>

TECHNICIEN DE LABORATOIRE DE SYNTHÈSE

TABLEAU DES ACTIVITÉS

<u>Autonomie</u> : A : autonomie C : en collaboration <u>Fréquence</u> : J : journalière P : périodique O : occasionnelle V : variable	Autonomie	Fréquence
Recherche documentaire <ul style="list-style-type: none"> • Conduite d'une recherche documentaire sur un problème ponctuel • Lecture et analyse d'un document technique 	A A	V V
Activités de conception <ul style="list-style-type: none"> • Participation à l'élaboration d'un programme de travail • Participation à la conception d'installations complexes non standardisées 	C C	P O
Activités de synthèse <ul style="list-style-type: none"> • Réalisation de montages expérimentaux de tous degrés de complexité et mettant en jeu tous types de matériaux et de systèmes standards (dont contrôle et régulation), à l'échelle de la paillasse ou du quart de grand • Conduite du travail de synthèse (mise en œuvre, contrôle des paramètres, observations non mesurables) • Isolement des produits de réaction par toutes techniques (évaporation, filtration, précipitation, cristallisation, lyophilisation, techniques membranaires, etc ...) • Purification des produits de réaction (distillation, cristallisation en solution ou à l'état fondu, techniques membranaires et chromatographiques, etc ...) 	A A A A	J J J J
Activités d'analyse <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des matières premières, des mélanges réactionnels et des produits de réaction, par les techniques standard d'un laboratoire de synthèse (diverses techniques chromatographiques, IR, UV, RMN, colorimétrie, potentiométrie, réfractométrie, point de fusion, ébulliométrie, microscopie optique, etc ...) • Orientation des produits à analyser vers les laboratoires centraux disposant de techniques lourdes (RMN, SM, RX, divers types de microscopie, techniques couplées, etc ...) 	A A C	J J J

TECHNICIEN DE LABORATOIRE DE SYNTHÈSE

TABLEAU DES ACTIVITÉS

<u>Autonomie</u> : A : autonomie C : en collaboration <u>Fréquence</u> : J : journalière P : périodique O : occasionnelle V : variable	Autonomie	Fréquence
Organisation et maintenance du laboratoire		
• Entretien courant des matériels	A	P
• Gestion des stocks de matières premières et de pièces détachées	A	P
• Archivage des documents	A	J
• Organisation du laboratoire	C	V
Activités relationnelles		
• Relations ponctuelles avec les demandeurs	A	J
• Participations aux réunions internes techniques ou d'organisation du laboratoire (communication orale)	C	V
• Participation aux réunions avec les services extérieurs du laboratoire tels que les services centraux d'analyse, unités de production, etc... (communication orale, éventuellement en anglais)	C	V
• Accompagnement des stagiaires	A	V
• Relations avec les fournisseurs	A	V
Sécurité		
• Rédaction des consignes de sécurité	C	V
• Recherche et archivage des documents de sécurité	C	P

TECHNICIEN DE LABORATOIRE D'APPLICATIONS

TABLEAU DES ACTIVITÉS

<u>Autonomie</u> : A : autonomie C : en collaboration <u>Fréquence</u> : J : journalière P : périodique O : occasionnelle V : variable	Autonomie	Fréquence
Recherche documentaire		
<ul style="list-style-type: none"> Conduite d'une recherche documentaire sur un problème ponctuel 	A	V
<ul style="list-style-type: none"> Lecture et analyse d'un document technique 	A	V
Activités de conception		
<ul style="list-style-type: none"> Participation à l'élaboration d'un programme de travail 	C	P
<ul style="list-style-type: none"> Participation à la conception d'installations complexes non standardisées 	C	O
Activités d'application		
<ul style="list-style-type: none"> Réalisation de montages expérimentaux de tous degrés de complexité et mettant en jeu tous types de matériaux et de systèmes standards (dont contrôle et régulation) 	A	V
<ul style="list-style-type: none"> Conduite de l'essai (mise en œuvre, contrôle des paramètres, observations non mesurables) 	A	J
<ul style="list-style-type: none"> Essai en clientèle 	A	V
Activités d'analyses, de mesure et d'évaluation		
<ul style="list-style-type: none"> Echantillonnage 	A	J
<ul style="list-style-type: none"> Préparation d'échantillons 	A	J
<ul style="list-style-type: none"> Mise en œuvre de techniques spécifiques, chimiques, physiques, physico-chimiques, mécaniques 	A	J
<ul style="list-style-type: none"> Paramétrage, étalonnage 	C	J
Interprétation des résultats		
<ul style="list-style-type: none"> Interprétation critique, conclusion concernant l'essai venant d'être réalisé 	A	J
<ul style="list-style-type: none"> Mise en graphiques et tableaux sous forme d'unités homogènes (utilisation de traitement de texte, tableur) 	A	P
<ul style="list-style-type: none"> Calcul statistique (calcul d'erreur, statistique) 	A & C	V
<ul style="list-style-type: none"> Estimation des erreurs 	A & C	V
<ul style="list-style-type: none"> Calcul spécifique à l'essai 	A & C	V

TECHNICIEN DE LABORATOIRE D'APPLICATIONS

TABLEAU DES ACTIVITÉS

<u>Autonomie</u> : A : autonomie C : en collaboration <u>Fréquence</u> : J : journalière P : périodique O : occasionnelle V : variable	Autonomie	Fréquence
Communication écrite <ul style="list-style-type: none"> • Rédaction du cahier de laboratoire • Rédaction de notes techniques (traitement de texte, logiciel de symboles chimiques) • Rédaction de rapports (traitement de texte, logiciel de symboles chimiques) 	<p style="text-align: center;">A</p> <p style="text-align: center;">C</p> <p style="text-align: center;">C</p>	<p style="text-align: center;">J</p> <p style="text-align: center;">V</p> <p style="text-align: center;">V</p>
Organisation et maintenance du laboratoire <ul style="list-style-type: none"> • Entretien courant des matériels • Gestion des stocks de matières premières et de pièces détachées • Archivage des documents • Organisation du laboratoire 	<p style="text-align: center;">A</p> <p style="text-align: center;">A</p> <p style="text-align: center;">A</p> <p style="text-align: center;">C</p>	<p style="text-align: center;">P</p> <p style="text-align: center;">P</p> <p style="text-align: center;">J</p> <p style="text-align: center;">V</p>
Activités relationnelles <ul style="list-style-type: none"> • Participation aux réunions internes techniques ou d'organisation du laboratoire (communication orale) • Participation aux réunions avec les services extérieurs du laboratoire tels que les services centraux d'analyse, unités de production, etc... (communication orale, éventuellement en anglais) • Accompagnement des stagiaires • Relations avec les clients (communication orale ou écrite, éventuellement en anglais) • Relations avec les fournisseurs 	<p style="text-align: center;">C</p> <p style="text-align: center;">C</p> <p style="text-align: center;">A</p> <p style="text-align: center;">A ou C</p> <p style="text-align: center;">A</p>	<p style="text-align: center;">V</p> <p style="text-align: center;">V</p> <p style="text-align: center;">V</p> <p style="text-align: center;">V</p> <p style="text-align: center;">V</p>
Sécurité <ul style="list-style-type: none"> • Rédaction des consignes de sécurité • Recherche et archivage des documents de sécurité • Etiquetage • Rédaction de fiches provisoires de données de sécurité • Expédition d'échantillons 	<p style="text-align: center;">C</p> <p style="text-align: center;">C</p> <p style="text-align: center;">A</p> <p style="text-align: center;">C</p> <p style="text-align: center;">A</p>	<p style="text-align: center;">V</p> <p style="text-align: center;">P</p> <p style="text-align: center;">J</p> <p style="text-align: center;">V</p> <p style="text-align: center;">V</p>

GESTION ET LÉGISLATION

RELEVÉ DE CAPACITÉS

I. CAPACITÉS GLOBALES

Le technicien supérieur doit être capable :

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

II. CAPACITÉS OPÉRATIONNELLES

II-1. SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE RELEVANT DES TECHNIQUES QUANTITATIVES DE GESTION :

- dans une situation de production, identifier et classer les charges (charges directes et indirectes, charges fixes et variables, ...), en tirer des conséquences ;
- valoriser les stocks (CM P) ;
- identifier et classer les coûts partiels : coût d’achat, coût de production, coût de distribution ;
- fournir les informations nécessaires à la détermination des coûts liés à son activité (évaluer les temps de travail, déterminer un coût horaire, valoriser les temps de production) ;
- déterminer le coût d’une opération, d’une production, d’un projet ;
- établir le coût prévisionnel d’une opération, d’une production, d’un projet ;
- lire un budget de production et en tirer les informations nécessaires à son activité, participer à l’élaboration d’un budget de production ;
- analyser les écarts entre prévisions et réalisations, en tirer des conséquences dans son champ d’activités (choix des composants, de processus... repérage de coûts anormaux) ;
- apprécier l’influence de la rentabilité d’une opération, d’une production, d’un projet ;
- établir des devis ;
- dégager l’apport de certains outils d’aide à la décision pour guider des choix techniques, utiliser ces outils dans des cas simples (recours à la programmation linéaire, à la méthode PERT, ...) ;
- participer à une réunion technique relative à un projet d’investissement ;
- appréhender globalement la situation d’une entreprise à partir d’un bilan simplifié et son activité à travers du compte de résultat.

II-2. SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE RELEVANT DES TECHNIQUES ADMINISTRATIVES :

- participer à la circulation de l'information technique :
 - choisir le canal, le média, le support le plus adapté au message à transmettre, au degré d'autonomie de l'émetteur, au destinataire, à l'objectif de communication,
 - participer à la mise en forme et valoriser un message technique ;
- rechercher des informations sur des documents commerciaux courants (bon ce commande, facture, fiche de stock, ...) ;
- exploiter ces documents dans le cadre de leur activité ;
- consulter, mettre à jour des fichiers (fournisseurs, produits...), consulter ou préparer la consultation d'une banque de données ;
- participer à une opération d'appel d'offre, à l'exploitation des offres et à la sélection des fournisseurs ;
- utiliser divers logiciels (tableur, gestionnaire de base de données, traitement de texte) pour traiter les informations nécessaires à l'exercice de leur activité ;
- mettre en œuvre méthodes et outils de planification.

II-3. SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE RELEVANT DES TECHNIQUES COMMERCIALES :

- dans un cas précis, retrouver dans la réalisation technique le respect des contraintes du marché (satisfaction des besoins, qualité).

II-4. SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE RELEVANT DU DROIT :

- dans toute situation de création et conception :
 - repérer l'opportunité de solliciter une recherche auprès des services ou organismes de protection de la propriété industrielle (information sur les brevets, organismes, procédure),
 - utiliser la terminologie de base permettant le dialogue avec les spécialistes,
 - exploiter les informations en retour ;
- identifier les conséquences du non-respect de clauses d'un cahier des charges fondées sur des dispositions réglementaires relatives au produit ou au processus de production ;
- lire des contrats relatifs à son activité pour dégager les droits et obligations des parties (contrat de maintenance, de sous-traitance, de travail, conventions collectives par exemple) ;
- identifier les sources d'information, les personnes et institutions compétentes face à un problème juridique posé dans le cadre de l'activité.

Savoirs - associés

FRANÇAIS

L'enseignement du français dans les sections de techniciens supérieurs Chimistes 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 les brevets de technicien supérieur.

LANGUE VIVANTE ÉTRANGÈRE : ANGLAIS

1. OBJECTIFS

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

Pour l'étudiant de brevet de technicien supérieur, cette étude est une composante de la formation professionnelle et la maîtrise d'une langue vivante étrangère est une compétence indispensable à l'exercice de la profession.

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

2. COMPÉTENCES 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, ... 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.

LANGUE VIVANTE ÉTRANGÈRE FACULTATIVE

1. OBJECTIFS

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

Pour l'étudiant de brevet de technicien supérieur, cette étude est une composante de la formation professionnelle et la maîtrise d'une langue vivante étrangère est une compétence indispensable à l'exercice de la profession.

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

2. COMPÉTENCES 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, ...

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

MATHÉMATIQUES

L'enseignement des mathématiques dans les sections de technicien supérieur Chimiste se réfère aux dispositions de l'arrêté du 30 mars 1989 fixant les objectifs, les contenus de l'enseignement et le référentiel des capacités du domaine des mathématiques pour les brevets de technicien supérieur. Les dispositions de cet arrêté sont précisées pour ce brevet de technicien supérieur, de la façon suivante.

1 - LIGNES DIRECTRICES

1.1 OBJECTIFS SPÉCIFIQUES A LA SECTION

L'étude de phénomènes continus issus de la physique, de la chimie et de la technologie constitue un des objectifs essentiels de la formation des techniciens supérieurs Chimistes. Ils sont décrits mathématiquement par des fonctions 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 Chimiste.

1.2 ORGANISATION DES CONTENUS

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

- une étude des **suites** et des **fonctions usuelles** dont la maîtrise est nécessaire à ce niveau ;
- la résolution d'**équations différentielles** dont on a voulu marquer l'importance, en relation avec les problèmes d'évolution ;
- 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 initiation aux méthodes de l'**algèbre linéaire**, en liaison avec l'utilisation du calcul matriciel dans le traitement des plans d'expérience ;
- une valorisation des **aspects numériques et graphiques** pour l'ensemble du programme, une initiation à quelques méthodes élémentaires de l'**analyse numérique** et l'utilisation à cet effet des ressources des calculatrices de poche et des **moyens informatiques**.

1.3 ORGANISATION DES ÉTUDES

L'horaire hebdomadaire est de 1 heure + 1 heure (1 heure + 2 heures pour les titulaires du baccalauréat STL, spécialité chimie de laboratoire et de procédés industriels) en première année et de 1 heure + 1 heure en seconde année.

2 - PROGRAMME

Le programme de mathématiques est constitué des modules suivants :

Nombres complexes 2.

Suites et séries numériques 2, à l'exception du paragraphe "Séries numériques" et du TP 4.

Fonctions d'une variable réelle 2.

Calcul différentiel et intégral 2, à l'exception des calculs de centres d'inertie et de moments d'inertie dans le TP 8 ; le TP 9 suivant est ajouté à ce module :

Exemples de tracés de courbes planes définies par une représentation paramétrique $t \rightarrow f(t)+i g(t)$, ou une représentation polaire $t \rightarrow r(t) \exp(i \varphi(t))$, où $r(t) \geq 0$.	Aucune connaissance n'est exigible sur l'étude des points singuliers et des branches infinies. Les règles spécifiques à l'étude des courbes définies par une équation polaire sont en dehors du programme. On s'attachera à choisir des exemples de courbes intervenant en physique.
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Equations différentielles 1, à l'exception du TP 3.

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

Statistique descriptive.

Calcul des probabilités 2.

Statistique inférentielle 2, où est ajoutée, en liaison avec le programme de chimie, une partie relative aux plans d'expérience.

3 - LES CAPACITÉS ET COMPÉTENCES

La grille des capacités et compétences figurant en annexe II de l'arrêté est précisée pour ce brevet de technicien supérieur de la façon suivante :

GRILLE D'ÉVALUATION - MATHÉMATIQUES - B.T.S. CHIMISTE
(à titre indicatif)

NOM : Établissement : 19 / 19 :	Type d'activité - date			Bilan

ÉVALUATION GÉNÉRALE DES CAPACITÉS ET COMPÉTENCES

Posséder les connaissances figurant au programme					
Utiliser une stratégie adaptée à 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				

ÉVALUATION PAR MODULE DES CAPACITÉS ET COMPÉTENCES

Module	TP N°		
Nombres complexes	1		
	2		
Suites numériques	1		
	2		
	3		
Calcul différentiel et intégral	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
Equations différentielles	1		
	2		
Statistique descriptive	1		
	2		
Calcul des probabilités	1		
	2		
Statistique inférentielle	1		
	2		
	3		

GESTION - LÉGISLATION

Le technicien supérieur Chimiste doit être capable:

- de s'informer sur le tissu industriel national et européen dans lequel pourra se situer son activité, et d'en dégager les caractéristiques ;
- dans une situation professionnelle donnée, de caractériser une entreprise sur divers plans (forme juridique, taille, structure, ...) et connaître les particularités du secteur tertiaire (prestation de service) ;
- de situer son champ d'intervention dans le Système Entreprise (se situer dans l'organigramme) ;
- dans toutes les opérations auxquelles il participe, de prendre en compte les dimensions économiques et juridiques, c'est à dire :
 - identifier les données - commerciales, financières, législatives et réglementaires, sociales - spécifiques au secteur professionnel de son entreprise mais également aux secteurs professionnels des entreprises clientes,
 - appréhender les conséquences (économiques, juridiques, réglementaires et sociales...) de choix techniques ;
- appliquer les règles du droit social du secteur professionnel.

PROGRAMME	COMMENTAIRES
<p>1. L'entreprise et son environnement économique</p> <p>1.1. Définition et mode d'analyse</p> <p>- Typologies</p> <p>- Insertion dans le tissu économique (branche, secteur, filière)</p> <p>- Caractéristiques économiques et juridiques de l'entreprise</p> <p>1.2. L'environnement commercial</p> <p>- Positionnement de l'entreprise sur les marchés publics et privés</p> <p>1.3. L'environnement réglementaire</p>	<p>- Présenter les différentes entreprises selon des critères juridiques et économiques (taille, nombre de salariés, chiffre d'affaires...)</p> <p>- Présenter les entreprises prestataires de services et leur évolution</p> <p>- Situer l'entreprise : par sa taille, ses secteurs d'activités, sa forme juridique</p> <p>- Situer l'entreprise prestataire de services par rapport aux entreprises clientes (marchés publics, marchés privés)</p> <p>- Connaître les sources juridiques, réglementaires, professionnelles et spécialisées</p> <p>- Etre capable d'interpréter, d'appliquer, de réactualiser les textes</p>
1.4. L'entreprise : sa structure, son management	- Connaître la structure de l'entreprise, son

PROGRAMME	COMMENTAIRES
<p>2. Stratégie de l'entreprise prestataire</p> <p>2.1. La structure des décisions dans l'entreprise, la fixation des objectifs</p> <p>2.2. La politique de développement de l'entreprise</p> <p>3. Système de gestion</p> <p>3.1. Les coûts : composantes, analyse, prévision, répartition</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analyse des charges par centre d'activité - Compte de résultat analytique par site - Charges directes et indirectes - Charges fixes et charges variables, marges sur coût variable, seuil de rentabilité <p>3.2. Budget</p> <ul style="list-style-type: none"> - Notion de gestion budgétaire 	<p>organisation, son organigramme</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mettre en évidence la notion d'interdépendance entre les fonctions de l'entreprise à partir d'exemples choisis dans les entreprises étudiées au cours des stages, des visites, des conférences - Mettre en oeuvre des connaissances du relationnel par rapport à l'entreprise prestataire et à l'entreprise cliente <p>- Connaître les principes généraux relatifs à la stratégie d'entreprises (définition, formes) pour être en mesure de participer à la définition et à la mise en place de la politique commerciale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifier les systèmes et niveaux de décision - Identifier les objectifs <p>- A l'aide d'exemples empruntés aux professions concernées, illustrer la démarche d'élaboration de nouveaux produits dans le cadre de la veille technologique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Connaître le principe de l'analyse des coûts et des centres d'activité - Connaître la structure d'un compte de résultat analytique - Analyser les éléments du coût du service : coûts directs, coûts indirects - Etudier la variabilité des coûts en fonction du degré de mécanisation ou d'automatisation du site <p>- Savoir lire et interpréter le budget de l'entreprise prestataire de services</p>

PROGRAMME	COMMENTAIRES
<p>- Valorisation du programme de production, prise en compte des contraintes</p>	<p>- Participer à l'élaboration des prévisions budgétaires et au contrôle de la gestion de l'entreprise prestataire de service (P.M.E.)</p>
<p>- Analyse des écarts entre le budget et le compte de résultats analytique</p>	<p>- Etablir le budget pour un exemple de site</p> <p>- Classer les dépenses en fonction de leur nature : investissement, renouvellement, fonctionnement et entretien</p>
<p>3.3. Notions relatives au choix de l'investissement</p>	<p>- Sur des exemples concrets, identifier les causes d'écart et déduire les actions à entreprendre pour réduire ces écarts</p>
<p>3.4. La synthèse des informations au niveau de l'entreprise: notion de bilan et de compte de résultats</p>	<p>- Savoir analyser la rentabilité d'un investissement (retour sur investissement et calcul du taux de rentabilité interne)</p> <p>- Envisager le cas du leasing</p> <p>- Montrer sur des études de cas comment proposer plusieurs solutions et déterminer la solution optimale</p>
<p>4. Les offres de service des entreprises prestataires de service</p>	<p>- Savoir lire et interpréter le bilan et le compte de résultat d'une entreprise prestataire de services</p>
<p>4.1. Les marchés privés</p>	<p>- Connaître et pratiquer les techniques de vente adaptées au marché privé (publicité, démarchage, mailing, marketing direct, ...)</p>
<p>4.2. Les marchés publics</p>	<p>- Connaître les différentes procédures d'appel d'offre</p>
<p>5. Gestion commerciale</p>	
<p>5.1. Le devis</p>	<p>- Cette étude sera conduite à partir d'exemples empruntés aux professions concernées : le devis sera établi en fonction du cahier des charges</p>

PROGRAMME	COMMENTAIRES
<p>5.2. La proposition commerciale et les conditions générales de vente</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Connaître les moyens de paiement - Connaître les délais de paiement, les pénalités et les bonifications - Savoir appliquer la réglementation concernant les sous-traitants: procès-verbal de sécurité, mise à disposition par le client des moyens nécessaires à la réalisation des prestations, local technique, ... - Appliquer les conditions de révision de prix - Définir les points clés de la négociation commerciale (argumentaire)
<p>6. Le cadre juridique</p>	
<p>6. 1. La notion de contrat</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Connaître les droits et obligations de chaque partie - Identifier les spécificités des marchés publics - Connaître les modalités de la responsabilité contractuelle, de la suspension, de la résiliation de contrat - Connaître les procédures de contentieux liées au non paiement dans le cas des marchés privés ainsi que les solutions palliatives (factoring, ...)
<p>6.2. La responsabilité civile et les assurances</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Connaître les cas d'engagement de responsabilité du prestataire de services : dommages aux personnes, dommages aux biens - Savoir vérifier la pertinence de la couverture de ces risques - Participer aux opérations de règlement des sinistres
<p>7. Gestion du personnel</p>	
<p>7.1. Relations sociales</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Acquérir les connaissances et les savoir-être nécessaires à l'encadrement d'une équipe et à l'exercice d'une mission de conseil et d'animation
<p>7.2. La politique du personnel</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définition - Rôle de l'encadrement (formation du personnel, gestion et évaluation du personnel, ...) - Embauche du personnel 	<ul style="list-style-type: none"> - Acquérir les connaissances et les savoir-être nécessaires pour assumer un rôle d'encadrement et effectuer l'embauche de personnel - Connaître les principes de la réglementation et

PROGRAMME	COMMENTAIRES
<p>7.3. Droit du travail</p> <ul style="list-style-type: none"> - Organisation des relations collectives (syndicats, conventions collectives du secteur professionnel) - Organisation des relations individuelles : le contrat de travail (forme, rupture, ...) - La réglementation du travail et le contrôle de son application (salaire, durée du travail, congés, conditions de travail, CHSCT ; l'inspection du travail), les règles de sécurité - La représentation du personnel - Les conflits individuels du travail, les conseils de prud'hommes, les conflits collectifs - Les problèmes relatifs à l'emploi et à la formation - La protection sociale 	<p>les sources d'information pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> • être capable de faire valoir ses droits comme salarié et respecter ses obligations • encadrer ou animer une équipe et organiser des travaux dans le respect de la réglementation en vigueur, en liaison avec les organes représentatifs des différents partenaires (CHSCT, inspection du travail, ...)

Domaine professionnel

PHYSIQUE

PHYSIQUE : OBJECTIFS DE RÉNOVATION

La rénovation du programme de physique du brevet de technicien supérieur Chimiste a consisté à redonner une plus grande cohérence aux divers domaines étudiés.

Jusque là, l'ensemble était perçu comme disparate, très ou trop vaste. Il paraissait aussi sans application apparente, sans lien essentiel avec les priorités de la formation. Le programme n'était pas cadré par des commentaires circonstanciés limitatifs des contenus à traiter.

La redéfinition du programme de physique a été conçue pour le rendre plus motivant pour les étudiants du brevet de technicien supérieur Chimiste. Les cours, TD et TP ont été centrés sur les aspects de la physique qui éclairent les techniques de mesures et d'analyses aujourd'hui présentes ou en développement sur le terrain, tant dans les pratiques de laboratoires qu'en lien avec les procédés de fabrication.

La démarche retenue fait absolue nécessité d'enseigner la physique en liaison avec les préoccupations des autres champs disciplinaires (chimie générale, organique, génie chimique...). Dès lors, la physique apparaît clairement comme une discipline qui irrigue les autres champs disciplinaires, en contribuant à leur compréhension et à leur maîtrise.

La physique ne peut plus être une entité spécifique et autonome mais se doit d'être intégrée dans l'ensemble unique que constitue la formation du technicien chimiste.

Ainsi, les concepts de base ne doivent plus être abordés d'un strict point de vue théorique, mais être plus correctement assimilés grâce au lien direct avec les pratiques expérimentales.

Quelques idées force ont donc guidé la rédaction du programme.

- La recherche des concepts unificateurs.
- Le pointage des thèmes transversaux.
- La volonté de voir se développer pour nos étudiants la recherche de l'autonomie, l'esprit critique, l'adaptabilité, la méthodologie, les modes de raisonnements, ...

L'APPROCHE PÉDAGOGIQUE

Le cours est recentré autour de six pôles de connaissances, ou unités. Les parties à traiter en première année sont ciblées et les commentaires de programme en précisent sans ambiguïté les limites.

En abordant les différentes unités, un choix délibéré a été fait et il consiste à simplifier les approches, jusque là souvent historiques, qui se déroulaient tels des menus immuables ou tels des contenus théoriques parachutés.

Le programme du brevet de technicien supérieur Chimiste ne sera en aucun cas celui d'une CPGE, même si, par certains aspects, il devra le dépasser. En effet, il ne vise pas prioritairement à préparer les étudiants à la poursuite d'études supérieures (même si cette possibilité n'est pas, a priori, à exclure). On se gardera donc de tout développement théorique superflu et sans utilité pour l'exercice futur de l'activité professionnelle, en lien avec le brevet de technicien supérieur Chimiste. La physique formelle, la physique désincarnée strictement modélisatrice, ne peuvent constituer l'angle d'attaque ou l'approche à privilégier pour les étudiants de cette section.

Les TD sont le support logistique privilégié pour traiter les exercices nombreux et variés, dont une proportion importante devrait être orientée vers les applications. Les outils classiques : tables numériques, abaques, bases de données (tels des livres de Constantes physiques et chimiques) et informatique doivent être systématiquement présents dans l'activité dirigée.

La physique est et doit rester expérimentale ; elle ne saurait être réduite à un mémento ou à un recueil de formules.

Les TP doivent donc être considérés comme l'apport fondamental qu'ils sont pour une bonne compréhension des phénomènes physiques. La méthodologie expérimentale, l'esprit critique et l'autonomie qu'elle induit sont au cœur de la démarche scientifique.

La rédaction des TP garde toute son importance ; la présentation des résultats est essentielle. C'est une façon de se préparer à la technique du compte rendu et du rapport de stage. La profession insiste d'ailleurs pour que la rédaction des cahiers de laboratoires soit "pratique courante" pour les titulaires du brevet de technicien supérieur Chimiste.

La liste des TP cités en annexe de ce programme n'est pas exhaustive ; elle a pour vocation et pour valeurs affichées d'être indicatrice et incitative.

Pour donner plus de sens aux concepts, leur côté utilitaire (sans le réduire à l'utilitarisme) sera développé en cernant les applications dont les approches sont porteuses. Cette "physique pratique" ne perd en rien ses qualités premières, ni essentielles, car elle reste :

- articulée sur une démarche expérimentale ;
- modélisée avec la rigueur qui s'impose ;
- concrétisée dans la pratique de laboratoire ou de contrôle industriel en lien avec la physico-chimie et le génie chimique.

Cette démarche devrait faciliter l'accès à une culture scientifique et technologique, plus large, plus exigeante, mais en rupture avec l'approche encyclopédique antérieure, nécessairement mal ressentie dans ses excès théoriques.

LES PRÉREQUIS

Les acquis à l'entrée d'une section de technicien supérieur ont été recensés avant l'élaboration de ce nouveau programme. Les contenus des enseignements des classes précédentes ont été pris en compte sans tomber dans l'illusion que tous les étudiants en ont la totale maîtrise.

LE CORPUS

Le programme de physique est articulé autour d'un certain nombre "d'entités" caractérisées par des contenus spécifiques internes de savoirs ou de savoir-faire.

E1 **Métrologie :**

- les grandeurs physiques et unités,
 - mesures et séries de mesures,
 - notions liées aux plans d'expérience.
- La partie électricité est volontairement allégée compte tenu des acquis en filière S ou CLPI. Les connaissances antérieures seront essentiellement ressourcées en TD et TP.
- La sécurité liée aux courants forts, à l'utilisation des machines tournantes (protection différentielle, terre - masse) sera abordée, là où c'est possible par un professeur de spécialité à l'occasion d'un passage en laboratoire d'électrotechnique, sinon par un intervenant extérieur compétent.
- Une méthode ne vaut que par l'interprétation critique des résultats de mesure qui en sera faite : la physique, quand elle est au service de cette démarche, permet au jeune technicien de justifier des données significatives, donc utilisables.

E 2 **Thermodynamique fondamentale (1^{er} et 2^{ème} principes)**

appliquée et illustrée pour les développements potentiels en chimie et en génie chimique.

E 3 **Les phénomènes d'interface.**

- Tension superficielle et interfaciale.
- Phénomènes électriques aux interfaces.

E 4 **Rhéologie.**

Les industriels signalent que la chimie actuelle s'oriente moins vers la fabrication de nouvelles molécules que vers la formulation de nouveaux produits par des mélanges de molécules existantes. Il semble donc utile de prévoir les développements nécessaires afin que l'étude des propriétés des solutions et des mécanismes de formation des mélanges contribue à la compréhension des techniques utilisées en formulation.

Si la chimie des produits tend aujourd'hui vers une chimie de fonctions d'usage, des professionnels souhaitent qu'elle soit reconnue comme une discipline en tant que telle. Cette discipline comporte donc inévitablement un volet "physique" puisque la formulation a aussi pour objet de définir des cocktails de produits aux propriétés physiques bien déterminées ou "encadrées" pour répondre à un cahier des charges spécifiques ou à des normes précises.

E 5 **Spectrométrie des particules.**

E 6 Spectrométrie des rayonnements.

Il ne pouvait être question d'étudier, dans une démarche de nature encyclopédique, chaque méthode d'analyse dans sa spécificité, mais de réaffirmer clairement que les principes sur lesquels reposent ces méthodes d'investigation sont à connaître.

Il ne peut être question de courir après une technologie toujours plus évolutive et prompte à essouffler ceux qui cherchent à la suivre. Si la maîtrise des techniques est fondamentale, le cours de physique n'a pas à dériver vers une "technologie d'appareillage" ni vers un cours de pure instrumentation ; chaque méthode ne peut être abordée dans toute sa complexité aussi complètement que pourrait le faire un chimiste dans l'étude d'une monographie.

Pour autant, il faut souligner la nécessité pour l'étudiant :

- de connaître les bases de la physique pour en comprendre le rôle fondamental dans les analyses chimiques ;
- de maîtriser le "ce sur quoi" reposent les méthodes d'analyses, ce qui est essentiel pour la compréhension de celles-ci ;
- d'être à même de justifier d'un domaine d'analyse et en conséquence de comparer les limites et les mérites de telle ou telle méthode dans une démarche expérimentale.

Les procédés complexes n'ont donc pas à être traités dans le détail.

- RMN.
- Fluorescence X.
- Torche à plasma (ICP)...

Ce qui n'exclut pas pour un étudiant, d'éprouver ces méthodes en stage d'entreprise.

De même, si les techniques du type IRFT deviennent prépondérantes aujourd'hui, (les étudiants ne peuvent ni ne doivent l'ignorer) il ne s'agit pas pour autant, et à cette seule fin, de mettre en oeuvre un cours de traitement du signal qui n'a pas sa place dans le programme d'une section de technicien supérieur Chimiste.

NB: certaines notions (énergie mécanique par exemple) ne figurent pas explicitement dans le programme. Le professeur les introduira «en situation», quand elles lui paraîtront nécessaires, par exemple pour l'énergie mécanique dans la partie 2.6 : «Échanges d'un système avec le milieu extérieur».

PROGRAMME PREMIÈRE ANNÉE	COMMENTAIRES	PROPOSITION DE TRAVAUX PRATIQUES
<p>1. MÉTROLOGIE.</p> <p>1.1. Le système international d'unités et les unités usuelles.</p> <p>1.2. Equation aux dimensions et homogénéité d'une relation.</p> <p>1.3. Qualité d'une mesure :</p> <p>Erreurs systématiques, fidélité, justesse, précision. Résolution et sensibilité d'un appareil de mesure. Incertitudes sur le résultat : traitement statistique d'une série de mesures ; tendance centrale (moyenne, médiane) ; dispersion (écart-type, étendue) ; intervalle de confiance associé à un niveau de confiance. Cas d'un échantillon de petite taille : méthode de Student ; méthode de l'étendue.</p>	<p>Il ne faudrait pas oublier certaines unités hors système mais dont l'usage reste fréquent (anglo-saxonnes comme le psi ou le cm^{-1} en spectrophotométrie par exemple). Il convient désormais de privilégier l'utilisation des multiples et des sous-multiples par fraction de mille (M, k, m, μ, etc...).</p> <p>But à atteindre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - faire comprendre qu'une relation sera exacte (à un coefficient numérique près, s'il y a lieu) dès que les termes de part et d'autre du signe égal s'expriment dans la même unité ; exemple: $\lambda = c \times T$ est peut être exacte tandis que $\lambda = c/T$ est, à coup sûr, fausse ! <p>But :</p> <ul style="list-style-type: none"> - être "raisonnable" et crédible dans l'écriture d'un résultat, en particulier sur le nombre de chiffres significatifs lié aux incertitudes. 	<p>Utilisation de ces notions à partir de mesures simples et directes.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exemple : mesures de longueurs, de masses, de densités et de masses volumiques. - Des mesures d'activité d'échantillons radioactifs peuvent fournir des données numériques nombreuses pour les exercices et permettre notamment d'extraire des échantillons d'environ 10 % de la population pour étudier leur représentativité.

PROGRAMME PREMIÈRE ANNÉE	COMMENTAIRES	PROPOSITION DE TRAVAUX PRATIQUES
<p>1.4. Notion de contrôle de qualité. La norme ISO 9000.</p> <p>1.5. Rappels et généralités sur les régimes électriques continus.</p> <p>Conducteurs (métaux, électrolytes, semi-conducteurs...), nature des porteurs de charges. Tension et intensité d'un courant. Dipôles linéaires : résistances (effet Joule, loi d'Ohm, lois d'association), générateurs de tension, pile (modèle équivalent de Thévenin : f.e.m., résistance interne). Point de fonctionnement. L'A.O. en amplificateur.</p> <p>1.6. Recherche d'une relation entre deux grandeurs.</p> <p>Linéarisation par changement de repère, régressions linéaires ou autres, extrapolation et interpolation.</p>	<p>L'intervention d'un spécialiste de ces questions dans l'industrie chimique ou dans un organisme agréé semble nécessaire.</p> <p>Il s'agit de rappels de notions acquises dans les classes antérieures. Cette partie du programme doit s'appuyer sur l'intérêt que présente l'électrocinétique en ce qui concerne les capteurs.</p> <p>On insistera sur l'importance d'obtenir un coefficient de corrélation élevé (0,999) pour garantir la validité d'une relation.</p>	<p>- Multimètre - Montages conditionneurs: en pont ; alimentation en courant continu. - Amplification en tension. - On s'efforcera de présenter un modèle des appareils industriels alimentés en 24 V et débitant un courant entre 4 et 20 mA.</p> <p>- A titre indicatif, l'étalonnage d'un capteur à thermistance permet d'illustrer les points suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • incertitudes de fidélité ; courbe d'étalonnage R en fonction de la température $t(^{\circ}\text{C})$; recherche de la loi $R = f(T(\text{K}))$ par changement de variables et régression linéaire ou directement, • temps de réponse du capteur à un échelon de température ; recherche de la relation $t(^{\circ}\text{C}) = f(\theta(s))$, • mise en équation différentielle et intégration pour constater que le système est du premier ordre. <p>Ce TP permet une initiation au fonctionnement d'un tableur.</p>

PROGRAMME PREMIÈRE ANNÉE	COMMENTAIRES	PROPOSITION DE TRAVAUX PRATIQUES
<p>2.3. Thermomètres.</p> <p>Thermomètres à dilatation de liquides : leurs limites, leurs défauts.</p> <p>Thermomètres électriques à résistance (de platine ou à semi-conducteur).</p> <p>Thermocouples.</p> <p><i>Pyromètres</i> : Constatation expérimentale d'une relation entre la température d'un corps et :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'une part l'énergie totale qu'il émet, - d'autre part la répartition spectrale des radiations émises, ce qui conduit à deux types de pyromètres (à rayonnement total et à rayonnement monochromatique). 	<p>Il paraît impossible d'oublier le thermomètre à dilatation de liquide qui fournit, de plus, une occasion de mettre en évidence la notion de sensibilité d'un appareil. Tout calcul de correction de température, de quelque sorte soit-elle, est totalement hors programme.</p> <p>Pour les thermomètres électriques, on se limitera à faire comprendre le principe de fonctionnement de ces appareils et des montages conditionneurs (pont de mesure ou alimentation à courant constant) utilisés pour un obtenir un signal de sortie qui soit une tension ou une intensité (entrée d'un traceur ou d'un système informatisé). Les travaux pratiques ainsi que de nombreux exercices illustreront ces méthodes.</p> <p>Pour les pyromètres, il s'agit uniquement de faire connaître leur existence et leur domaine d'utilisation. On veillera à rester très proche de l'expérience. On se fondera sur les courbes de la luminance énergétique du corps noir en fonction de la longueur d'onde à différentes températures. Les lois de Wien, Stéfan et Planck peuvent être données sans aucun calcul.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Etalonnage d'un capteur de température à thermistance : incertitude de fidélité ; courbe d'étalonnage $R = f(\theta^{\circ}C)$; recherche de la loi $R = f(T(K))$. - Etalonnage d'un thermomètre à résistance de platine. - Etalonnage d'un couple thermoélectrique (thermocouple). <p><i>Des saisies de données informatisées peuvent avantageusement être utilisées.</i></p>

PROGRAMME PREMIÈRE ANNÉE	COMMENTAIRES	PROPOSITION DE TRAVAUX PRATIQUES
<p>2.4. Thermodynamique : son universalité.</p> <p>Définition du système thermodynamique et du milieu extérieur : systèmes fermé, ouvert, isolé. Etat du système, paramètres d'état, équation d'état.</p> <p>Variables extensives et intensives. Transformations du système : isobare, isochore, isotherme, adiabatique.</p> <p>Echanges entre le système et le milieu extérieur : travail, chaleur, matière.</p> <p>Conventions de signe.</p>	<p>Il s'agit de donner avec rigueur et précision les définitions indispensables.</p> <p>L'étude des systèmes ouverts n'est pas au programme et ne doit pas donner lieu à de plus amples développements que sa définition, voire son application à l'étude de la détente de Joule-Thomson.</p> <p>On pourra signaler que l'équilibre thermodynamique est lié à l'homogénéité des variables intensives.</p> <p>Pour l'écriture des grandeurs extensives, l'Union Internationale de Physique Pure et Appliquée (UIPPA) recommande de les représenter par une lettre majuscule (V en m^3) <i>en italiques pour la typographie</i>, les grandeurs intensives massiques par une lettre minuscule (<i>italique</i>) (v pour le volume massique en $m^3.kg^{-1}$, s pour l'entropie massique en $J.K^{-1}.kg^{-1}$) et les grandeurs intensives molaires par la majuscule affectée de l'indice m ($V_m = 22,414 L.mol^{-1}$ dans les conditions normales).</p> <p>Le travail et la chaleur seront notamment présentés comme des grandeurs d'échange qui n'existent que pendant la durée de la transformation, alors que les différentes formes d'énergie sont des grandeurs permanentes.</p> <p>La convention de signe est : "Quantité positive si reçue par le système, négative si cédée par le système au milieu extérieur" ... même si certains auteurs anglo-saxons en emploient une autre.</p>	

PROGRAMME PREMIÈRE ANNÉE	COMMENTAIRES	PROPOSITION DE TRAVAUX PRATIQUES
<p>2.5. Premier principe de la thermodynamique : son caractère de conservation.</p> <p>Enoncé. Existence d'une fonction d'état : l'énergie totale du système.</p> <p>Cas où l'énergie potentielle et l'énergie cinétique sont constantes : énergie interne du système.</p> <p>Transformations particulières :</p> <ul style="list-style-type: none"> - à volume constant ne mettant pas en jeu d'autre forme d'énergie que mécanique : $Q_V = \Delta U$, - sous pression constante ne mettant pas en jeu d'autre forme d'énergie que mécanique : intérêt de fabriquer la fonction d'état $U + pV$ appelée enthalpie pour avoir $Q_p = \Delta H$. 	<p>Le premier principe postule l'existence d'une grandeur caractéristique du système qui ne varie pas lors d'une transformation fermée (cyclique) qui est l'énergie totale du système. Ce n'est que si les deux formes d'énergie cinétique et potentielle peuvent être considérées comme constantes que la variation d'énergie totale se réduit à la variation d'énergie interne ΔU. Cette précaution est nécessaire si l'on veut éviter des ennuis dans l'étude des fluides compressibles.</p> <p>Il faut noter aussi que dans l'expression $\Delta U = W + Q$, W représente la totalité du travail échangé avec le milieu extérieur. Si, pour nous, ce travail est toujours sous forme mécanique, il peut, pour les chimistes, se présenter sous forme électrique par exemple.</p> <p>En accord avec le professeur de chimie générale, il sera possible d'aborder et/ou de traiter les chaleurs de réaction et leur variation avec la température.</p> <p>Les propriétés des fonctions d'état seront admises sans faire appel au formalisme mathématique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - extensivité ; - principe de l'état initial et de l'état final, conséquence pour les transformations cycliques. 	<ul style="list-style-type: none"> - Enthalpie d'une réaction acide-base. - Enthalpie de combustion (calorimètre de Junkers) - Enthalpie de transition : <ul style="list-style-type: none"> <li style="text-align: right;">Na_2SO_4 <li style="text-align: center;">$\text{Na}_2\text{SO}_4, 10\text{H}_2\text{O} \rightarrow \quad +$ <li style="text-align: right;">$10\text{H}_2\text{O}$ - Energie interne de réaction à volume constant (bombe calorimétrique). - $\Delta H = f(\theta)$: enthalpie de dissolution de l'acide benzoïque.

PROGRAMME PREMIÈRE ANNÉE	COMMENTAIRES	PROPOSITION DE TRAVAUX PRATIQUES
<p>2.6. Calorimétrie.</p> <p>Capacité thermique (notée C) d'un système (simple ou composé), capacité thermique massique (notée c) et molaire (notée C_m) d'un corps pur monophasé. Chaleurs latentes massiques et molaires de changement de phase. Méthodes calorimétriques électriques de comparaison et de compensation.</p>	<p>Pour les notations, on s'efforcera de respecter les recommandations de l'U.I.P.P.A. (cf. 2.4.) en plaçant en dernier l'unité qui rend la grandeur intensive. Ainsi, l'unité de capacité thermique massique est le $J.K^{-1}.kg^{-1}$.</p>	<p>- Capacité thermique massique d'un solide ou d'un liquide (pour ce dernier, la méthode de chauffage en régime permanent est toute indiquée). - Enthalpie de changement d'état.</p>
<p>2.7. Gaz réels.</p> <p>Courbes isothermes. Point critique.</p>	<p>On restera essentiellement qualitatif (descriptif). On pourra donner des exemples d'équations d'état (Van der Waals, Beattie-Bridgeman, ...) ou l'équation du viriel mais on se gardera de tout développement tel que le calcul des coefficients a et b de l'équation de Van der Waals à partir des coordonnées du point critique.</p>	<p>- Tracé du réseau des isothermes d'un gaz facilement liquéfiable.</p>
<p>2.8. Le modèle du gaz parfait.</p> <p>Le gaz parfait comme limite des gaz réels quand la pression tend vers zéro. Equation d'état. Coefficients thermoélastiques α, β et χ. Masse volumique et densité d'un gaz supposé parfait. Mélange de gaz parfaits ; pressions partielles, fractions molaires.</p>	<p>La variation de la densité gazeuse au cours d'une réaction chimique en phase gazeuse s'accompagnant d'un changement de la quantité de matière est utilisée en chimie (étude des équilibres). On insistera sur les termes de pression partielle et de fraction molaire en évitant de parler de "proportion en volume", chacun des constituants du mélange occupant à l'évidence la totalité du volume.</p>	<p>- Variation de la pression d'un certain volume d'air avec la température. Détermination de β.</p>

PROGRAMME PREMIÈRE ANNÉE	COMMENTAIRES	PROPOSITION DE TRAVAUX PRATIQUES
<p>2.9. Etude énergétique des gaz considérés comme parfaits.</p> <p>Lois de Joule et de Joule-Thomson. Capacité thermique massique et molaire ; relation de Mayer. Transformations isochore, isobare, isotherme, adiabatique réelle (appelée ensuite polytropique). Ecoulement en régime permanent. Refroidissement par détente.</p> <p>Cycle de Carnot d'un gaz parfait ; rendement théorique d'un cycle réversible.</p>	<p>On s'efforcera de mettre l'accent sur les transformations réelles traduites par une relation $p \cdot V^\alpha = cte$ avec $1 < \alpha < \gamma$. On constate, en effet, que ces transformations se placent, dans un diagramme de Clapeyron, entre les transformations réversibles isothermes (infiniment lentes avec $p \cdot V^1 = cte$) et adiabatiques (instantanées avec $p \cdot V^\gamma = cte$). On fera remarquer que, pour une transformation donnée, l'exposant α dépend des conditions d'échange thermique avec l'extérieur et change donc de valeur avec ces conditions. De même, on insistera sur l'importance de la fonction enthalpie dans les évolutions avec écoulement en régime permanent.</p> <p>Pour le cycle de Carnot, on insistera sur son importance théorique même s'il est impossible de le réaliser.</p>	<p>- Mesure de γ par la méthode de Clément & Desormes et par la mesure de la vitesse de propagation du son.</p>

PROGRAMME PREMIÈRE ANNÉE	COMMENTAIRES	PROPOSITION DE TRAVAUX PRATIQUES
<p>2.10.A Le deuxième principe : son caractère non conservatif (création d'entropie).</p> <p>Transformations réversibles et irréversibles. Enoncé du second principe : définition de l'entropie. Exemples simples de variation de l'entropie dans les phénomènes spontanés. Définition des fonctions énergie libre et enthalpie libre.</p> <p>2.10.B Le troisième principe.</p> <p>Définition, entropie d'un corps pur au zéro K, postulat de Nernst, calcul des entropies absolues, utilités et usages des tables de données thermodynamiques.</p>	<p>Si le premier principe est un principe qui permet de faire un bilan d'énergie, le deuxième principe permet d'expliquer l'évolution d'un système vers l'état final observé. La variation d'entropie d'un système au cours d'une transformation est la somme de deux termes d'échange : l'entropie échangée et l'entropie créée qui donne au second principe son caractère non conservatif. Pour des raisons d'uniformisation avec les notations des chimistes, on s'efforcera de noter S_e l'échange d'entropie avec le milieu extérieur et S_i l'entropie créée à l'intérieur du système. On écrira donc $\Delta S = S_e + S_i$ ou $dS = \delta S_e + \delta S_i$. Même si les évolutions réversibles sont des cas idéaux inobservables, elles sont incontournables pour évaluer la variation de la fonction d'état entropie entre l'état initial et l'état final d'une transformation. A ce titre, on remarquera que dans l'expression : $\delta S_e = \delta Q/T$, la température est celle prise à la frontière du système. D'où l'importance de la notion de source de chaleur (thermostat à la température T).</p>	

PROGRAMME PREMIÈRE ANNÉE	COMMENTAIRES	PROPOSITION DE TRAVAUX PRATIQUES
<p>2.11. Changements de phase des corps purs : étude générale.</p> <p>Règle des phases. Diagramme d'équilibre : point triple, domaines de stabilité des phases. Relation de Clapeyron. Retard aux changements de phase. Tables d'entropie et d'enthalpie des corps purs. Diagrammes d'état : courbes $\ln p(h)$, $s(T)$, $h(s)$.</p>	<p>L'étude sera essentiellement expérimentale.</p> <p>La démonstration de la relation de Clapeyron est hors programme.</p> <p>Les exercices donneront l'occasion de montrer qu'un même problème peut être résolu soit par des calculs, soit par l'utilisation des tables, soit au moyen de diagrammes. On insistera sur : - la distinction entre les différents domaines d'existence des phases, - la méthode de placement du point représentatif d'un état sur un diagramme, - les différentes courbes représentant chaque transformation (isentropique, isenthalpique, isobare, isotitre (à teneur en vapeur constante), etc...).</p> <p>On donnera évidemment une importance particulière à l'équilibre liquide-vapeur de l'eau.</p>	<p>- Etude expérimentale de l'équilibre liquide - vapeur de l'eau.</p>
<p>2.12. Machines et moteurs thermiques.</p> <p>Théorème de Carnot.</p> <p>Moteurs thermiques ; efficacité idéale théorique.</p> <p>Machines frigorifiques ; efficacité théorique.</p> <p>Pompes à chaleur ; efficacité théorique.</p>	<p>Le cycle théorique de Carnot permet de calculer la limite supérieure de l'efficacité (efficacité idéale) mais ne peut être réalisé.</p> <p>Les machines thermiques fonctionnant en régime d'écoulement continu, la fonction thermodynamique utile est l'enthalpie.</p>	<p>- Etude d'une pompe à chaleur.</p>

PROGRAMME PREMIÈRE ANNÉE	COMMENTAIRES	PROPOSITION DE TRAVAUX PRATIQUES
<p>3 - PHENOMENES D'INTERFACE.</p> <p>3.1. Interface liquide pur-gaz.</p> <p>Mise en évidence expérimentale (lames liquides, gouttes, ménisques, ascension capillaire, etc...).</p> <p>Origine des phénomènes : interactions de type Van der Waals ; leur rayon d'action.</p> <p>Définitions :</p> <ul style="list-style-type: none"> • tension superficielle, • énergie libre de surface. <p>Influence de la pression et de la température.</p> <p>Propriétés des interfaces courbes. Équation de Laplace dans le cas d'une structure sphérique.</p> <p>3.2. Interface liquide-solide.</p> <p>Phénomène de mouillage : angle de raccordement, condition de Young.</p> <p>Ascension capillaire : loi de Jurin.</p>	<p>On évitera tout développement théorique.</p> <p>On distinguera les phénomènes dus aux interfaces fluide-fluide (gouttes, bulles, films) de ceux liés à l'interface solide-liquide (ménisques, ascension capillaire).</p> <p>On ne manquera pas de remarquer que la sphère est la forme géométrique qui minimise la surface.</p> <p>La résultante des forces de Van der Waals appliquée à une molécule de la surface n'est pas nulle et est orientée vers l'intérieur du liquide.</p> <p>Il ne faut pas perdre de vue que la tension superficielle σ est relative à un interface : par abus de langage, on parle de tension superficielle de l'eau alors qu'il faudrait évoquer la tension superficielle de l'interface eau-air.</p> <p>L'énergie libre de surface ($F = \sigma S$) permet de justifier qu'un équilibre est atteint quand la surface devient minimale.</p>	

PROGRAMME PREMIÈRE ANNÉE	COMMENTAIRES	PROPOSITION DE TRAVAUX PRATIQUES
<p>3.3. Tension superficielle des solutions aqueuses.</p> <p>Composés tensioactifs : structure moléculaire. Répartition en surface du tensioactif. Loi de Szyskowski. Isotherme de Gibbs.</p> <p>3.4. Méthodes de mesure des tensions superficielles et interfaciales.</p> <p>Utilisant l'ascension capillaire et/ou capillaire horizontal. Méthodes d'arrachement. Méthodes des gouttes tombantes (loi approchée de Tate). Méthode de la goutte sessile. Méthode de la pression de bulle maximale.</p> <p>3.5. Phénomènes électriques aux interfaces.</p> <p>Potentiels entre phases : de Galvani, de Volta et de surface. Double couche électrique : potentiel de distribution (d'électrodes, de membranes, entre liquides non miscibles) ; potentiel d'adsorption. Phénomènes électrocinétiques : électro-osmose ; potentiel d'écoulement ; électrophorèse.</p>	<p>Il s'agit d'une sensibilisation aux phénomènes. (2 heures maximum)</p>	<p>- Tension superficielle des solutions aqueuses de corps tensioactifs. Isotherme de Gibbs.</p> <p>- Méthodes de mesure de tension superficielle.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ascension capillaire. • Stalagmométrie (dosage eau - éthanol). • Tensiomètre à lame ou à anneau. • Pression de bulles et goutte sessile si les moyens matériels le permettent.

PROGRAMME DEUXIÈME ANNÉE	COMMENTAIRES	PROPOSITION DE TRAVAUX PRATIQUES
<p>4 - VISCOSITE DES FLUIDES : INTRODUCTION A LA RHEOLOGIE.</p> <p>4.1. Notions de rhéologie.</p> <p>Contrainte de cisaillement, déformation et vitesse de cisaillement. Définition d'un rhéogramme : courbe de la vitesse de cisaillement en fonction de la contrainte de cisaillement.</p> <p>4.2. Définitions des coefficients de viscosité.</p> <p>Viscosité dynamique η, viscosité cinématique ν, viscosité relative μ_{rel}, viscosité spécifique μ_{sp}, viscosité intrinsèque $[\mu]$. Unités légales et industrielles. Distinction entre fluides newtoniens et non newtoniens.</p> <p>4.3. Influence de différents paramètres sur la viscosité.</p> <p>Température, pression, nature chimique.</p> <p>Viscosité des solutions et des suspensions : influence du solvant, de la concentration, de la taille et de la forme des particules. Influence de la masse moléculaire pour les solutions de polymères.</p>	<p>L'introduction peut s'appuyer sur un mouvement laminaire plan de cisaillement.</p> <p>C'est essentiellement la viscosité dynamique qui sera utilisée.</p> <p>Cette distinction peut être faite à partir de l'interprétation graphique de la viscosité dynamique sur un rhéogramme.</p> <p>L'influence du temps sera étudiée au paragraphe 4.4. L'influence de la température ne satisfait à aucune théorie et ne fait donc appel qu'à des modèles empiriques.</p> <p>Importance des viscosités relatives et intrinsèques.</p>	<p>- Variation de la viscosité de l'eau avec la température (viscosimètre à capillaire). - Viscosité d'une solution en fonction des concentrations. - Mesure du degré de polymérisation d'une macromolécule de synthèse.</p>

PROGRAMME DEUXIÈME ANNÉE	COMMENTAIRES	PROPOSITION DE TRAVAUX PRATIQUES
<p>4.4. Comportement rhéologique et classification des fluides.</p> <p>Fluides au comportement indépendant du temps :</p> <ul style="list-style-type: none"> - newtoniens ; - fluidifiants (pseudoplastiques) ou épaississants: lois de puissance ; - plastiques : seuil d'écoulement. <p>Fluides au comportement dépendant du temps :</p> <ul style="list-style-type: none"> - thixotropes : rhéogramme à hystérésis. <p>4.5. Méthodes de mesure de viscosité.</p> <p>Viscosimètre plan-plan et/ou cône-plan. Viscosimètre capillaire : répartition des vitesses dans un écoulement laminaire ; loi de Poiseuille. Viscosimètre à chute de bille. Viscosimètre rotatif.</p>	<p>Il s'agit d'aborder la description du comportement d'un fluide à partir des exemples. L'étude des modèles rhéologiques est hors programme.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Etude de quelques fluides à l'aide d'un viscosimètre rotatif (plan-plan, cône-plan, à cylindres coaxiaux). Tracé de rhéogrammes. Fluides newtoniens, fluidisants, plastiques. - Influence du temps : pâtes thixotropes (yaourts, dentifrices, ...)

PROGRAMME DEUXIÈME ANNÉE	COMMENTAIRES	PROPOSITION DE TRAVAUX PRATIQUES
<p>5. SPECTROMÉTRIE DES PARTICULES.</p> <p>5.1. Champ et potentiel électrique.</p> <p>Lignes de champ ; surfaces équipotentielles. Champ uniforme. Action d'un champ électrique sur une particule électrisée au repos ou en mouvement: accélération d'une particule dans un spectrographe de masse ; déviation électrostatique. Dipôles électriques: - application aux atomes ; polarisabilité électronique ; - application aux molécules ; moment dipolaire, hydratation des ions.</p> <p>5.2. Champ magnétique.</p> <p>Rappel : champ magnétique créé par un solénoïde suffisamment long ou par des bobines d'Helmholtz. Action d'un champ magnétique sur une particule électrisée en mouvement dans le vide et dans un milieu matériel (effet Hall). Production d'un faisceau monocinétique de porteurs de charges. Application aux spectrographes de masse.</p>	<p>C'est l'occasion de revoir la cinématique et la dynamique. Le théorème de Gauss est hors programme, tout comme les calculs de capacité de condensateurs. On donnera les formules sans démonstration. La loi de Coulomb peut être évoquée mais ne pourra pas faire l'objet d'une question à l'examen. On restera à un niveau qualitatif (descriptif).</p> <p>Le théorème d'Ampère et la force de Laplace sont hors programme.</p>	<p>- Expérience de Millikan.</p> <p>- Mesure du quotient q/m pour un électron.</p> <p>- Mesure de champs magnétiques (utilisation de teslamètre).</p>

PROGRAMME DEUXIÈME ANNÉE	COMMENTAIRES	PROPOSITION DE TRAVAUX PRATIQUES
<p>5.3. Milieux aimantés.</p> <p>Notions sur le diamagnétisme, le paramagnétisme, le ferromagnétisme. Matériaux magnétiques, température de Curie. Production de champs magnétiques.</p> <p>5.4. Transformations radioactives.</p> <p>Emission de particules α, de particules β^-, de particules β^+, de photons γ ; capture électronique. Production de radioéléments artificiels. Niveaux d'énergie dans le noyau ; énergie de liaison par nucléon. Fission ; fusion. Interactions des rayonnements avec la matière. Atténuation des γ et des X : relation $\Phi = \Phi_0 e^{-\mu x}$. Couche de demi-atténuation. Effets biologiques de l'exposition aux rayonnements: grandeurs caractéristiques: dose absorbée ; débit de dose ; équivalent de dose et leurs unités. Protection contre l'exposition ; parcours moyen d'un ensemble de particules. Récepteurs : compteur de particules.</p>	<p>Il s'agit essentiellement de décrire la production d'un champ magnétique pour un spectromètre de R.M.N..</p> <p>Les mécanismes des différentes transformations seront étudiés. On n'oubliera pas d'évoquer la nécessité de l'existence du neutrino et de l'antineutrino, ni de discuter les spectres d'énergie. L'émission de photons γ sera interprétée comme résultant de la désexcitation du noyau fils. L'énergie de liaison sera comptée négativement.</p> <p>Le but est de donner une information précise sur les risques encourus et en même temps de les démystifier. On insistera sur le fait que l'irradiation externe ne présente pas de danger, sauf accident majeur, mais que le risque important est celui de la contamination interne par voie respiratoire ou digestive. On donnera les doses légales autorisées ; et les ordres de grandeur de dose absorbée dans des situations particulières (irradiation d'origine naturelle et humaine) ainsi que les effets observés en fonction de la dose reçue.</p>	<p>- Détection α, β, γ. - Comptage, échantillonnage. - Absorption. - Etude d'une transmutation avec un générateur de neutrons là où l'équivalent existe.</p>

PROGRAMME DEUXIÈME ANNÉE	COMMENTAIRES	PROPOSITION DE TRAVAUX PRATIQUES
6. SPECTROMÉTRIE DES RAYONNEMENTS ÉLECTROMAGNÉTIQUES.		
<p>6.1. Généralités sur les ondes.</p> <p>Double périodicité. Ondes transversales et longitudinales. Principe de superposition (amplitudes faibles). Réflexion, réfraction. Interférences. Diffraction.</p> <p>6.2. Nature ondulatoire de la lumière.</p> <p>Interférences. Expériences de diffraction à l'infini par une fente rectangulaire. Vue d'ensemble du spectre électromagnétique.</p> <p>Diffusion Rayleigh.</p> <p>Polarisation rectiligne de la lumière : loi de Malus ; pouvoir rotatoire de certaines substances.</p>	<p>Cette partie du cours sera présentée au moyen de la cuve à ondes.</p> <p>Cette partie sera traitée sous forme de TP-cours. L'ordre de présentation des interférences et de la diffraction est laissé libre. L'important est la mise en évidence de la relation entre la largeur de la tache centrale de diffraction et la largeur de la fente. Il faut donc montrer l'existence des minima d'éclairement et repérer leurs positions. Cette partie doit rester essentiellement qualitative.</p>	<p>- Polarimètre de Laurent.</p>
<p>6.3. Etude des sources de radiations électromagnétiques.</p> <p>De l'ampoule à incandescence au tube de Crookes en passant par le laser.</p> <p>Photométrie : flux, éclairement.</p>	<p>Lampe à incandescence (spectre continu). Lampes spectrales : spectre discontinu. Laser : mécanisme de l'émission, cavité résonante, cohérences. On se limitera aux définitions pour des rayonnements quasi monochromatiques.</p>	

PROGRAMME DEUXIÈME ANNÉE	COMMENTAIRES	PROPOSITION DE TRAVAUX PRATIQUES
<p>6.4. Approximation de l'optique géométrique.</p> <p>Réflexion.</p> <p>Réfraction, réfraction limite, réflexion totale.</p> <p>Lentilles minces convergentes dans les conditions de Gauss.</p>	<p>Réflexion : on tiendra compte du fait que dans certains spectroscopes la marche des rayons est assurée par des miroirs à symétrie sphérique (mais tout développement sur le mode de fonctionnement est banni).</p> <p>Réfraction : on n'oubliera pas d'évoquer le principe de fonctionnement des réfractomètres, ni celui des fibres optiques</p> <p>Lentilles : leur seul rôle en spectroscopie est de donner dans le plan du spectre des images différentes (raies) d'une même fente d'entrée. La relation intéressante est donc $dx \approx f \cdot d\alpha$.</p>	<p>- Etude expérimentale des lentilles (pas de focométrie). - Principe du collimateur. - Principe de la lunette de visée.</p>
<p>6.5. Systèmes dispersifs à réseau.</p> <p>Différences avec les appareils à transformée de Fourier.</p> <p>Diffraction des rayons X par les cristaux.</p>	<p>Le prisme sera vu exclusivement en TP en raison de son intérêt historique et pédagogique. Pour le réseau, on se limitera aux conditions d'utilisation classiques ($i=0$; $D_m=0$; spectre normal). Aucune démonstration de formule ne sera demandé à l'examen. Aucune formule ni aucun sens d'orientation ne sera imposé à l'examen. Tout schéma devra avoir une orientation explicitée.</p>	<p>- Etude du prisme et du réseau en lumière monochromatique. - Etude du prisme et du réseau en lumière polychromatique.</p>
<p>6.6. Capteurs de lumière.</p> <p>Cellule photovoltaïque. Photomultiplicateurs (il est évident qu'il faudra parler de la cellule photoélectrique). Capteur CCD. Photodiode. Photorésistor.</p>		<p>- Mise en œuvre de capteurs.</p>

PROGRAMME DEUXIÈME ANNÉE	COMMENTAIRES	PROPOSITION DE TRAVAUX PRATIQUES
<p>6.7. Méthodes spectroscopiques.</p> <p>6.7.1. Spectroscopie I.R.. Notions sur la théorie classique et quantique des vibrations dans l'IR ; spectres de raies et spectres de bandes ; principe des spectromètres IR. Spectroscopie Raman.</p> <p>6.7.2. Spectroscopie d'absorption U.V. et visible. Loi de Beer-Lambert ; spectres électroniques ; principe des spectromètres.</p> <p>6.7.3. Spectroscopie et fluorescence X. Principe d'obtention d'un spectre X.</p> <p>6.7.4. R.M.N.. Principe ; interaction spin/champ ; noyaux étudiés en RMN ; noyau $s=1/2$; fréquence de Larmor ; déplacement chimique ; les deux catégories d'appareils.</p>	<p>On s'intéresse aux phénomènes physiques plus qu'au dépouillement des spectres.</p> <p>Cette source d'information est complémentaires de l'infrarouge sur la structure des molécules. On veillera à bien définir le flux d'énergie lumineuse et de définir la transmittance et l'absorbance à l'aide des flux lumineux et non des intensités lumineuses.</p>	<p>- Utilisations de spectromètres. L'aspect «physique» sera prépondérant : exemples ; influence de la largeur de la fente, influence de l'amplification dans la résolution d'un spectre.</p>

CHIMIE

CHIMIE : OBJECTIFS DE FORMATION

L'enseignement de la Chimie dans les classes de technicien supérieur Chimiste s'inscrit dans la continuité de l'esprit des programmes du baccalauréat STL Chimie, spécialité chimie de laboratoire et de procédés industriels.

Il a vocation à apporter les connaissances indispensables à la formation générale et professionnelle du futur technicien supérieur opérant en laboratoire ou en fabrication. Dans un monde en évolution rapide où une somme énorme de connaissances est disponible, l'enseignement dispensé par le professeur doit éveiller la curiosité, promouvoir le sens de l'observation et développer chez l'étudiant le goût de l'expérience et du concret.

La formation dispensée au cours des deux années de préparation doit, dans une approche équilibrée entre théorie et expérience, apporter à l'étudiant les outils conceptuels et méthodologiques qui lui permettent de comprendre le monde professionnel qui l'entoure et lui donner une grande faculté d'adaptation aux évolutions techniques et industrielles. L'approche transversale des problèmes est favorable à la créativité dans toutes les disciplines et c'est la démarche normale en recherche.

L'objectif essentiel est que l'étudiant devienne progressivement acteur de sa propre formation.

La méthode scientifique utilisée empreinte de rigueur et de sens critique doit permettre à l'étudiant :

- de réaliser avec rigueur et objectivité des mesures de laboratoire en prenant en compte la dimension Sécurité pour les personnels et les installations ;
- de prendre la mesure des risques toxicologiques, écotoxicologiques et des impacts environnementaux ;
- d'organiser son travail en mettant en œuvre la méthode des plans d'expérience ;
- de communiquer l'ensemble des résultats sous forme claire, concise, tant à l'écrit qu'à l'oral ;
- d'analyser la pertinence des données et résultats, ordre de grandeur, précision, contrôle de qualité par des méthodes statistiques évoluées.

PROGRAMME

L'enseignement de la chimie est structuré en trois grandes parties : chimie générale, chimie inorganique et chimie organique. Son contenu est un socle indispensable et incontournable pour la formation du technicien supérieur Chimiste.

Il porte sur la structure de la matière, la thermodynamique, la cinétique des systèmes, l'étude des composés de la chimie minérale et organique. Il s'agit d'une approche théorique et d'une ouverture sur le monde qui nous entoure.

L'étude des matériaux est abordée mais distribuée dans chacun des grands domaines de la chimie : matériaux organiques, matériaux inorganiques. Les propriétés comportementales sont étudiées en physique (rhéologie, tribologie, etc...) et en génie chimique (formulation, conditionnement, etc...).

MÉTHODES ET MOYENS

L'utilisation de l'ordinateur, en travaux pratiques, dans le champ des disciplines professionnelles pour l'acquisition et le traitement des données sera développée.

L'outil informatique pourra aussi être utilisé pour des simulations dans le cas où des situations se prêtent mal à une expérience personnelle. Selon les circonstances il pourra être fait appel aux divers services offerts par l'appareil et notamment à ceux rendus par les logiciels traitant de problèmes scientifiques, par des logiciels de calcul formel et de représentation graphique ainsi que par des logiciels généraux.

Pour l'enseignement dispensé en travaux pratiques, on ne donne pas une liste de séquences à réaliser impérativement, mais une liste de méthodes et de thèmes : thèmes de synthèses en chimie organique, thèmes de dosages en chimie inorganique.

L'étudiant, à l'issue de sa formation, devra savoir utiliser des matériels dont la liste est précisée.

L'organisation du programme de chimie organique doit permettre aux étudiants, à la fin du cycle de préparation, d'envisager de manière autonome et transversale la stratégie de synthèse.

La rédaction du programme est soigneusement commentée, mais ne préjuge en rien de l'ordre de présentation pour lequel le professeur garde toute latitude pédagogique.

**CHIMIE
GÉNÉRALE
ET INORGANIQUE**

CHIMIE GÉNÉRALE ET INORGANIQUE :

COURS DE

PREMIÈRE ANNÉE.

PROGRAMME DE PREMIÈRE ANNÉE	COMMENTAIRES
<p>A) STRUCTURE DE LA MATIÈRE.</p> <p>Préambule.</p> <p>L'importance accordée au programme d'atomistique est justifiée, en particulier par ses diverses applications en spectroscopie</p> <p>I - L'atome.</p> <p>I-1- Ses constituants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - électron ; - noyau: neutron, proton ; - nombres de masse et de charge ; - nucléide, élément, isotope ; - masse atomique relative. <p>I-2- Le modèle quantique de l'atome.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mise en évidence expérimentale de la quantification de l'énergie des atomes : spectre de raies. - Onde associée à une particule, probabilité de présence de l'électron ; nombres quantiques n, l, m, orbitale atomique ; géométrie des orbitales s, p, d. - Spin de l'électron, nombre quantique de spin. - Configuration électronique des atomes dans leur état fondamental : principe de Pauli, règle de Klechkowski et règle de Hund. 	<p>Ce paragraphe constitue un rappel de connaissances acquises.</p> <p>Aucun calcul relatif aux expériences historiques (Millikan, Rutherford) ne sera envisagé.</p> <p>Cohésion, défaut de masse, fission, radioactivité sont traités en physique.</p> <p>Les calculs concernant l'identification sont hors programme. Les méthodes de séparation pourront être sommairement décrites.</p> <p>Aucun calcul ni aucune question ne seront posés sur le modèle de Bohr.</p> <p>Les règles de Slater ne sont pas au programme.</p> <p>L'équation de Schrödinger n'est pas au programme.</p>

PROGRAMME DE PREMIÈRE ANNÉE	COMMENTAIRES
<p>II - Classification périodique des éléments à partir du modèle quantique de l'atome. (environ 4 heures)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Construction : historique et classification actuelle. – Périodicité des propriétés atomiques : <ul style="list-style-type: none"> • énergie d'ionisation, affinité électronique ; • électronégativité de Pauling ; • notion de pouvoir polarisant et de polarisabilité. <p>III - La liaison chimique.</p> <p>III - 1- La liaison covalente.</p> <p>III - 1.1 - Exploitation de données expérimentales pour déterminer :</p> <ul style="list-style-type: none"> – les constantes de force, longueurs et énergies de liaison, – la géométrie, les moments dipolaires et les propriétés magnétiques des molécules. <p>III - 1.2 - Structure électronique des molécules.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Liaison covalente localisée : notation de Lewis, règle de l'octet et règle des dix huit électrons. – Liaison covalente délocalisée : mésomérie - résonance. – Prévion de la géométrie par la méthode de répulsion des paires électroniques de la couche de valence (VSEPR). – Niveaux énergétiques électroniques : <ul style="list-style-type: none"> • principe de construction des orbitales moléculaires par combinaison linéaire d'orbitales atomiques ; • diagramme des orbitales moléculaires des molécules diatomiques. 	<p>La représentation en 18 colonnes est recommandée par l'U.I.C.P.A..</p> <p>Les évolutions et les analogies dans les colonnes et les lignes seront mises en évidence.</p> <p>L'existence d'autres échelles d'électronégativité sera signalée.</p> <p>La présentation de résultats d'expériences en spectroscopie IR (molécules diatomiques), électricité, magnétisme, a pour but d'introduire le modèle de liaison. Les techniques de mesure et les calculs relatifs à la spectroscopie sont hors programme.</p> <p>Le principe de construction sera limité à l'interaction entre deux orbitales atomiques. On se limite aux éléments de la deuxième période.</p>

PROGRAMME DE PREMIÈRE ANNÉE	COMMENTAIRES
<p>– Etude des complexes : structure électronique ; géométrie.</p> <p>III - 2- Autres interactions fortes :</p> <ul style="list-style-type: none"> – interaction ionique, – liaison métallique. <p>III - 3 - Interactions faibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> – liaison de Van der Waals, – liaison hydrogène. <p>IV - L'état solide.</p> <p>IV - 1 - Présentation de l'état cristallin : réseaux, nœuds, maille, motif, coordinence, compacité ;</p> <p>IV - 2 - Les édifices métalliques :</p> <ul style="list-style-type: none"> – réseau cubique centré ; – assemblages compacts : cubique faces centrées - hexagonal compact ; – existence de sites interstitiels tétraédriques et octaédriques ; – alliages d'insertion et de substitution : structure, exemples. <p>IV - 3 - Les édifices ioniques :</p> <ul style="list-style-type: none"> – description des divers types de structures : CsCl, NaCl, ZnS (blende), CaF₂ ; – relations entre type structural et rayons ioniques dans le cas des composés AB. <p>IV - 4 - Les édifices covalents et moléculaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> – carbone : diamant, graphite ; – cristaux moléculaires : diiode, dioxyde de carbone, glace. 	<p>La structure électronique est envisagée dans le cadre de la théorie du champ cristallin appliquée aux complexes octaédriques. Les propriétés magnétiques des complexes seront évoquées à cette occasion. La nature du ligand (champ fort, champ faible) sera précisée le cas échéant. Aucune connaissance sur l'isomérisation n'est exigible.</p> <p>Le modèle de bandes pourra être esquissé de façon très sommaire dans le but de distinguer conducteurs, isolants et semi-conducteurs. On introduira à cette occasion les notions de rayon ionique et de rayon métallique.</p> <p>On insistera sur l'influence de ces liaisons sur les propriétés physico-chimiques. On introduira la notion de rayon de Van der Waals.</p> <p>Les quatorze réseaux de Bravais, les indices de Miller, la loi de Bragg ne sont pas au programme.</p> <p>Le dénombrement et le calcul des dimensions des sites ne seront effectués que dans le cas du réseau cubique compact.</p> <p>Le calcul de l'énergie réticulaire sera fait en thermo chimie en utilisant le cycle de Born-Haber. Le calcul de la constante de Madelung est exclu.</p>

PROGRAMME DE PREMIÈRE ANNÉE	COMMENTAIRES
<p>B) THERMODYNAMIQUE CHIMIQUE.</p> <p>En liaison avec le cours de physique où les grandeurs U, H, S, G ont été introduites.</p> <p>I - Le système thermodynamique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - description d'un système fermé en réaction chimique : avancement de la réaction ; - état standard d'un constituant pur : grandeur molaire standard. <p>II - Applications du premier principe - thermochimie. Système fermé siège d'une transformation physicochimique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - énergie interne standard de réaction $\Delta_r U^\circ$; enthalpie standard de réaction $\Delta_r H^\circ$; enthalpie standard de formation $\Delta_f H^\circ$. - variation de ces grandeurs avec la température ; température de flamme. <p>III - Application du 2ème principe aux réactions chimiques.</p> <p>Critère d'évolution spontanée d'un système :</p> <ul style="list-style-type: none"> - entropie de réaction $\Delta_r S$; variation de cette grandeur avec la température, - potentiel chimique, - enthalpie libre de réaction $\Delta_r G$; expression en fonction du produit π ($\Delta_r G = \Delta_r G^\circ + RT \ln \pi$). <p>Équilibre chimique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - condition d'équilibre ; - constante thermodynamique $K^\circ(T)$; - variation de K° avec la température ; relation de Van't Hoff ; - détermination de la composition d'un système à l'équilibre (équilibre homogène gazeux, liquide ; équilibre hétérogène) ; - déplacement d'équilibre ; - variance. 	<p>On envisagera des exemples faisant intervenir des changements d'état.</p> <p>On envisagera des exemples faisant intervenir des changements d'état.</p> <p>On se limitera à son expression. La relation de Gibbs-Duhem est hors programme.</p> <p>La démonstration de cette relation ne pourra être exigée des élèves.</p> <p>On pourra choisir des exemples industriels.</p> <p>On se limitera à une étude qualitative.</p> <p>La formule de Gibbs sera donnée sans démonstration.</p>

PROGRAMME DE PREMIÈRE ANNÉE	COMMENTAIRES
<p>C) RÉACTIONS EN SOLUTION AQUEUSE.</p> <p>Préambule.</p> <p>La réflexion sur les phénomènes sera privilégiée en évitant toute dérive calculatoire. Tous les calculs seront effectués sur les concentrations, et non sur les activités. L'étude de la solution sera envisagée à partir de la réaction prépondérante. Un calcul faisant intervenir plus de deux réactions prépondérantes simultanément ne sera pas exigé. La liaison avec les travaux pratiques d'analyse sera largement privilégiée. La détermination des domaines de prédominance ou d'existence des espèces acido-basiques, des complexes, des précipités, des oxydants et réducteurs sera systématique. En ce qui concerne les courbes de dosage, on utilisera une simulation par ordinateur pour obtenir la composition de la solution. Il ne sera pas fait de calculs conduisant à l'établissement des courbes de dosage. L'établissement de diagrammes logarithmiques ne sera pas exigible.</p> <p>I - L'eau.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Permittivité relative, conductivité, ionisation ; structure et mobilité du proton hydraté ; autoprotolyse de l'eau, produit ionique. - Solvatation et solvolysse. - Electrolyte fort, électrolyte faible. <p>II - Réactions acide-base (formulation de Brönsted).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définition des acides et des bases. - Calcul du pH des solutions aqueuses. <p>- Solutions tampon.</p> <p>III - Réactions de précipitation.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Solubilité et produit de solubilité. - Condition de précipitation. - Effet d'ion commun. - Influence du pH sur la solubilité. <p>IV - Réactions de complexation.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stabilité des complexes. - Complexations compétitives. - Complexe et précipitation. - Complexe et pH. 	<p>Le choix de l'ordre de grandeur des concentrations sera guidé par les cas rencontrés en travaux pratiques d'analyse (pas de concentrations très faibles). Le nombre de réactions prépondérantes à envisager sera déterminé par un critère simple comme par exemple la comparaison des produits $K_a \times c$ pour des acides en compétition. Le pouvoir tampon sera défini mais ne fera pas l'objet de calculs.</p> <p>L'effet d'ions non communs ne sera pas envisagé. On se limitera à des exemples simples.</p> <p>On définira les constantes successives et la constante globale. On se limitera à des exemples simples.</p>

PROGRAMME DE PREMIÈRE ANNÉE	COMMENTAIRES
<p>V - Réactions d'oxydo-réduction.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Couple redox : définition, potentiel redox standard, formule de Nernst. - Prévision qualitative et quantitative des réactions ; détermination des constantes d'équilibre. - Oxydo - réduction et pH : diagrammes conditionnels potentiel-pH. - Oxydo - réduction et complexation : diagrammes potentiel-pL. - Oxydo - réduction et précipitations : diagrammes potentiel-pX. 	<p>La formule de Nernst sera donnée sans démonstration. On utilisera la relation : $\Delta rG^{\circ} = - n FE^{\circ}$.</p> <p>Les conditions nécessaires à l'établissement des diagrammes seront choisies dans un souci de simplification des calculs. Toutes les espèces dissoutes seront supposées exister en solution à la même concentration. L'accent sera mis sur l'exploitation du diagramme qui sera, notamment, utilisée en chimie minérale.</p> <p>Les diagrammes de Frost ne sont pas exigés.</p>

**CHIMIE GÉNÉRALE ET INORGANIQUE :
COURS DE
DEUXIÈME ANNÉE.**

PROGRAMME DE DEUXIÈME ANNÉE	COMMENTAIRES
<p>A) CINÉTIQUE CHIMIQUE.</p> <p>1 - Définition générale de la vitesse d'une réaction chimique dans le cas d'un réacteur fermé et de composition uniforme : vitesses de disparition et de formation d'un constituant, vitesse globale de réaction.</p> <p>2- Influence des concentrations sur la vitesse d'une réaction ; ordre de réaction ; méthodes expérimentales de détermination.</p> <p>3 - Étude de quelques types de réaction :</p> <ul style="list-style-type: none">- réactions totales d'ordre 0, 1 et 2 (proportions quelconques),- réactions d'ordre 1 donnant lieu à un équilibre chimique,- réactions successives d'ordre 1,- réactions parallèles d'ordre 1. <p>4 - Influence de la température. Energie d'activation.</p> <p>5 - Notions de mécanismes réactionnels en cinétique homogène.</p> <ul style="list-style-type: none">- Molécularité.- Processus élémentaires : intermédiaires de réaction, état de transition.- Approximation de l'état quasi-stationnaire.- Approximation de l'étape cinétiquement déterminante.- Application à la vérification de mécanismes réactionnels, postulat de Hammond, contrôles cinétique et thermodynamique.	

PROGRAMME DE DEUXIÈME ANNÉE	COMMENTAIRES
<p>6 - Catalyse homogène et hétérogène.</p> <p>B) CHIMIE MINÉRALE.</p> <p>Cette étude s'appuie sur toutes les notions acquises en chimie générale, c'est pourquoi elle se situe en deuxième année.</p> <p>L'étude des composés en solution aqueuse se fait plutôt à travers le cours de chimie générale et au laboratoire. L'accent sera mis sur l'importance industrielle des composés choisis.</p> <p>1 - L'oxygène.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Etude de la molécule de dioxygène. - Réactivité du dioxygène gazeux - Etude des oxydes ; <ul style="list-style-type: none"> • classification structurale, • évolution du caractère acido-basique, • stabilité et réduction : diagramme d'Ellingham. <p>2 - Le chlore.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Etude de la molécule de dichlore. - Réactivité du dichlore gazeux. - Etude du chlore en solution aqueuse : exploitation du diagramme potentiel-pH. - Préparation industrielle du dichlore. - Evolution des propriétés des halogènes : <ul style="list-style-type: none"> • propriétés physiques des atomes, des molécules X₂, et HX, • propriétés oxydo-réductrices de X₂ en solution aqueuse. 	<p>Se limiter à des notions très simples pour cette étude ; ne présenter aucun calcul sur la catalyse hétérogène.</p> <p>Signaler l'importance de la catalyse enzymatique sans l'aborder du point de vue formel ; le modèle de Michaelis peut être explicité sans être exigible à l'examen.</p> <p>On signalera, à côté du mélange fer-carbone, les mélanges d'oxydes de métaux ayant une application industrielle (ex : silice-alumine).</p> <p>On se limitera aux espèces de degrés d'oxydation (- I, 0, +I).</p> <p>On utilisera les courbes intensité-potentiel $I = f(E)$.</p>

PROGRAMME DE DEUXIÈME ANNÉE	COMMENTAIRES
<p>3 - L'ammoniac et l'acide nitrique.</p> <p>3-1- L'ammoniac.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Synthèse industrielle. - Réactivité de l'ammoniac gazeux. - L'ammoniac liquide : <ul style="list-style-type: none"> • propriétés acido-basiques du solvant, comparaison avec l'eau, • propriétés oxydo-réductrices. <p>3-2- L'acide nitrique.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Propriétés acides et propriétés oxydantes. - Préparation industrielle. - Notions sur l'industrie des engrais azotés. <p>4 - L'acide sulfurique.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Préparation industrielle, importance industrielle. - Propriétés acides et propriétés oxydantes. - Notions sur l'industrie des divers types d'engrais. <p>5- Quelques métaux, alliages, matériaux.</p> <p>5-1 Généralités sur les métaux.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Propriétés physiques et mécaniques, intérêt des alliages ; - Grands principes de la métallurgie : <ul style="list-style-type: none"> • méthodes chimiques, • méthodes électrochimiques : exemple de l'aluminium, • affinage. 	<p>Le calcul relatif à l'optimisation du rendement par le choix des proportions des réactifs ne sera pas envisagé.</p> <p>Aucun calcul en milieu non aqueux ne sera exigé.</p> <p>Par le procédé de contact.</p>

PROGRAMME DE DEUXIÈME ANNÉE	COMMENTAIRES
<p>5-2 L'uranium.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Élément, propriétés radioactives, enrichissement isotopique. – Le cycle du combustible nucléaire : <ul style="list-style-type: none"> • élaboration du combustible à partir du minerai, • retraitement. – Propriétés réductrices de l'uranium. <p>5-3 Le fer.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Diagramme potentiel-pH simplifié et application à la corrosion. – Métallurgie : <ul style="list-style-type: none"> • obtention de la fonte, • passage de la fonte à l'acier, • notions succinctes sur les aciers spéciaux. 	<p>Aucun détail technologique sur les centrales nucléaires ne sera exigé.</p> <p>On utilisera, sans le construire, le diagramme faisant intervenir Fe_2O_3.</p> <p>On étudiera le diagramme simplifié fer-carbone sans le construire. A cette occasion, la notion de diagramme binaire solide-liquide sera introduite.</p>

CHIMIE GÉNÉRALE ET INORGANIQUE : TRAVAUX PRATIQUES D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE.

Préambule.

- Le respect de l'environnement et des règles de sécurité sera une préoccupation constante lors du travail au laboratoire (prise de conscience de la toxicité des produits, récupération des déchets, ...).
- On utilisera aussi souvent que possible l'outil informatique pour l'acquisition et le traitement des données expérimentales.
- On sensibilisera les étudiants aux notions de qualité et de norme.
- On insistera sur l'expression correcte du résultat en fonction de la précision de la méthode.

**ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE.
TRAVAUX PRATIQUES
DE PREMIERE ANNEE.**

PROGRAMME DE PREMIÈRE ANNÉE	COMMENTAIRES
<p><i>On se limitera aux réactions en solution aqueuse. L'ordre de progression est laissé à l'initiative du professeur</i></p>	
<p>Thèmes</p> <p>– DOSAGES ACIDO-BASIQUES :</p> <ul style="list-style-type: none"> • utilisation d'indicateurs colorés ; • pHmétrie ; • conductimétrie. <p>– DOSAGE PAR PRÉCIPITATION :</p> <ul style="list-style-type: none"> • gravimétrie ; • volumétrie : méthodes de Mohr et Charpentier Volhard ; • potentiométrie ($i = 0$) ; • conductimétrie. <p>– DOSAGES PAR COMPLEXATION. Utilisation de l'EDTA disodique (avec indicateur coloré) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • dosage direct ; • dosage en retour ; • dosage par substitution. 	<p>Substances étalons à reconnaître :</p> <ul style="list-style-type: none"> – étalons primaires ; <ul style="list-style-type: none"> – acide benzoïque, – hydrogénophthalate de potassium, – hydrogénodiiodate de potassium, – hydrogénocarbonate de potassium, – carbonate de sodium. – étalons secondaires ; <ul style="list-style-type: none"> – acide oxalique, – tétraborate de disodium. <p>L'utilisation d'un titrateur automatique doit être envisagée.</p> <p>En gravimétrie, on se limitera à un dosage.</p> <p>Substances étalons ;</p> <ul style="list-style-type: none"> – carbonate de calcium, – métaux purs (zinc, cuivre, magnésium).

PROGRAMME DE PREMIÈRE ANNÉE	COMMENTAIRES
<p>– DOSAGES D’OXYDORÉDUCTION :</p> <ul style="list-style-type: none"> • utilisation d’indicateurs colorés ; • potentiométrie ($i = 0$) ; • manganimétrie ; • iodométrie ; • cérimétrie ; • chromimétrie. <p>– DOSAGES PAR SPECTROPHOTOMÉTRIE D’ABSORPTION MOLÉCULAIRE (UV, VISIBLE) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • tracé de spectres d’absorption ; • dosages : méthode de la gamme d’étalonnage. <p>– DOSAGE PAR SPECTROPHOTOMÉTRIE D’ABSORPTION ATOMIQUE ET D’ÉMISSION ATOMIQUE.</p> <p>– PROPRIÉTÉS ANALYTIQUES D’IONS EN SOLUTION AQUEUSE. Les exemples seront choisis parmi les ions rencontrés en analyse quantitative et en chimie minérale.</p>	<p>Indicateurs colorés : diphénylaminésulfonate de sodium ou de baryum, orthophénanthroline fer (II).</p> <p>Substances étalons : oxalate de sodium, acide oxalique, sel de Mohr. On proposera en outre : la méthode de Zimmerman-Reinhardt. Substances étalons : iodate de potassium, hydrogénodiodate de potassium, trioxyde de diarsenic, dichromate de potassium.</p> <p>Détermination de la D.C.O..</p> <p>On introduira la méthode des ajouts dosés. On signalera l’importance croissante des torches à plasma (ICP).</p> <p>Cette étude basée sur une approche raisonnée plutôt que descriptive, permettra d’illustrer les grands types de réactions.</p>

**ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE:
TRAVAUX PRATIQUES
DE DEUXIÈME ANNÉE.**

PROGRAMME DE DEUXIÈME ANNÉE	COMMENTAIRES
<p>A) Thèmes.</p> <p>METHODES ELECTROCHIMIQUES.</p> <p>– Étude des courbes intensité-potentiel.</p> <p>– Applications :</p> <ul style="list-style-type: none"> • polarographie ; • ampérométrie ; • potentiométrie à courant nul : <ul style="list-style-type: none"> – utilisation d'électrodes spécifiques, – utilisation d'une électrode de mercure : <ul style="list-style-type: none"> * mercurimétrie : dosage des ions chlorures et de l'EDTA, * dosage de cations en présence du complexe mercure-EDTA ; • potentiométrie à courant imposé ; • électrogravimétrie. <p>METHODES OPTIQUES : SPECTROPHOTOMETRIE D'ABSORPTION MOLECULAIRE :</p> <ul style="list-style-type: none"> • dosage d'un mélange de substances ; • dosage photométrique par suivi d'absorbance en fonction du volume de réactif versé. 	<p>Étude expérimentale : système rapide - système lent. Étude théorique très simplifiée dans laquelle on ne donne pas de développements mathématiques.</p> <p>Utilisation en analyse qualitative. Dosage d'un ion, d'un mélange d'ions ou d'un composé organique. Méthodes à une et deux électrodes indicatrices (telles que mercure, platine, argent). Exemples : électrodes à fluorure, à nitrate, ...</p> <p>On se limitera au montage à deux électrodes indicatrices.</p> <p>On pourra utiliser une fibre optique.</p>

PROGRAMME DE DEUXIÈME ANNÉE	COMMENTAIRES
<p>CHROMATOGRAPHIE SUR RESINES ECHANGEUSES D'IONS.</p> <p>TECHNIQUES SPECIFIQUES.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dosages d'acides ou de bases très faibles. • Dosage de l'azote par la méthode de Kjeldahl. • Dosage de l'eau par la méthode de Karl Fischer. <p>DOSAGES DE SUBSTANCES ORGANIQUES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Détermination des indices d'iode, d'acide, d'ester et de saponification. • Dosages de substances telles que : alcool, cétone, aldéhyde, phénol, amine. <p>ÉTUDE DE CINETIQUES DE REACTIONS.</p> <p>DETERMINATION DE CONSTANTES THERMODYNAMIQUES.</p> <p>B) Couplage de méthodes analytiques.</p> <p>Après l'étude des différents thèmes, on combinera les techniques acquises au cours des deux années à l'occasion de séances récapitulatives.</p> <p>C) Compléments sur les appareillages professionnels.</p> <p>Organisation de visites (laboratoires, sites industriels).</p>	<p>On soulignera l'importance croissante de la chromatographie ionique.</p> <p><i>Exemples :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – acide borique en présence de polyols, – acide phosphorique en présence d'ions Ag^+, – ions NH_4^+ ou acides aminés en présence de méthanal, – en milieu non aqueux ; dosage de l'hydrogénéphthalate de potassium par l'acide perchlorique, en milieu acide acétique. <p><i>Exemples :</i> analyse des eaux, engrais, ciments, détergents, alliages, bains industriels, ...</p> <p>Progressivement l'étudiant devra choisir de manière autonome les méthodes et, en conséquence, les appareils à utiliser. Il devra savoir consulter des tables de données.</p> <p><i>Exemples :</i> torche à plasma, fluorescence X, chromatographie ionique, microscope électronique,...</p>

CHIMIE GÉNÉRALE ET INORGANIQUE : TRAVAUX PRATIQUES.

A LA FIN DES DEUX ANNÉES, LES ÉTUDIANTS
DOIVENT SAVOIR UTILISER LES APPAREILS SUIVANTS.

1) Verrerie et instruments usuels de laboratoire.

2) Matériel d'analyse.

a) Électrochimie :

- pHmètre - millivoltmètre,
- ionomètre,
- conductimètre,
- dispositif pour polarographie,
- dispositif pour potentiométrie à courant imposé,
- dispositif pour ampérométrie,
- dispositif pour électrogravimétrie,
- titrateur automatique,
- différents types d'électrodes.

b) Spectrophotométrie :

- spectrophotomètre d'absorption atomique,
- spectrophotomètre d'absorption moléculaire UV-visible,
- photomètre de flamme.

3) Matériel informatique : ordinateur avec logiciels d'acquisition et de traitement des données expérimentales, tableur graphique.

CHIMIE GÉNÉRALE ET INORGANIQUE :

LISTE DU MATÉRIEL NÉCESSAIRE POUR LES TRAVAUX PRATIQUES EN TS CHIMIE

- Balance électronique ou $1/10^0$ mg , portée 150g.
- Verrerie usuelle (ordinaire, graduée, jaugée).
- Agitateurs magnétiques (simple ou chauffant).
- Phmètre, millivoltmètre, ionomètre avec possibilité d'interfaçage à l'ordinateur.
- Electrodes de référence, électrodes de verre, électrodes métalliques.
- Electrodes spécifiques (fluorure, nitrate, ...).
- Titracteur automatique (si possible avec dispositif Karl Fischer).
- Conductimètre avec possibilité d'interfaçage à l'ordinateur.
- Cellule de conductimétrie.
- Bain thermostaté.
- Etuve.
- Four pour calcination.
- Dessiccateur.
- Matériel pour filtration sous vide.
- Spectrophotomètre d'absorption moléculaire visible et UV-visible :
 - de routine,
 - avec logiciel d'exploitation,
 - éventuellement avec fibre optique.
- Cuves en verre ou en plastique, et en quartz.
- Photomètre de flamme.
- Spectrophotomètre d'absorption atomique.
- Stand de polarographie.
- Potentiostat.
- Electrodes tournante (Pt, carbone, ...).
- Microampèremètre.
- Dispositif pour potentiométrie à courant imposé.
- Dispositif pour électrogravimétrie.
- Colonne pour résines échangeuses d'ions.
- Montage pour dosage de Kjeldahl.
- Ordinateur avec imprimante et logiciels d'acquisition et de traitement des données expérimentales.
- Tableur graphique.

CHIMIE ORGANIQUE

CHIMIE ORGANIQUE :

COURS DE

PREMIERE ET DEUXIEME ANNEE.

Préambule.

L'ordre présenté ci-dessous ne l'est qu'à titre indicatif, et il couvre les deux années. D'autres progressions sont possibles. L'exercice de la liberté pédagogique ne doit pas faire oublier que certains étudiants changent d'établissement entre la classe de STS1 et celle de STS2.

PROGRAMME	COMMENTAIRES
A) CHIMIE ORGANIQUE GÉNÉRALE.	
1- Détermination d'une formule brute.	On se limitera à l'exploitation des résultats de la microanalyse élémentaire limitée à C, H, O, N, S et halogènes, la masse molaire étant fournie.
2- L'atome de carbone et ses liaisons.	On se limitera à une description géométrique des liaisons dans la molécule (direction, longueur, symétrie, ...). Représentations développées, semi-développées et topologiques.
3- Isomérie.	La manipulation de modèles moléculaires pour concrétiser les notions abordées dans ce paragraphe se fera en travaux dirigés.
3.1 - Isomérie structurale.	
3.2 - Introduction à la stéréochimie : <ul style="list-style-type: none"> • représentations graphiques des molécules ; • notions de conformation et configuration. 	Représentations perspective, de Cram, de Newman, de Fischer et de Haworth.
3.3 - Analyse conformationnelle.	Diagrammes énergétiques (E_p en fonction de α (angle du dièdre)) ; cas des chaînes saturées simples non cycliques et cycliques ; cas des diènes conjugués.

PROGRAMME	COMMENTAIRES
<p>3.4 - Isomérisation de configuration :</p> <ul style="list-style-type: none"> • chiralité, activité optique ; • énantiomérisation ; • diastéréoisomérisation ; • lien entre chiralité et activité biologique. 	<p>Règles séquentielles de Cahn-Ingold-Prelog ; nomenclatures R, S et D, L. On étudiera principalement les molécules possédant un centre d'asymétrie ; on évoquera le cas des allènes, des hydrures spiraniques et des biphényles ortho-disubstitués.</p> <p>Principes de résolution des racémiques.</p> <p>Cas des doubles liaisons (nomenclature Z,E) ; cas des cyclanes (nomenclature cis-trans) ; cas des stéréoisomères non cycliques et cycliques ayant deux atomes de carbone asymétriques.</p> <p>On pourra prendre comme exemple : le lindane, la thalidomide, ...</p>
<p>4- Réactivité en chimie organique.</p>	
<p>4.1 - Effets électroniques dans les liaisons.</p>	<p>Polarisation et polarisabilité d'une liaison ; effet inducteur ; effet mésomère, délocalisation électronique.</p>
<p>4.2 - Tautomérisation et ses conséquences.</p>	<p>On se limitera à la prototropie.</p>
<p>4.3 - Notion de mécanisme réactionnel.</p>	<p>Présentation des diagrammes énergétiques $E_p = f(C.R.)$ des processus en une étape ou deux étapes élémentaires ; approche des notions de contrôle thermodynamique et cinétique.</p>
<p>4.4 - Intermédiaires réactionnels.</p>	<p>Structure, stabilité, réactivité ; on étudiera principalement les carbocations, les carbanions et les radicaux ; on évoquera le cas des méthylènes (carbènes).</p>
<p>4.5 - Acido-basicité de Brønsted et de Lewis.</p>	
<p>4.6 - Nucléophilie, électrophilie.</p>	
<p>4.7 - Orientation des réactions.</p>	<p>Régiosélectivité, stéréosélectivité, stéréospécificité.</p>
<p>5- Solvants.</p>	<p>Polaires ; apolaires ; protiques ; aprotiques. Notions simples de lipophilie, hydrophilie, amphiphilie.</p>
	<p>Effets toxicologiques de la famille des solvants.</p>

PROGRAMME	COMMENTAIRES

PROGRAMME	COMMENTAIRES
B) CHIMIE ORGANIQUE FONCTIONNELLE.	
<p>A l'occasion de chaque chapitre, on donnera la nomenclature (officielle et triviale), les propriétés spectroscopiques, physiques et toxicologiques, ainsi que les réactions dangereuses, les préparations et les applications industrielles.</p>	
<p>L'initiation à la synthèse organisée sera développée tout au long du cycle (protection de fonction, rétrosynthèse, ...).</p>	
<p>Les mécanismes seront interprétés uniquement en termes de contrôle de charge ; la notion d'orbitale frontière est hors programme.</p>	
<p>A l'occasion de l'étude des propriétés des différentes familles, on insistera sur l'appartenance des réactions rencontrées aux grands types de mécanismes.</p>	
<p>Seuls les mécanismes des réactions marquées d'un astérisque (*) sont exigibles à l'examen.</p>	
I - RÉACTIVITÉ DES HYDROCARBURES ET DES COMPOSÉS MONOFONCTIONNELS.	
ALCANES	raffinage du pétrole : pétrochimie ; halogénéation : substitution radicalaire * ; nitration ; sulfonation ; oxydation.
ALCÈNES	1- Addition électrophile. mécanisme général * ; halogénéation*, hydratation*, hydrohalogénéation* ; formation d'halohydrines* ; réarrangement d'un carbocation ; 2- Autres additions. addition radicalaire de HBr* ; hydroboration ; hydrogénation ; oxosynthèse ; addition des méthylènes (carbènes) ; 3- Oxydations. avec et sans coupure de la molécule ; 4- Substitution allylique. halogénations.
ALCYNES	1- Additions. hydrogénation ; additions électrophiles ; hydroboration ; 2- Propriétés des alcynes vrais. propriétés acides ; propriétés nucléophiles des ions alcynures.
COMPOSÉS AROMATIQUES	1- Notion d'aromaticité. règle de Hückel sans calculs de mécanique quantique ;

PROGRAMME	COMMENTAIRES

PROGRAMME	COMMENTAIRES
2- Substitution électrophile.	mécanisme général* ; monosubstitution* ; polysubstitution, règles de Hollemann : la justification de ces règles par l'étude des intermédiaires de Wheland ne peut faire l'objet d'une question à l'examen ; le cas du naphthalène sera traité de façon succincte ;
3- Réactions de la chaîne latérale.	halogénéation et oxydation ;
4- Additions.	halogénéation ; hydrogénation ;
5- Réduction de Birch.	
6- Oxydations du cycle.	cas du benzène, du naphthalène, de l'anthracène ;
7- Hétérocycles à caractère aromatique.	on traitera d'un hétérocycle à 5 chaînons possédant un seul hétéroatome et d'un hétérocycle à 6 chaînons : la pyridine ; on mettra en évidence leur différence de comportement.
DÉRIVÉS HALOGÉNÉS	
1- Substitution nucléophile.	substitution nucléophile unimoléculaire (SN1) et bimoléculaire (SN2)* ;
2- Réaction d'élimination.	élimination unimoléculaire (E1) et bimoléculaire (E2)* ; compétition substitution nucléophile-élimination ;
3- Action des métaux et du silicium.	
4- Halogénures éthyléniques.	SN avec les composées vinyliques et allyliques.
ORGANOMÉTALLIQUES	
1- Organomagnésiens mixtes : - constitution ; - propriétés basiques ; - propriétés nucléophiles.	justification du choix du solvant ; schémas réactionnels des réactions avec les époxydes, les dérivés halogénés, les orthoesters et les composés comportant les groupes C=O et C=N ;

PROGRAMME	COMMENTAIRES
2- Autres organométalliques.	comparaison de la réactivité de quelques organométalliques ; en particulier, action des lithien, magnésien et cuprate avec une cétone conjuguée.
ALCOOLS	(à cette occasion on montrera la similitude thiols - alcools)
1- Propriétés acido-basiques.	
2- Propriétés nucléophiles.	déshydratation* ; estérification* ; halogénéation ; acétalisation ;
3- Oxydations ; déshydrogénation.	obtention d'aldéhydes, de cétones ou d'acides.
PHÉNOLS	
1- Acidité.	
2- Substitution électrophile.	influence du groupe OH* ;
3- Propriétés nucléophiles.	éthérification*, acylation* ;
4- Réactions de condensation.	milieu acide et milieu basique : - synthèse de phtaléines et de phénoplastes ; - réactions de Kolbe et de Reimer-Tiemann.
5- Oxydo-réduction.	
ÉPOXYDES ET ÉTHERS-OXYDES	
1- Ouverture du cycle des époxydes.	attaque nucléophile* ; ouverture par catalyse acide* ;
2- Propriétés nucléophiles des éthers-oxydes.	action de l'acide iodhydrique ;
3- Réaction due à l'hydrogène en α des éthers-oxydes.	formation des hydroperoxydes ; corrélation avec les risques encourus lors de la manipulation des éthers-oxydes.

PROGRAMME	COMMENTAIRES
<p>AMINES ALIPHATIQUES</p> <p>1- Propriétés basiques.</p> <p>2- Propriétés nucléophiles.</p> <p>3- Ions ammonium quaternaires.</p>	<p>formation d'amides*, d'imines*, d'énamines*, formation de sulfonamides, d'isocyanates ; réaction avec l'acide nitreux : schéma réactionnel ;</p> <p>élimination d'Hofmann*.</p>
<p>AMINES AROMATIQUES</p> <p>1- Propriétés basiques.</p> <p>2- Substitution électrophile.</p> <p>3- Propriétés nucléophiles.</p> <p>4- Oxydations.</p>	<p>influence du groupe NH₂* ;</p> <p>formation d'amides* ; réaction avec l'acide nitreux ;</p> <p>on se limitera à la formation de noir d'aniline et de dérivés nitrés.</p>
<p>DIAZOIQUES</p> <p>1- Réactions avec départ d'azote.</p> <p>2- Réactions sans départ d'azote.</p> <p>3- Le diazométhane.</p>	<p>halogénations ; préparation de nitriles, de phénols ; désamination nitreuse ;</p> <p>préparation d'azoïques* ; réduction en hydrazines substituées ;</p> <p>la préparation n'est pas au programme ; réactions avec les composés à hydrogène mobile et les composés carbonylés.</p>
<p>ALDÉHYDES-CÉTONES</p> <p>1- Addition nucléophile au carbonyle.</p>	<p>mécanisme général* ; eau* ; alcools* ; thiols* ; organométalliques* ; alcynures* ; hydrures* ; dérivés du type A-NH₂* ; acide cyanhydrique* ; hydrogénosulfite de sodium* ; pentachlorure de phosphore ; réactions de Doebner-Knoevenagel ; réaction de Wittig* ; à propos de la formation des cétoximes on traitera la transposition de Beckmann en milieu acide* ;</p>

PROGRAMME	COMMENTAIRES
<p>2- Réactions dues à l'hydrogène en α.</p> <p>3- Aldéhydes aromatiques.</p> <p>4- Cétones conjuguées.</p> <p>5- Réactions d'oxydo-réduction.</p>	<p>aldolisation*, cétolisation*, crotonisation* ; halogénéation en milieu acide et basique* ;</p> <p>réaction de Perkin ; benzoïnation ;</p> <p>addition 1,4 de Michael* ; action des organomagnésiens* ;</p> <p>réductions en alcanes et en alcools ; réduction duplicative ; oxydation en milieu acide ou basique des aldéhydes ; oxydation des cétones avec coupure de la chaîne carbonée ; réaction de Cannizzaro*.</p>
ACIDES CARBOXYLIQUES	
<p>1 - Propriétés acides.</p> <p>2 - Passage aux dérivés d'acides.</p> <p>3 - Halogénéation en α.</p> <p>4 - Passage aux dérivés carbonylés.</p> <p>5 - Réduction.</p>	<p>le mécanisme est hors programme ;</p> <p>réactions de Piria et de Sabatier-Senderens.</p>
DÉRIVÉS D'ACIDES	
<p>1 - Chlorures, anhydrides, esters, amides, nitriles.</p> <p>2 - Dégradation d'Hofmann des amides.</p> <p>3 - Réactions dues à la mobilité de l'hydrogène en α du carbonyle des esters et des nitriles.</p>	<p>réactivités comparées ; hydrolyse ; réductions (catalytique et par les hydrures) ; réactions avec les organométalliques.</p>
II - RÉACTIVITÉ DES COMPOSÉS POLYFONCTIONNELS.	
DIÈNES CONJUGUÉS	
<p>1 - Addition électrophile 1,2 et 1,4 .</p> <p>2 - Synthèse de Diels-Alder.</p>	<p>contrôles cinétique et thermodynamique ;</p> <p>on étendra au cas des dérivés carbonylés α,β-insaturés ; à propos de la stéréochimie de l'addition, on n'abordera pas l'étude des isomères endo et exo.</p>

PROGRAMME	COMMENTAIRES
<p>DIOLS</p> <p>1 - Déshydratation.</p> <p>2 - Oxydations.</p> <p>3 - Protection du groupe carbonyle.</p>	<p>déshydratations inter et intramoléculaire ; transposition pinacolique * ;</p> <p>avec ou sans coupure de la molécule.</p>
<p>COMPOSÉS DICARBONYLÉS</p> <p>1 - Composés 1,2-dicarbonylés.</p> <p>2 - Composés 1,3-dicarbonylés.</p>	<p>glyoxal : réaction de Cannizzaro intra- moléculaire* ;</p> <p>benzile : réaction de transposition benzylique ; propriétés acides ; tautomérie.</p>
<p>DIACIDES</p> <p>1 - Propriétés acides.</p> <p>2 - Déshydratation et décarboxylation.</p> <p>3 - Esters maloniques.</p>	<p>influence de la structure ;</p> <p>influence de la structure ;</p> <p>on se limitera à la synthèse malonique *.</p>
<p>III - APPLICATIONS.</p>	
<p>MATÉRIAUX MACROMOLÉCULAIRES</p> <p>1 - Polymérisation par addition.</p> <p>2 - Polymérisation par condensation.</p> <p>3 - Relations structure-propriétés.</p> <p>4 - Les matières plastiques.</p> <p>5 - Produits de dégradation.</p>	<p>réactions radicalaires, cationiques, anioniques, de Ziegler-Natta ;</p> <p>on introduira les notions de tacticité, de polymères thermoplastiques et thermodurcissables et d'élastomères ;</p> <p>on soulignera l'intérêt des adjuvants à l'aide de quelques exemples.</p>
<p>COMPOSÉS D'INTÉRÊT BIOLOGIQUE</p>	<p>On se contentera dans ce paragraphe de décrire les principales structures rencontrées dans ces molécules et d'étudier les propriétés fondamentales qui en découlent.</p>

PROGRAMME	COMMENTAIRES
<p>1 - Acides α-aminés - Polypeptides - Protéines :</p> <ul style="list-style-type: none"> - propriétés acido-basiques ; - stéréochimie des acides aminés naturels ; - liaison peptidique ; - stéréochimie des protéines ; - intérêt biologique. <p>2 - Glucides :</p> <ul style="list-style-type: none"> - présentation des principales familles ; - anomérie ; - intérêt biologique. <p>3 - Lipides :</p> <ul style="list-style-type: none"> - classification ; <p>- utilisations dans les domaines biologiques, alimentaires et industriels.</p>	<p>structures primaire et secondaire.</p> <p>lipides simples ou homolipides : triglycérides, cires ; lipides complexes ou hétérolipides : phospholipides ; micelles, liposomes, membranes.</p>

CHIMIE ORGANIQUE : TRAVAUX PRATIQUES DE PREMIÈRE ET DEUXIÈME ANNÉE.

La sensibilisation aux problèmes de toxicologie, d'écotoxicologie et de sécurité, par rapport aux produits utilisés, aux appareillages, aux réactions mises en jeu, devra être un souci constant. Au cours de chaque séance, on recherchera dans la documentation disponible les risques encourus, ainsi que les précautions à prendre pour s'en garantir et protéger l'environnement. Il est important que les élèves soient sensibilisés aux bonnes pratiques de laboratoire (B.P.L.) ; on insistera particulièrement sur la saisie, le classement, l'archivage de l'information et la tenue d'un cahier de laboratoire.

PROGRAMME	COMMENTAIRES
A) TECHNIQUES DE SYNTHÈSE, DE SÉPARATION ET DE PURIFICATION.	
Initiation, ou révision, des techniques fondamentales du laboratoire de chimie organique (distillation, cristallisation, extraction, contrôle des constantes physiques, etc...).	On présentera le matériel de synthèse et les différents types d'appareillage utilisés selon les conditions réactionnelles. On expliquera les raisons du choix de tel ou tel type d'appareillage (pour toute cette partie, on pourra s'aider utilement de catalogues de fournisseurs de matériel).
B) MÉTHODES SPECTROMÉTRIQUES.	
L'étude théorique est limitée au minimum nécessaire à l'exploitation correcte des spectres, ceci en complément des notions théoriques étudiées dans les autres disciplines. L'étude technologique des différents types d'appareillage est exclue. L'étude des spectres donnera lieu à l'utilisation de logiciels et de banques de données.	
1. Spectrométrie de masse.	<ul style="list-style-type: none"> – Identification des isotopes. – Pics "parents" P, P+1, P+2. – Fragmentations simples. – L'étude des transpositions est exclue.
2. Spectroscopie IR	<ul style="list-style-type: none"> – Différentes techniques de préparation de l'échantillon (film, pastilles, etc...). – Tracé de spectres. – Identification des groupes caractéristiques. – On montrera (si possible) comment l'IRTF permet d'appliquer l'IR à l'analyse quantitative.
3. Spectroscopie de RMN.	<ul style="list-style-type: none"> – Exploitation de spectres de RMN du proton et du ^{13}C. – On se limitera aux couplages AX et AMX.
4. Spectroscopie UV-visible.	<ul style="list-style-type: none"> – Tracé de spectres. – Applications à l'identification de composés et

PROGRAMME	COMMENTAIRES
<p>5. Application à la détermination des structures.</p>	<p>à leur dosage.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utilisation de règles empiriques permettant de prévoir la longueur d'onde de certaines bandes d'absorption caractéristiques et d'identifier certains types de structures. <p>On montrera la complémentarité des différentes techniques.</p>
<p>C) MÉTHODES CHROMATOGRAPHIQUES.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> - Chromatographie sur colonne. - Chromatographie sur couche mince. - Chromatographie en phase gazeuse. - Chromatographie liquide haute performance. 	<p>On s'efforcera de faire apparaître les raisons motivant le choix de telle ou telle technique et de relier les conditions opératoires (nature de la phase stationnaire, de l'éluant, des conditions de température et de débit en phase gazeuse, etc...) à la nature des composés étudiés.</p> <p>Les TP de chromatographie seront l'occasion de familiariser les élèves à la saisie et au traitement des données par un système informatisé.</p>
<p>D) THÈMES DE SYNTHÈSE ORGANIQUE.</p>	
<p>On illustrera à l'échelle du laboratoire les réactions importantes de la chimie organique, en les rattachant aux grandes opérations unitaires de l'industrie organique. On commencera par des réactions simples et des synthèses à une seule étape, le but devant être au cours du cursus, d'arriver à la réalisation de préparations en plusieurs étapes.</p> <p>On mettra en évidence les méthodes permettant de protéger un groupement fonctionnel. Les opérations dirigées au début, devront évoluer progressivement vers une plus grande autonomie, incluant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des recherches bibliographiques ; - le choix du matériel et des réactifs ; - le calcul des quantités mises en œuvre ; - des propositions de variation des paramètres pour optimiser les résultats (on pourra à ce sujet aborder succinctement les plans d'expérience) ; - la proposition et la mise en œuvre de méthodes de contrôle des matières premières et des produits. <p>La liste ci-dessous n'est proposée qu'à titre indicatif, pour les séances ne comportant qu'une préparation en une seule étape réactionnelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> - oxydations ; - réductions ; - réactions de Friedel et Crafts ; - réactions de transpositions ; - halogénations ; - réactions mettant en œuvre un organo-magnésien mixte ; <ul style="list-style-type: none"> - préparation d'un éther (à cette occasion on pourra montrer l'intérêt de la catalyse inter-faciale) ; - déshydratation ; - nitration en série aromatique ; 	

PROGRAMME	COMMENTAIRES
<ul style="list-style-type: none">- réactions mettant en œuvre une diazotation ;- estérification et réactions apparentées (transestérification, réactions d'acylation des phénols et des amines) ;- réactions de condensations.	

Remarque : l'horaire indiqué de 4 heures est un horaire hebdomadaire élève moyen, mais les séances peuvent être de durées inégales, l'horaire global annuel devant être respecté. On peut ainsi envisager des séances d'une demi-journée (4 à 6 heures) ou des séances d'une journée (8 heures).

CHIMIE ORGANIQUE : TRAVAUX PRATIQUES.

A LA FIN DES DEUX ANNÉES, LES ÉTUDIANTS
DOIVENT SAVOIR UTILISER LES APPAREILS SUIVANTS.

1) Verrerie ou appareil de laboratoire nécessaire pour effectuer les opérations de :

- synthèse ;
- décantation ;
- filtration ;
- distillation ;
- extraction ;
- chauffage ;
- séchage ;
- pesée.

2) Appareillage pour analyse :

- mesure de point de fusion ;
- mesure d'indice de réfraction ;
- chromatographies sur colonne, sur couche mince, en phase gazeuse, liquide haute performance ;
- spectrophotomètres UV-visible et IR.

CHIMIE ORGANIQUE :

LISTE DU MATÉRIEL NÉCESSAIRE POUR LES TRAVAUX PRATIQUES EN TS CHIMIE

Laboratoire équipé d'un système d'évacuation à chaque poste de travail, de hottes aspirantes et d'un réseau de vide.

Verrerie ou appareils de laboratoire nécessaires pour effectuer les opérations de :

- synthèse : réacteurs de 100 mL, de 250 mL et de 500 mL, réfrigérants à reflux, ampoules de coulée isobares, ampoules à brome, sondes de température et thermomètres digitaux, moyens de chauffage et d'agitation, supports élévateurs, pinces, noix, barres de montage, flacons laveurs, tubes de garde, entonnoirs (pour liquides et solides), cristallisoirs, éprouvettes, erlenmeyers et béchers de différentes capacités ;
- décantation : ampoules à décanter de 100 mL, de 250 mL, de 500 mL, anneaux de fixation ;
- filtration : fioles à vide de 250 mL, de 500 mL, de 1 L, filtres Büchner, filtres de Goosh ;
- distillation : ballons de 50 mL, 100 mL, 250 mL, colonnes Vigreux, têtes de distillation, réfrigérants droits, allonges courbes, séparateurs à plusieurs voies pour distillation sous vide, récepteurs, manomètres ;
- extraction : décanteurs de Dean-Stark, extracteurs de Soxhlet, évaporateurs rotatifs (1 pour 4 étudiants) ;
- chauffage : agitateurs magnétiques chauffants, chauffe-ballons, moteurs et pales d'agitation, bains thermostatés (1 pour 4 étudiants), bains d'huile ;
- mesure de point de fusion : bancs Köfler (1 pour 4 étudiants), appareils de mesure de point de fusion automatique ;
- mesure d'indice de réfraction : réfractomètres d'Abbe (1 pour 4 étudiants) ;
- séchage : étuves (2 par laboratoire), étuves à vide ;
- pesée : balances monoplateau électroniques au 1/10 g et au 1/100 g, balance IR pour taux d'humidité ;
- chromatographie : cuves de chromatographie, lampes UV, sèche-cheveux, pulvérisateurs, dessiccateurs, colonnes chromatographiques.

Appareillage pour analyse :

- spectrophotométrie :
 - IR : spectrophotomètre IR à transformée de Fourier avec cellule à liquide, et matériel pour solide (mortier et pilon en agathe, presse pour empastillage) ou appareil de diffusion ou cellule ATR (Attenuated Total Reflectance).
 - UV-visible : spectrophotomètre UV-visible avec système de traitements de données (logiciel adapté).
- chromatographie :
 - CPG : chromatographe en phase gazeuse à programmation de température avec injecteur split/splitness, détecteur TCD ou FID, colonnes capillaires et système informatique de traitement des données.
 - HPLC : chromatographe liquide haute performance avec pompe isocratique, avec vanne d'injection, détecteur UV, colonnes et système informatique de traitement des données ; cuves à ultrasons.

GÉNIE CHIMIQUE

GÉNIE CHIMIQUE : OBJECTIFS DE FORMATION

Cet enseignement comporte trois aspects différents formant un tout : **théorie, schématisation, travail pratique sur installations à caractère industriel**. Il est donc important que le professeur enseignant la théorie, enseigne également le schéma et les travaux pratiques où tous les aspects interviennent.

OBJECTIF DE LA FORMATION

L'objectif est de former des techniciens supérieurs Chimistes capables de s'intégrer (après une classique période d'adaptation) dans une équipe de production.

Les étudiants doivent donc :

- **Comprendre** un procédé de fabrication.
- **Connaître** le matériel industriel et les appareils les plus courants (pompes, échangeurs, réacteurs, colonnes, etc...) comportant ou non des automatismes ou des régulations.
- **Savoir utiliser** ces appareils, c'est-à-dire, connaître leur principe de fonctionnement et les calculs qui s'y rapportent.
- **Savoir travailler** en équipe et tenir un tableau de marche.
- **Savoir identifier** et maîtriser les risques liés aux matériels, aux installations et aux procédés.
- **Connaître et respecter** les règles de sécurité et les contraintes environnementales.

MOYENS

Ceci ne peut se faire que si l'on dispose d'un matériel de **TYPE INDUSTRIEL** qui permet donc d'utiliser les techniques spécifiques différentes de celles d'un laboratoire de chimie (transferts des fluides par pompe ou par vide, chauffage à la vapeur, agitation, régulation, etc...).

Il est donc important de compléter les installations en verre (utilisé pour son aspect didactique) par des installations en acier (inox par exemple) ou tout autre matériau utilisé dans l'industrie, pour apprendre à cerner les phénomènes non visibles, grâce aux mesures effectuées. Il est souhaitable que les installations comportent des régulations en laissant une certaine autonomie au conducteur de l'appareil.

Il faut également prohiber au maximum les chargements de produits par seau, béciers ou autres récipients pour des quantités importantes.

MATÉRIEL

Pour pouvoir couvrir les aspects les plus importants de cet enseignement, il faudra disposer **OBLIGATOIREMENT** au moins des huit postes suivants.

- Un appareillage polyvalent comportant notamment un réacteur de 10 litres au moins, avec chargement par vide ou par pression, et systèmes de chauffage et refroidissement industriel.
- Une installation de rectification en discontinu.
- Une installation de rectification en continu.
- Un banc de dynamique des fluides permettant d'étudier une pompe, des pertes de charge, des mesures de débits.
- Un banc d'étude d'un ou plusieurs échangeurs de chaleur permettant d'établir des bilans énergétiques.
- Une extraction par solvant en continu : soit extraction liquide-liquide, soit liquide-gaz (l'existence des deux étant cependant souhaitable).
- Une installation comportant un évaporateur.
- Une installation comportant un cristalliseur.

Ces installations seront complétées par d'autres. dans le cadre du programme de génie chimique.

- Traitement de l'eau (résines, membranes).
- Filtration.
- Séchage.
- Fluidisation.
- Extraction solide-liquide.
- Ébulliométrie (pour déterminer les courbes d'équilibre liquide-vapeur).

OBJECTIFS GÉNÉRAUX DES TRAVAUX PRATIQUES DE GÉNIE CHIMIQUE

1) - Connaissances

- Identifier à l'aide de schémas et de l'installation elle-même, les différents éléments et leurs liaisons.
- Connaître le principe de fonctionnement et les caractéristiques importantes des appareils utilisés.
- Comprendre le procédé grâce à un mode opératoire.
- Intégrer l'analyse des dysfonctionnements et de leurs conséquences prévisibles.
- Savoir mettre en marche, faire fonctionner et arrêter une installation en suivant les règles de sécurité.
- Effectuer les mesures permettant de suivre le fonctionnement en prenant conscience de la précision et des limites de ces mesures.
- Réaliser les analyses de suivi du procédé.
- Effectuer les calculs demandés en relation avec les cours théoriques.

2) - Communication.

- Savoir tenir un tableau de marche.
- Savoir travailler en équipe (passages de consignes, connaissance du travail effectué par les autres membres de l'équipe).
- Savoir rédiger un compte rendu comportant les feuilles de marche, les résultats des analyses, les calculs demandés, les commentaires et conclusions ainsi que les risques principaux et les consignes de sécurité générales ou particulières.
- Savoir expliquer oralement, en cours d'opération, ce qui a été fait, ce qui se fait, ce qui reste à faire.

ÉVALUATION

Les installations étant différentes d'un centre à l'autre, pour l'examen il est **obligatoire, sauf cas exceptionnel validé par l'inspection générale,** que les étudiants ne passent leur épreuve de TP que dans l'atelier où ils ont suivi leur scolarité. On ne peut demander en effet à un candidat de découvrir une installation correspondant à une opération donnée, le jour même de l'examen (chacune a ses particularités propres, même si elles se ressemblent globalement).

De façon à harmoniser et homogénéiser les notations, il est souhaitable de ne pas se limiter à noter les résultats obtenus (la difficulté n'étant pas la même pour une fabrication que pour une manipulation à caractère répétitif), mais de tenir compte également de :

- * la façon de travailler : propreté, sécurité individuelle et collective, participation au travail d'équipe, organisation ;
- * le dynamisme, l'esprit d'initiative, l'autonomie ;
- * la façon de manipuler, la qualité des mesures ou des résultats obtenus ;
- * la participation au compte-rendu et au tableau de marche.

GÉNIE CHIMIQUE : LA SÉCURITÉ.

L'enseignement du génie chimique est particulièrement propice à la sensibilisation aux problèmes de sécurité, l'apprentissage des règles élémentaires, la mise en pratique de consignes générales ou particulières.

En effet, le professeur enseignant cette discipline (que ce soit en classes de 1^{ère}, terminale STL-CLPI ou BTS), est amené en général, à dispenser à la fois les cours et travaux dirigés théoriques, le schéma d'installation (lecture et conception) et les travaux pratiques en atelier type demi-grand ou pilote.

Cet atelier doit comporter normalement des installations qui devraient donner un aperçu de la réalité industrielle (nature du matériel et des matériaux, quantités ou débits, fluides de service, techniques utilisées notamment pour le transfert des fluides, travail en équipe sur procédés continus ou discontinus, présence d'automatismes).

Les trois aspects de cet enseignement peuvent permettre des approches différentes des problèmes de sécurité, du point de vue de la sécurité de l'opérateur devant son poste, que de la protection de l'environnement et de la protection des appareils

Les COURS, les TD et la SÉCURITÉ.

On ne peut guère qu'y donner des règles générales quitte à renvoyer à des exemples pratiques qui seront vus en TP.

Par exemple.

- “Traduction” en termes de risques et donc de sécurité, de certaines propriétés physiques des corps : volatilité, tension de vapeur, chaleur de vaporisation, limites d'explosivité, solubilité dans l'eau, etc...
- Risques chimiques dus à la toxicité, à la réactivité de certains corps avec les fluides courants tels que l'eau ou l'air ou avec d'autres réactifs particuliers (réactions particulièrement rapides et exothermiques).
Mise en évidence des problèmes d'inertage ou de protection de l'environnement (fuites, traitement des effluents).
- Risques au point de vue thermique : exothermicité, emballement (importance du système de refroidissement et de sa fiabilité).
- Risques à caractères généraux :
 - protection contre le feu (matériel antidéflagrant dit ADF, ventilations normales et de secours, protection individuelle, rôle de l'électricité statique dans le transfert des fluides inflammables et surtout des poudres combustibles divisées);
 - mises à la terre, protection des machines tournantes, équilibrages des machines tournant à grandes vitesses.

Le SCHÉMA et la SÉCURITÉ.

Le schéma permet l'étude d'un procédé d'après un descriptif. Un bon schéma est celui qui décrit une installation sensée fonctionner correctement.

Il permet d'une part de se pencher sur des problèmes plus précis de sécurité au niveau du procédé (choix du réacteur, choix de la méthode de séparation, problèmes de dilution, d'exothermicité, d'emballement, de création de produits parasites nocifs ou gênants).

D'autre part, lors de la schématisation de l'installation, vont intervenir certains problèmes liés à la pratique (relations entre les différents appareils, robinetterie, boucles de régulations, respirations, traitements des effluents).

Les TRAVAUX PRATIQUES et la SÉCURITÉ.

Les installations sont souvent modulaires et n'ont pas la complexité d'installations de production réelles, cependant ceci a l'avantage, par l'intermédiaire d'une progression pédagogique faisant d'abord intervenir des manipulations à caractère répétitif (comportant souvent beaucoup de mesures), de faire apparaître des problèmes de plus en plus complexes y compris au niveau de la sécurité.

C'est à cette occasion que les étudiants vont être confrontés à la réalité (par l'intermédiaire d'un mode opératoire précis sur une installation réelle ou par l'intermédiaire des erreurs qu'ils pourraient commettre !). Ils auront à suivre des consignes au point de vue de la protection individuelle (la présence de fiches toxicologiques, par exemple, disponibles dans l'atelier leur permettra de connaître les risques présentés par les produits qu'ils auront à manipuler et il est indispensable que le compte rendu comporte au moins un résumé des caractéristiques importantes de ces produits).

Ils auront des consignes à suivre lors des transferts des fluides ou des solides, des problèmes de chauffage ou refroidissement, des vérifications de l'appareillage (mise en respiration ou sous une pression donnée par exemple).

Ils auront à travailler en équipe ce qui doit se traduire par l'apprentissage du travail en équipe, de la tenue d'un tableau de marche, du passage de consignes, du respect de l'environnement de travail et du personnel (soin et propreté, organisation du poste de travail).

Un travail au laboratoire d'analyse et de contrôle permet une autre approche notamment par l'intermédiaire des quantités de produits mis en œuvre.

GÉNIE CHIMIQUE : PLAN GÉNÉRAL.

- 1 - SCHÉMA DE PROCÉDÉ ET RÉGULATION
- 2 - MÉTHODE DES BILANS - RÉACTEURS
- 3 - CIRCULATION DES FLUIDES
- 4 - TRANSFERT DE CHALEUR - PRODUCTION DE CHALEUR ET DE FROID
- 5 - ÉVAPORATION - CRISTALLISATION - SÉCHAGE
- 6 - DISTILLATION
- 7 - EXTRACTION :
 - EXTRACTION LIQUIDE-LIQUIDE
 - EXTRACTION SOLIDE-LIQUIDE
 - ABSORPTION-DESORPTION
- 8 - SÉDIMENTATION - FILTRATION
- 9 - TECHNIQUES ET SÉPARATIONS DIVERSES

1^{ère} PARTIE : SCHÉMA DE PROCÉDÉ ET RÉGULATION.

COURS	TRAVAUX PRATIQUES	COMMENTAIRES
<p>1 - 1 - APPROCHE DES PROCÉDÉS INDUSTRIELS, ET DU GÉNIE DES PROCÉDÉS.</p>		
<p>Définitions du génie des procédés et du génie chimique. Opérations continues et discontinues. Notions d'opérations unitaires.</p> <p>Schéma de principe et plan de circulation des fluides. Schéma de procédé.</p>		<ul style="list-style-type: none"> ◆ Réaliser, à partir d'une description écrite (et éventuellement d'un schéma de principe), le schéma de procédé comportant : <ul style="list-style-type: none"> – les tuyauteries et ses accessoires ; – les appareils de déplacement des fluides les pompes, compresseurs etc...); – les appareillages principaux en coupe simplifiée ; – les appareils de mesure, contrôle et régulation ; – les organes de sécurité. ◆ Analyser la sécurité du procédé : <ul style="list-style-type: none"> – savoir lire et utiliser un schéma de fabrication d'une installation réelle et prévoir les conséquences de certains dysfonctionnements ; – savoir lire, interpréter et utiliser un schéma de fabrication en terme de production et de sécurité.

COURS	TRAVAUX PRATIQUES	COMMENTAIRES
<p>1 - 2 - CONTRÔLES ET RÉGULATION.</p> <p>RÔLE des différents éléments d'une boucle de régulation</p> <ul style="list-style-type: none"> - capteurs : - transmetteurs ; - actionneur. <p>On introduira la notion de sécurité positive (position normalement ouverte ou normalement fermée d'une vanne de régulation) ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - signaux standards (analogique, pression-intensité et numérique). <p>PRINCIPE DES RÉGULATIONS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tout ou rien. - Proportionnelle. - Proportionnelle intégrale. - Proportionnelle intégrale dérivée. - Régulation de rapport. - Régulation en cascade. 	<ul style="list-style-type: none"> - En utilisation de boucles de régulation sur installations de fabrication ou de séparation. - Banc d'étude des boucles de régulation. 	<p>L'objectif est triple :</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ justifier la nécessité (ou non) de placer une régulation en un point d'une installation. ◆ connaître le vocabulaire de base d'une boucle de régulation, de façon à permettre le dialogue avec le personnel d'instrumentation ; <ul style="list-style-type: none"> - grandeur réglée, - grandeur réglante, - grandeur perturbatrice. ◆ indiquer les limites et les dysfonctionnements possibles (influence du temps mort, de l'inertie du système...). <p>Aucun calcul ne peut être demandé à l'examen.</p> <p>La régulation de rapport ou en cascade sera traitée uniquement à l'occasion de schéma ou de TP.</p>

2^{ème} PARTIE : MÉTHODE DES BILANS - RÉACTEURS.

COURS	TRAVAUX PRATIQUES	COMMENTAIRES
<p>2 - 1 - DIVERSES EXPRESSIONS DE LA COMPOSITION D'UN MÉLANGE.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définition des titres massique, molaire et volumique. - Conversion mutuelle des concentrations (mol/L ou g/L) en titres. - Définition du rapport massique, du rapport molaire. 		
<p>2 - 2 - BILAN MATIÈRE - RÉACTIONS CHIMIQUES.</p> <p>Représenter une vue synoptique du problème (schéma de principe)</p> <p>2-2-1 - Cas des opérations unitaires.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bilan global - bilan partiel en chacun des constituants. - Calculs des quantités de matière à l'entrée et à la sortie d'une opération unitaire : <ul style="list-style-type: none"> - opérations discontinues, - opérations continues. 	<p>Ces notions peuvent être exploitées à l'occasion des TP de fabrication ou de séparation.</p>	<p>Après une initiation élémentaire à la méthode des bilans, cet enseignement donnera lieu à des applications au cours des deux années dans le cadre des TD et des TP de génie chimique.</p> <p>On utilisera des notations "parlantes" ; usuelles (R comme reflux, L comme liquide, C comme cristaux etc...) plutôt que des notations générales (ex : F_i, x_i, ...), car on traite souvent de mélanges binaires. Les notations générales pourront être vues en conclusions (méthodologie générale).</p> <p>LA PRATIQUE DE L'ÉQUILIBRAGE DES RÉACTIONS CHIMIQUES EST SUPPOSÉE ACQUISE.</p>

COURS	TRAVAUX PRATIQUES	COMMENTAIRES
<p>2-2-2 - Cas des réacteurs.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Étude de réactions chimiques, discontinues ou continues en régime permanent. - Calcul des quantités de réactifs à introduire et des produits formés. - Bilan matière - calculs avec recyclage et purge ; * définition du TAUX DE CONVERSION τ d'un réactif. - Étude de synthèse avec formation de sous produit ; * définition de la SÉLECTIVITÉ σ d'une réaction. - Etude d'un procédé de fabrication avec recyclage des réactifs n'ayant pas réagi ; * calcul du RENDEMENT η ; • au niveau du réacteur, • sur l'ensemble du procédé de fabrication. - Notion de temps de passage des produits dans le réacteur. 		<p>Réactions simples ou deux réactions consécutives ou concurrentes.</p> <p>La présentation des différents types de réacteurs sera faite à l'occasion des schémas de procédés et des études particulières de bilans lors de réactions chimiques, (choisir des exemples diversifiés de réacteurs en phase liquide, en phase gaz, avec catalyseur).</p> <p>Les risques des différents types de réacteurs seront précisés (chargement, étanchéité, agitation).</p> $\tau = \frac{\text{nombre de moles transformées du réactif}}{\text{nombre de moles de réactif introduit}}$ $\sigma = \frac{\text{nombre de moles transformées en produit principal}}{\text{nombre de moles transformées total}}$ $\eta = \frac{\text{nombre de moles transformées en produit principal}}{\text{nombre de moles transformées du réactif introduit}}$ <p>L'étude des réacteurs exclut tous calculs fondés sur la cinétique de la réaction ainsi que sur le dimensionnement des appareils.</p>

COURS	TRAVAUX PRATIQUES	COMMENTAIRES
<p>2 - 3 - BILAN ÉNERGÉTIQUE</p> <p>2-3-1 - Cas des opérations unitaires. Calcul des quantités d'énergie à fournir ou à éliminer pour les opérations discontinues ; calculs des flux énergétiques pour les procédés continus.</p> <p>2-3-2 - Cas des réacteurs. Calcul de l'énergie (ou du flux énergétique) à fournir ou à éliminer pour maintenir un réacteur à température constante dans le cas d'une réaction endothermique ou exothermique dont la variation d'enthalpie est fournie.</p>		<p>Lors de l'établissement des bilans énergétiques, on utilisera la capacité thermique massique ou molaire moyenne, dans l'intervalle de température considéré. Les chaleurs latentes de changement d'état seront fournies, ainsi qu'éventuellement les enthalpies (molaires, massiques).</p> <p>On analysera l'influence de ces différents paramètres sur la sécurité du procédé (emballement, maintien d'une température optimale, ...).</p>

3^{ème} PARTIE : CIRCULATION DES FLUIDES.

COURS	TRAVAUX PRATIQUES	COMMENTAIRES
<p>3 - 1 - GÉNÉRALITÉS.</p> <p>3-1-1 - Notions de pression (absolue, effective, dépression) - unités.</p> <p>3-1-2 - Statique des fluides et applications (mesures de pressions - décantation continue dans un décanteur florentin - colonne barométrique).</p> <p>3-1-3 - Poussée d'Archimède et applications (niveau à flotteur - densimètres).</p> <p>3-1-4 - Notions de débits (volumique, massique, molaire) - unités pratiques.</p>	<p>L'utilisation des appareils de mesures de pression et de densité ne fera pas systématiquement l'objet d'une séance de manipulations mais pourra être utilement «dispersée» dans d'autres manipulations.</p>	<p>Tant sur le plan théorique que sur le plan pratique ces notions générales sont a priori :</p> <ul style="list-style-type: none"> - presque totalement inconnues des élèves titulaires du Bac S, - théoriquement bien connues de ceux qui sont originaires de la section STL - option CLPI. <p>Cette partie du programme devra donc être essentiellement traitée en séances de travaux dirigés.</p>

COURS	TRAVAUX PRATIQUES	COMMENTAIRES
3 - 2 - DYNAMIQUE DES FLUIDES PARFAITS INCOMPRESSIBLES.		
<p>3-2-1 - Théorème de Bernoulli.</p> <p>3-2-2 - Application à la mesure des débits à l'aide de débitmètres déprimogènes.</p> <p>3-2-3 - Notions de mise en circulation de liquides dans des installations ne comportant pas de pompe :</p> <ul style="list-style-type: none"> - écoulement par gravité, - déplacement par pression d'air ou de gaz inerte, - chargement par action du vide. 	<p>L'étude expérimentale du fonctionnement des débitmètres peut-être faite à l'occasion de travaux pratiques si l'établissement est équipé de l'installation adaptée.</p> <p>L'étude de ces méthodes de mise en circulation ne fera pas l'objet d'une manipulation exclusivement consacrée à ce sujet, mais elles seront largement intégrées aux travaux pratiques de fabrications et de séparations au cours desquelles le transvasement manuel par seau et entonnoir devrait être exclu.</p>	<p>On insistera sur les risques liés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - au stockage (fuites, surpressions, ...) - à la circulation des fluides, fuites, projections, électricité statique (polarité des fluides, mise à la terre).
3 - 3 - DYNAMIQUE DES FLUIDES RÉELS.		
<p>3-3-1 - Notion de viscosité. Fluides newtoniens. Rhéologie.</p> <p>3-3-2 - Régimes d'écoulement : nombre de Reynolds.</p> <p>3-3-3 - Ecoulement d'un fluide réel incompressible :</p> <ul style="list-style-type: none"> - notions de pertes de charge, - pertes de charge régulières, - rugosité, - coefficients de frottement (utilisation du diagramme de Moody), - pertes de charges singulières - accessoires de canalisation, - coefficients de pertes de charge et longueurs droites équivalentes, - lectures d'abaques. <p>3-3-4 - Théorème de Bernoulli appliqué à un fluide réel.</p>	<p>L'étude expérimentale des pertes de charge par frottement et par traversée «d'accidents» est indispensable.</p> <p>Application à l'agitation.</p>	<p>Tenir compte de ce que savent déjà les titulaires du Bac STL - option CLPI.</p>

COURS	TRAVAUX PRATIQUES	COMMENTAIRES
3 - 4 - PERTES DE CHARGES AU COURS DE LA TRAVERSÉE D'UN SOLIDE POREUX.		
<p>Applications à la fluidisation, aux colonnes à garnissage, à la filtration.</p>	<p>Ces phénomènes peuvent être étudiés à l'occasion de travaux pratiques .</p>	<p>Tous les établissements n'étant pas équipés pour réaliser ces manipulations, cette rubrique ne saurait donner lieu à un exercice au cours de l'épreuve écrite.</p>
3 - 5 - MISE EN MOUVEMENT DES LIQUIDES A L'AIDE DE POMPES.		
<p>3-5-1 - Application du théorème de Bernoulli :</p> <ul style="list-style-type: none"> - hauteur à fournir dans le circuit ; - courbe de réseau ; - calcul de la puissance à fournir au fluide. <p>3-5-2 - Calcul de la pression à l'aspiration de la pompe. Problèmes de cavitation. NPSH disponible.</p> <p>3-5-3 - Appareillage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - pompes volumétriques, - pompes alternatives, - pompes rotatives, - pompes doseuses, - pompes centrifugeuses, <ul style="list-style-type: none"> - accessoires (garnitures d'étanchéité - soupape de sécurité - pots anti-bélier). 		<p>On étudiera le fonctionnement d'un modèle de chaque type de pompe ; on analysera les problèmes d'utilisation posés et on en déduira les solutions apportées, les limites et le domaine d'utilisation de chaque modèle.</p> <p>Sécurité liée aux machines tournantes.</p>

COURS	TRAVAUX PRATIQUES	COMMENTAIRES
<p>3-5-4 - Caractéristiques d'une pompe :</p> <ul style="list-style-type: none"> - courbes caractéristiques : hauteur manométrique - puissance - rendement - NPSH requis ; - loi de similitude - influence de la vitesse de rotation. <p>3-5-5 - Calcul du point de fonctionnement.</p>	<p>Cette rubrique fera l'objet d'au moins une séance de travaux pratiques</p>	<p>Cette rubrique a déjà été étudiée par les élèves titulaires du Bac STL - option CLPI.</p> <p>L'établissement d'une courbe de réseau ne pourra pas être demandé à l'examen.</p> <p>Détermination graphique.</p>
3-6 - CIRCULATION DES FLUIDES COMPRESSIBLES.		
<p>3-6-1 - Production du vide industriel :</p> <ul style="list-style-type: none"> - éjecteurs à vapeur - montage en série, - étude du fonctionnement de pompes à vide industrielles, - circuit de vide - réglage et régulation du vide. <p>3-6-2 - Compression et mise en circulation des gaz :</p> <ul style="list-style-type: none"> - définition du taux de compression, - mise en évidence de la nécessité d'un refroidissement, - principe de fonctionnement et domaine d'utilisation des compresseurs, soufflantes et ventilateurs. 	<p>Utilisation du vide au cours de chargements de réactifs, filtrations et distillations.</p> <p>On n'étudiera qu'un seul exemple de chaque type d'appareil tant pour la production du vide que pour la compression et la mise en circulation des gaz.</p>	<p>A l'examen on n'exigera aucun calcul sur la dynamique des fluides compressibles.</p> <p>Problèmes liés à la pression.</p>

4^{ème} PARTIE : PRODUCTION ET TRANSFERT DE LA CHALEUR.

COURS	TRAVAUX PRATIQUES	COMMENTAIRES
<p>4 - 1 - PRODUCTION DE LA CHALEUR.</p> <p>4-1-1 - Les combustibles : définition des pouvoirs calorifiques, fumigènes, comburivores.</p> <p>4-1-2 - Les chaudières : à tubes de fumée, à tubes d'eau, électriques.</p> <p>4-1-3 - Sécurité des appareils sous pression, réglementation.</p>		<p>Le calcul du pouvoir calorifique d'un combustible ne saurait être demandé à l'examen.</p>
<p>4 - 2 - FLUIDES CALOPORTEURS.</p> <p>4-2-1 - Vapeur d'eau et circuits de chauffage à la vapeur - rôle du purgeur.</p> <p>4-2-2 - Fluides thermiques et circuits permettant leur utilisation.</p> <p>4-2-3 - Risques liés aux défaillances de circuits de chauffage et de refroidissement.</p>	<p>Utilisation du chauffage à la vapeur ou par thermofluide au cours des travaux pratiques de fabrications et distillations</p>	<p>A l'occasion de l'étude des chaudières on pourra utiliser les diagrammes enthalpie - température.</p>
<p>4 - 3 - MODES DE TRANSFERT DE LA CHALEUR.</p> <p>4-3-1 - Conduction - loi de Fourier.</p> <p>4-3-2 - Conduction : <ul style="list-style-type: none"> - loi de Newton, - exploitation des relations permettant de calculer les coefficients de transfert par convection en fonction des nombres de Reynolds, Nusselt et Prandtl. </p> <p>4-3-3 - Notion sommaire sur le rayonnement - loi de Stefan.</p>		<p>Elle sera donnée sous sa forme différentielle originale mais ne sera utilisée que sous forme intégrée en régime permanent, pour des surfaces planes et cylindriques.</p> <p>Les lois relatives au rayonnement ne saurait faire l'objet de questions à l'examen.</p>

COURS	TRAVAUX PRATIQUES	COMMENTAIRES
<p>4-4 - APPLICATIONS.</p> <p>4-4-1 - Association de conductions et convections (cas de surfaces planes et cylindriques).</p> <p>4-4-2 - Cas du coefficient global d'échange - résistance thermique.</p> <p>4-4-3 - Modes d'échange : - contre-courant, - courants parallèles.</p> <p>4-4-4 - Calculs simples sur les échangeurs.</p> <p>4-4-5 - Calorifugeage.</p>	<p>Une manipulation ou moins sera consacrée à l'étude expérimentale des transferts de chaleur.</p>	<p>Calculs simples ne nécessitant pas de calculs mathématiques itératifs. Calculs faisant intervenir ces coefficients globaux rapportés à des surfaces différentes (cf calorifugeage).</p>
<p>4 - 5 - APPAREILLAGE ET CONDITIONS D'UTILISATION.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Faisceaux tubulaires de différents types. - Double enveloppe. - Serpentin. - Echangeurs à plaques. 		<p>Pour chaque appareil on donnera les conditions d'utilisation, et le détail de ces appareils pourra être vu en schéma.</p>
<p>4 - 6 - PRODUCTION ET UTILISATION DU FROID.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fluides frigorigènes. - Appareils à compression, appareils à absorption. - Production de glace et d'air liquide. 	<p>Si l'établissement dispose de l'installation, l'étude expérimentale d'un groupe frigorifique sera effectuée.</p>	<p>Aucun calcul ne sera exigé à l'épreuve écrite de l'examen au sujet de cette rubrique.</p>

5^{ème} PARTIE :
ÉVAPORATION - CRISTALLISATION - SÉCHAGE.

COURS	TRAVAUX PRATIQUES	COMMENTAIRES
<p>5 - 1 - ÉVAPORATION.</p> <p>5-1-1 - Principe.</p> <p>– Méthodes d'évaporation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • à simple effet ; • sous pression ordinaire et sous vide ; • évaporation à sec ; • atomisation. <p>– Domaines d'utilisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • mélanges de deux liquides à forte différence de volatilité (cf distillation) ; • concentration de solutions d'un solide dissous dans un solvant. <p>5-1-2 - Calculs.</p> <p>– Bilans matière : titres massiques (on pourra également utiliser les rapports massiques).</p> <p>– Bilans thermiques : utilisation des lois de la calorimétrie et association avec les problèmes de transmission de chaleur - bilans enthalpiques.</p> <p>5-1-3 - Récupération d'énergie.</p> <p>– Recompression mécanique des vapeurs.</p> <p>– Multiples effets.</p> <p>5-1-4 - Appareillage.</p> <p>– Evaporateurs à faisceaux de tubes.</p> <p>– Evaporateurs à couche mince .</p>	<p>Soit en continu, soit plus couramment en discontinu dans des réacteurs polyvalents.</p>	<p>Les enthalpies massiques seront fournies.</p> <p>A traiter en schéma. Pas de calculs à l'examen pour la partie 5-1-3.</p> <p>Un appareil de chaque type.</p>

COURS	TRAVAUX PRATIQUES	COMMENTAIRES
<p>5 - 2 - CRISTALLISATION</p> <p>5-2-1 - Solubilité d'un solide dans un solvant.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Expression en titres massiques et rapports massiques. - Courbes de solubilité en fonction de la température. - Application aux corps donnant des hydrates . <p>5-2-2 - Méthodes de cristallisation.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sursaturation, germination, grossissement des cristaux. - Cristallisations par refroidissement, par évaporation, par évaporation adiabatique sous vide. - Paramètres influant sur la solubilité : pH, addition d'un tiers-corps, impuretés. <p>5-2-3 - Calculs.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bilans matière : <ul style="list-style-type: none"> • cas des sels anhydres ; • cas des sels donnant des hydrates. - Bilans thermiques : pertes thermiques ; chaleurs de cristallisation ; bilans enthalpiques. <p>5-2-4 - Appareillage.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Appareils discontinus. - Appareils continus fonctionnant par évaporation sous vide ou non (adiabatement ou non) et par refroidissement. - Ecailleuses pour produits fondus. 	<p>Cette opération peut être étudiée sur un appareillage spécifique, ou en discontinu sur appareil polyvalent (fabrications diverses).</p>	<p>On fera la relation avec la courbe de solubilité.</p> <p>Utilisation des titres et des rapports massiques.</p> <p>Utilisation des titres massiques (méthode générale). On précisera si la cristallisation est endothermique ou exothermique.</p> <p>Réacteur classique agité muni d'un refroidissement pour le discontinu, type " Oslo " pour les appareils continus.</p>

COURS	TRAVAUX PRATIQUES	COMMENTAIRES
<p>5 - 3 - SÉCHAGE.</p> <p>5-3-1 - Principe - but - définitions.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Humidité des solides : humidité liée et non liée - hydratation - pression d'équilibre - différence entre séchage et déshydratation. - Humidité des gaz : pressions partielles - tensions de vapeur - pression de saturation - degré hygrométrique (humidité relative) - taux de saturation - températures sèche et humide - enthalpies - volume humide. <p>5-3-2 - Méthodes de séchage.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Par conduction - utilisation du vide. - Par convection - utilisation de l'air ou d'un gaz inerte. <p>5-3-3 - Calculs.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bilans matière en régime permanent : avec ou sans recyclage de gaz. - Bilans thermiques et enthalpiques : en régime permanent. <p>5-3-4 - Appareillage.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Discontinu et continu. - Par conduction et par convection. - Par atomisation. 	<p>En fonction de l'équipement local.</p> <p>On insistera sur les risques reliés aux séchages des solides pulvérulents : émissions de poussières et explosions.</p>	<p>Définitions et relations reliant ces différents paramètres Calculs par voie normale et par le diagramme de l'air humide comportant l'enthalpie, les humidités absolue et relative, la température sèche.</p> <p>Calculs par voie normale et par le diagramme de l'air humide.</p> <p>On décrira quelques modèles différents en fonction de l'équipement local .</p>

6^{ème} PARTIE : DISTILLATION.

COURS	TRAVAUX PRATIQUES	COMMENTAIRES
<p>6 - 1 - ÉTUDE DES ÉQUILIBRES LIQUIDE-VAPEUR.</p> <p>6-1-1 - Cas de mélanges binaires idéaux.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Règle des phases. - Loi de Raoult - loi de Dalton . - Courbes isothermes. - Courbes isobares : courbes de rosée et d'ébullition et d'équilibre $y = f(x)$. <p>- Définition de la volatilité (absolue et relative).</p> <p>- Équation de la courbe $y = f(x, \alpha)$, la volatilité relative étant supposée constante.</p> <p>6-1-2 - Cas de mélanges non idéaux.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mélange zéotropique ; notion de coefficient d'activité. - Mélange homoazéotropique : <ul style="list-style-type: none"> • à température d'ébullition maximale, • à température d'ébullition minimale. - Mélange hétéroazéotropique : <ul style="list-style-type: none"> • à immiscibilité totale, • à immiscibilité partielle. - Etude des isothermes, des isobares et de $y = f(x)$ dans tous les cas. 		<p>Bien que l'étude du corps pur soit supposée connue (tension de vapeur saturante - évolution de la température d'ébullition selon la pression), des rappels peuvent s'avérer nécessaires.</p> <p>Etablir un diagramme en fuseau théorique, à partir des tensions de vapeur saturante.</p> <p>Utiliser un diagramme isobare fourni pour déterminer le nombre de moles dans chaque phase.</p> <p>Calculer le nombre de moles dans chaque phase à l'équilibre, le diagramme isobare étant fourni.</p> <p>Utiliser un diagramme isobare pour déterminer le nombre de phases en présence.</p>

COURS	TRAVAUX PRATIQUES	COMMENTAIRES
<p>6 - 2 - DIFFÉRENTS TYPES DE DISTILLATION.</p> <p>6-2-1 - Distillation simple.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Distillation instantanée (flash) : bilans matière et thermique. - Règle du levier ou des segments inverses. - Etude de la distillation discontinue d'un mélange binaire idéal. - Evolution des titres et des températures. - Entraînement à la vapeur : <ul style="list-style-type: none"> • masse de vapeur nécessaire à l'entraînement ; • bilan énergétique global. <p>6-2-2 - Rectification.</p> <p>6-2-2-1 - Principe - étude à reflux total.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Principe de fonctionnement d'un plateau théorique. - Détermination du nombre de plateaux théoriques nécessaires : <ul style="list-style-type: none"> • par le calcul (relation de Fenske) ; • par la méthode graphique de Mac Cabe et Thiele ; • efficacité ; • hauteur équivalente à un plateau théorique. 		<p>Calcul par la règle du levier (courbes de rosée et ébullition) et calcul par la droite d'état thermique sur la courbe d'équilibre.</p> <p>On se limitera aux cas où les constituants sont non miscibles.</p> <p>Le calcul par la relation de Fenske ne saurait être demandé à l'examen.</p> <p>Application au calcul du nombre de plateaux réels ou de la hauteur de garnissage.</p>

COURS	TRAVAUX PRATIQUES	COMMENTAIRES
<p>6-2-2-2 - Rectification discontinue.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définition du taux de reflux. - Bilan matière sur une opération de rectification discontinue. - Rendement de la rectification. - Bilan matière sur les plateaux : équation de la droite opératoire initiale. - Calcul du taux de reflux minimum en début de rectification. - Différents types de rectification : <ul style="list-style-type: none"> • à taux de reflux constant ; • à qualité de distillat constante. - Evolution de la droite opératoire au cours de la rectification. <p>6-2-2-3 - Rectification continue d'un mélange binaire idéal.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Principe - bilan matière sur la colonne - rendement de la rectification. - Equation des deux droites opératoires (d'enrichissement et d'épuisement). - Détermination graphique du nombre de plateaux théoriques nécessaires. - Détermination du taux de reflux minimum. <ul style="list-style-type: none"> • Bilans énergétiques : flux thermique à éliminer en tête de colonne. • Flux thermiques à apporter au bouilleur. • Bilans enthalpiques. 		<p>Aucune intégration graphique ne peut être demandée.</p> <p>On se limitera au cas d'une alimentation à la température d'ébullition.</p> <p>On utilisera les valeurs moyennes des C_p pour chaque corps.</p>

COURS	TRAVAUX PRATIQUES	COMMENTAIRES
<p>6-2-2-4 - Rectification de mélanges difficiles à séparer :</p> <ul style="list-style-type: none"> - cas de mélanges à plus de deux constituants, - cas de formation d'homoazéotrope ; <ul style="list-style-type: none"> • addition d'un tiers corps : <ul style="list-style-type: none"> * rectification azéotropique, * rectification extractive ; • changement de pression, - cas de formation d'hétéroazéotrope à immiscibilité partielle, - couplage de deux colonnes. <p>6 - 3 - APPAREILLAGE.</p> <p>6-3-1 - Bouilleurs. Rôle - différents types selon le type de rectification (discontinue ou continue).</p> <p>6-3-2 - Condenseurs. Rôle - différents types - condenseurs partiel, total.</p> <p>6-3-3 - Caractéristiques d'une colonne de rectification.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rôle d'une colonne. - Efficacité - calcul du nombre réel de plateaux. - Rétention de liquide. - Souplesse d'utilisation. - Notion sur la dynamique d'une colonne : pertes de charges - vitesse optimale de la circulation de la vapeur - engorgement - diamètre de la colonne selon la production et le reflux. 	<p>Il est INDISPENSABLE de prévoir une distillation, un entraînement, une rectification discontinue ET une rectification continue.</p>	<p>Cette partie sera traitée essentiellement dans le cadre du schéma et des bilans-matière.</p>

COURS	TRAVAUX PRATIQUES	COMMENTAIRES
<p>6-3-4 - Différents types de colonnes.</p> <p>6-3-4-1 - Colonnes à plateaux : description - avantages et inconvénients - efficacité.</p> <p>6-3-4-2 - Colonnes à garnissage : description - différents types de garnissage - avantages et inconvénients - hauteur équivalente à un plateau théorique (HEPT).</p> <p>6-3-5 - Appareillages annexes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - échangeurs : <ul style="list-style-type: none"> • préchauffeur sur l'alimentation, • réfrigérants sur le distillat et le résidu ; - mise sous vide, sous pression atmosphérique ou sous $P > P$ ordinaire, de la colonne ; - régulations types sur une installation de rectification ; - analyse de sécurité sur chaque partie de l'appareillage. 		<p>Sortie par gravité du distillat avec l'équilibrage des pressions. Utilisation d'un bac tampon.</p>

COURS	TRAVAUX PRATIQUES	COMMENTAIRES
<p>7-2-3 - Appareillages.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mélangeur-décanteur ; colonnes agitées, pulsées, à garnissage, à plateaux. - Analyse de sécurité : dysfonctionnement, engorgement, ... 		
<p>7 - 3 - L'EXTRACTION SOLIDE-LIQUIDE.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Méthodes d'extraction spécifiques : description de la percolation, la macération, l'infusion, la décoction, l'enfleurage. - Bilan matière. - Appareillage. 		<p>Pas de calculs à l'examen.</p>
<p>7 - 4 - L'EXTRACTION LIQUIDE-GAZ. ABSORPTION ET DÉSORPTION</p> <p>7-4-1 - Notions théoriques sur l'équilibre liquide-gaz.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Loi de Henry, influence de P et de T, courbe de partage, isothermes. <p>7-4-2 - Méthodes.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Absorption simple contact. - Absorption à contre-courant : bilan, droite opératoire et détermination du nombre d'étages théoriques par la méthode de Mac Cabe et Thiele dans le cas de solutions diluées (titres molaires) et dans le cas général (rapports molaires). <p>7-4-3 - Appareillage : description, analyse de sécurité et applications ; applications à la protection de l'environnement.</p>	<p>Absorption ou (et) désorption.</p>	

9^{ème} PARTIE : TECHNIQUES DIVERSES.

COURS	TRAVAUX PRATIQUES	COMMENTAIRES
<p>9 - 1 - STOCKAGE ET TRANSPORT DES SOLIDES.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Silos. - Trémies. - Transporteurs à vis et à bande. - Ecluse rotative. - Transport par fluide. 		A voir en schéma.
<p>9 - 2 - MISE EN CONTACT D'UN SOLIDE ET D'UN FLUIDE.</p> <p>9-2-1 - Définitions.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Granulométrie. - Porosité (fraction de vide). - Surface spécifique. - Dureté. - Friabilité. - Diagrammes de répartition. <p>9-2-2 - Fluidisation.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Principe. - Applications aux réacteurs, fours et sécheurs. <p>9-2-3 - Colonnes à garnissage.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Principe de fonctionnement. - Points de charge et d'engorgement. - Applications aux colonnes de lavage, de neutralisation et de rectification. Utilisation d'abaques pour les pertes de charge. 	<p>Sur pilotes d'étude de ces phénomènes.</p> <p>Sur pilotes d'étude de ces phénomènes ou sur pilotes d'absorption ou de rectification.</p> <p>En fonction des possibilités.</p>	<p>En travaux pratiques et en schéma.</p>
<p>9 - 3 - FRAGMENTATION DES SOLIDES.</p> <p>9-3-1 - Définitions.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Broyage - Concassage - Pulvérisation - Désintégration. 	<p>En fonction des possibilités.</p>	<p>Risques liés aux poussières.</p>

COURS	TRAVAUX PRATIQUES	COMMENTAIRES
<p>9-3-2 - Méthodes.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Compression. - Percussion. - Abrasion. - Cisaillement. - Arrachement. <p>9-3-3 - Appareillage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Broyeurs à marteau et à boulets. 		<p>Étude en schéma lié aux procédés de séparation</p>
9 - 4 - SÉPARATION SOLIDE-GAZ : DÉPOUSSIÉRAGE.		
<p>Par lavage - par cyclone - par filtration - par procédé électrostatique</p> <p>9 - 5 - ÉCHANGE D'IONS.</p> <p>Principe de fonctionnement des résines échangeuses d'ions. Application au traitement de l'eau.</p>	<p>En fonction des possibilités.</p>	<p>A l'occasion de ce chapitre, on donnera les bases de l'absorption et son application à la chromatographie.</p>
9 - 6 - PROCÉDÉS A MEMBRANE.		
<ul style="list-style-type: none"> - Différents types de membranes. - Principe de la perméation. - Principe de l'ultrafiltration. - Principe de la filtration tangentielle. - Principe de la dialyse. - Principe de l'osmose inverse. 	<p>En fonction des possibilités.</p>	<p>Description et principe de fonctionnement. Forces motrices mises en jeu. Limites d'utilisation. Comparaison avec d'autres méthodes classiques de séparations. Les calculs ne concerneront que les bilans-matière. Applications à la protection de l'environnement.</p>
9 - 7 - FORMULATION.		
<ul style="list-style-type: none"> - Définition. - Rôle des différents additifs (tensioactifs, charges etc...). - Phénomènes physiques mis en jeu. 		<p>Les différentes notions pourront être illustrées par un exemple, de façon à montrer les problèmes rencontrés en formulation.</p>

INFORMATIQUE

Programme informatique BTS Chimiste 1^{ère} année

L'informatique ne peut pas ne pas être prise en compte dans les nouveaux programmes du brevet de technicien supérieur Chimiste.

Même si l'ordinateur - outil de laboratoire - est aujourd'hui présent dans tous les lieux de formation scientifiques et technologiques, son usage professionnel nous rappelle qu'il n'est pas à usage exclusif du professeur de chimie, de physique, de génie chimique ou de mathématiques.

Là où c'est possible et au moment le plus opportun, les professeurs d'enseignement général auront soin de ne pas négliger un outil de plus en plus présent à travers les produits multimédias, les réseaux Intranet et Internet.

Il est essentiel qu'un étudiant puisse maîtriser l'ensemble des services offerts par l'ordinateur et ses périphériques.

La formation a été positionnée en première année, signifiant ainsi son caractère incontournable. Il faut insister sur le fait qu'en deuxième année les acquis et les pratiques de la première année seront systématiquement relayés, utilisés, valorisés au cours des travaux dirigés, des travaux pratiques de quelque matière que ce soit et des travaux personnels des étudiants.

La boîte à outils informatiques est systématiquement utilisée. Il n'est pas d'outil plus transversal et plus fédérateur des diverses approches disciplinaires.

Partout où cela sera possible, des situations doivent être gérées afin de permettre à chaque étudiant une démarche et/ou un apprentissage personnel.

CONSTATS ET OBJECTIFS

Les étudiants qui arrivent dans ces sections ont une culture informatique très disparate qui dépend d'un grand nombre de facteurs :

- utilisation en collège,
- utilisation en lycée,
- possession d'un ordinateur familial.

Lors de leur stage en entreprise, ces étudiants sont de plus en plus confrontés à l'utilisation d'un ordinateur :

- logiciel dédié à un matériel particulier,
- tableur,
- base de données,
- traitement de textes.

L'enseignement de l'informatique en section de brevet de technicien supérieur Chimiste doit avoir comme buts :

- une familiarisation de tous les étudiants avec l'ordinateur,
- une utilisation rationnelle et méthodique des logiciels outils,
- l'acquisition et le traitement de données.

La démarche de formation peut s'articuler sur la succession d'approches ponctuelles permettant d'appréhender et de maîtriser :

- un environnement graphique,
- un tableur,
- un traitement de texte,
- l'accès à des données,
- la transmission des informations lors d'une mesure.

HORAIRE

L'enseignement sera assuré sous forme de groupes de travaux pratiques à raison de une heure par semaine ou mieux de deux heures par quinzaine, mais lors du premier trimestre de la première année on peut avoir recours à un enseignement modulé pour rechercher une meilleure efficacité pédagogique.

ÉVALUATION

Cette matière ne donnera pas lieu à une épreuve lors de l'écrit du brevet de technicien supérieur Chimiste. Elle pourra toutefois s'inscrire dans le cadre de l'évaluation des TP ou de l'épreuve professionnelle de synthèse.

UTILISATION ET PRISE EN MAIN D'UN ENVIRONNEMENT GRAPHIQUE

Cette découverte doit permettre d'acquérir une faculté d'analyse en vue d'une utilisation optimale de l'ordinateur et des logiciels.

ACTIVITÉS	COMMENTAIRES	MATÉRIELS ET LOGICIELS
Création d'un répertoire (ou dossier). Copie ou déplacement d'un fichier. Formatage d'une disquette. Lancement d'une ou plusieurs applications. Passage d'une application à une autre. Echange de données entre applications ou à l'intérieur d'une application (copier/coller, couper/coller). Sauvegarde ou récupération des données dans un fichier. Accès à l'aide en ligne d'une application. Mise en page (marges, orientation du papier,...). Choix et configuration d'une imprimante.	Ces différents points seront étudiés tout au long de l'année et ne donneront pas lieu à une présentation systématique.	L'environnement WINDOWS semble actuellement incontournable.

UTILISATION DES LOGICIELS OUTILS

La présentation se fera avec un logiciel du marché. Il ne s'agit pas de former les étudiants à un produit mais de leur présenter les grandes fonctionnalités d'un type de produit étudié.

TABLEUR

ACTIVITÉS	COMMENTAIRES	CHAMPS D'APPLICATIONS
<p>Notion de cellule (contenu, références absolue et relative). Dénomination d'une cellule ou d'une zone de cellules. Remplissage d'une cellule (texte, nombres, formule, fonction, génération de valeurs). Recopie du contenu d'une cellule. Création de graphes. Mise en forme d'un tableau de valeurs et/ou de sa représentation graphique.</p> <p>Utilisation d'un solveur ou optimiseur.</p>	<p>La prise en main se fera à travers un exemple simple adapté aux connaissances du moment. Cet outil peut nous amener à constater des anomalies de calcul (1,25E-30 au lieu de 0). C'est l'occasion d'aborder la représentation des nombres par un calculateur. On pourra faire évaluer le résultat de la relation $\frac{(x + y - x)}{y}$ en affectant à y une valeur très petite par rapport à x.</p>	<p>Représentation de transformations thermodynamiques (isotherme, adiabatique, ...), calcul du travail par intégration numérique. Exploitation d'un dosage avec utilisation de la dérivation numérique. Simulation d'un dosage : courbe pH(V) ou V(pH). Etude statistique d'analyse granulométrique d'un produit après broyage d'un corps de granulométrie donnée.</p> <p>Réalisation d'une feuille de calcul pour l'étude d'un banc d'échange thermique. Ajustement d'une courbe théorique à une courbe expérimentale par recherche de paramètres.</p>

BASE DE DONNEES

Certains logiciels (simulateurs de dosage, logiciels d'analyse spectroscopique, ...) contiennent déjà des bases de données. C'est donc l'occasion d'utiliser ou de réutiliser ces logiciels.

On pourra réutiliser le tableur sous son aspect de base de données.

L'accès à une base de données et la recherche d'informations pourront être l'occasion d'utiliser les cédéroms, les réseaux de communication (Intranet, Internet)...

PLANS D'EXPERIENCE

On utilisera un logiciel permettant d'aborder et de traiter l'étude de solutions concrètes. On utilisera ce logiciel comme un outil permettant de saisir des résultats expérimentaux, de les traiter et de fournir des résultats que l'on devra interpréter.

L'utilisation de ce logiciel sera poursuivie en seconde année, si possible en liaison avec le cours de mathématiques.

ENTRE L'ANALOGIQUE ET LE NUMERIQUE

Les étudiants sont habitués à manipuler des ordinateurs reliés à des appareils de mesure. Le but de cette partie est de les sensibiliser à la manière dont les différentes grandeurs sont mesurées.

ACTIVITÉS	COMMENTAIRES	CHAMPS D'APPLICATIONS
Avec l'aide de maquettes simples, on montrera que l'ordinateur communique de façon binaire avec l'extérieur.	Ce thème permettra d'aborder des notions simples d'architecture et de transfert de données. On pourra utiliser la sortie parallèle de l'ordinateur ou toute autre interface. Il ne s'agit pas, dans cette partie de faire de la programmation. On fournira donc aux étudiants des outils informatiques leur permettant de communiquer avec le matériel utilisé.	Des exemples d'utilisation possibles. – Commande de DEL. – Gestion d'un carrefour. – Etude d'un réseau R/2R pour réaliser un CNA 8 bits. – Utilisation du même réseau R/2R dans un montage comparateur permettant d'aborder le principe du CAN 8 bits. Réalisation d'un dosage avec une burette ou un titrimètre automatique. Utilisation d'un spectrophotomètre ou de tout appareil d'analyses physico-chimiques relié à un ordinateur.

Programme informatique BTS Chimiste 2^{ème} année

HORAIRE

Aucune heure n'est officiellement affectée à cette matière en seconde année. Par contre son utilisation s'intégrera dans les différentes matières susceptibles de l'exploiter (chimie, génie chimique, physique, mathématiques, français,...).

OBJECTIFS

On prendra garde à ce que :

- la simulation ne remplace pas l'expérience (les deux peuvent coexister) ;
- l'outil informatique ne cache pas le phénomène chimique ou physique.

Il est possible d'utiliser l'outil informatique en :

PROGRAMME	COMMENTAIRES
CHIMIE Cinétique chimique : exploitation des résultats d'un TP. Courbes intensité-potentiel : acquisition et traitement des données. Phmétrie : réponse d'une sonde de pH.	
GENIE CHIMIQUE Initiation à l'utilisation de la commande déportée sur un système informatique.	<p>Il est souhaitable que l'informatique soit présente dans le hall de génie chimique. L'étudiant doit être familiarisé :</p> <ul style="list-style-type: none">- à l'acquisition de données et suivi de process sur des opérations unitaires (distillation, échangeur de chaleur,...) ;- au contrôle et à la commande (à distance) d'un procédé industriel (distillation, concentration,...). <p>Le chimiste n'est qu'un utilisateur du logiciel mis à sa disposition. On pourra toutefois lui demander de modifier une consigne ou une alarme.</p>
PHYSIQUE Radioactivité : distribution du nombre d'événements comptabilisés par un compteur Geiger. Radioactivité : absorption des rayonnements, demi-épaisseur d'écran. Radioactivité : étude des lois de décroissance au sein d'une famille. Viscosimétrie : utilisation d'un viscosimètre couplé à un ordinateur. Capteurs de température, de pression : étalonnage, temps de réponse. Champ magnétique d'un solénoïde et des bobines de Helmholtz : mesure du champ.	

Unités constitutives

UNITÉS CONSTITUTIVES DU RÉFÉRENTIEL DE CERTIFICATION

UNITÉ U 1

ÉPREUVE E 1 : Français.

L'unité de « français » englobe les compétences établies par l'arrêté du 30 mars 1989 « Objectifs, contenus de l'enseignement et référentiel du domaine de l'expression française pour les brevets de technicien supérieur » (BOEN n ° 21 du 25 mai 1989).

ÉPREUVE E 2 : Langue vivante étrangère 1 : anglais.

L'unité englobe l'ensemble des capacités et compétences incluses dans le référentiel.

Dans l'unité de langue vivante étrangère figurent trois axes fondamentaux :

1° les objectifs essentiellement professionnels qui impliquent la maîtrise de la langue vivante étrangère en tant que langue véhiculaire ou non ;

2° les compétences fondamentales :

- compréhension écrite de documents professionnels, brochures, dossiers, articles de presse...,
- compréhension orale d'informations à caractère professionnel,
- expression écrite : prise de notes, rédaction de comptes rendus, de messages...,
- expression orale : langue de communication, conversations de type simple au téléphone... ;

3° les connaissances :

- les bases linguistiques du programme des classes terminales,
- la morpho-syntaxe de la langue utilisée dans les situations professionnelles ciblées,
- terminologie, lexique du domaine professionnel.

UNITÉS CONSTITUTIVES DU RÉFÉRENTIEL DE CERTIFICATION

UNITÉ U 3.1

ÉPREUVE E 3 : Sous-épreuve Mathématiques.

L'unité de «mathématiques» englobe l'ensemble des capacités du domaine des mathématiques pour les brevets de technicien supérieur établies par l'arrêté du 30 mars 1989 (BOEN n° 21 du 25 mai 1989).

UNITÉS CONSTITUTIVES DU RÉFÉRENTIEL DE CERTIFICATION

UNITÉ U 3.2

ÉPREUVE E 3 : Sous-épreuve Sciences physiques.

L'unité de «sciences physiques» englobe l'ensemble des objectifs, capacités, compétences et savoir-faire précisés dans le présent référentiel de certification.

UNITÉS CONSTITUTIVES DU RÉFÉRENTIEL DE CERTIFICATION

UNITÉ U 4

ÉPREUVE : E 4 Chimie

C	C	Capacités	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
C1	C1	Analyser et comprendre tout ou partie d'un processus physico-chimique	X	X	X			X			
C2	C2	Concevoir tout ou partie d'un processus physico-chimique	X	X	X			X			
C3	C3	Mettre en œuvre un processus physico-chimique	X	X	X			X			
C3.1	C3.1	Connaître le matériel	X	X	X			X			
C3.2	C3.2	Préparer un produit	X	X	X			X			
C3.3	C3.3	Analyser les produits	X	X	X			X			
C3.4	C3.4	Améliorer le processus	X	X	X			X			
C3.5	C3.5	Maîtriser le procédé (qualité)	X	X	X			X			
C4	C4	Participer à l'organisation et à l'animation d'une équipe								X	X
C5	C5	Utiliser divers modes de transmission de l'information				X		X	X	X	
C5.1	C51	Maîtriser la rédaction des documents professionnels							X	X	
C5.2	C52	Bien utiliser la langue anglaise technique							X		
C5.3	C53	Consulter les sources d'information disponibles.				X			X	X	
C6	C6	Avoir une vue d'ensemble des problèmes économiques								X	X
C7	C7	Gérer les stocks et déterminer les coûts									X
C7.1	C71	Identifier et classer les charges									X
C7.2	C72	Déterminer coûts et devis									X
C7.3	C73	Analyser les écarts prévisions/réalisations									X
C8	C8	Connaître et utiliser les techniques administratives								X	X
C8.1	C81	Participer à la circulation de l'information technique				X			X	X	
C8.2	C82	Gérer les fichiers				X					
C8.3	C83	Mettre en œuvre la planification								X	X
C9	C9	Connaître et utiliser les techniques commerciales								X	X
C10	C10	Connaître et appliquer la législation								X	X
C10.1	C101	S'informer sur les brevets	X	X	X	X	X	X	X	X	X
C10.2	C102	Evaluer les conséquences du non respect d'un cahier des charges	X	X	X	X	X	X	X	X	X

S1 Chimie générale et inorganique

S2 Chimie organique

S3 Génie chimique

S4 Informatique

S5 Mathématiques

S6 Physique

S7 Anglais

S8 Français

S9 Gestion et législation

UNITÉS CONSTITUTIVES DU RÉFÉRENTIEL DE CERTIFICATION

UNITÉ U 5.1

**ÉPREUVE : E 5 Epreuve fondamentale de chimie
sous épreuve de pratique expérimentale**

C	C	Savoirs associés	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
C1	C1	Analyser et comprendre tout ou partie d'un processus physico-chimique	X	X	X	X	X	X		X	
C2	C2	Concevoir tout ou partie d'un processus physico-chimique	X	X	X	X	X	X		X	
C3	C3	Mettre en œuvre un processus physico-chimique	X	X	X	X	X	X	X	X	
C3.1	C3.1	Connaître le matériel	X	X	X	X		X	X	X	
C3.2	C3.2	Préparer un produit	X	X	X	X	X	X	X	X	
C3.3	C3.3	Analyser les produits	X	X	X	X	X	X	X	X	
C3.4	C3.4	Améliorer le processus	X	X	X	X	X	X	X	X	
C3.5	C3.5	Maîtriser le procédé (qualité)	X	X	X	X	X	X	X	X	
C4	C4	Participer à l'organisation et à l'animation d'une équipe									
C5	C5	Utiliser divers modes de transmission de l'information				X		X		X	
C5.1	C51	Maîtriser la rédaction des documents professionnels	X	X	X	X	X		X	X	
C5.2	C52	Bien utiliser la langue anglaise technique	X	X	X				X		
C5.3	C53	Consulter les sources d'information disponibles.				X			X	X	
C6	C6	Avoir une vue d'ensemble des problèmes économiques								X	X
C7	C7	Gérer les stocks et déterminer les coûts				X	X				X
C7.1	C71	Identifier et classer les charges								X	X
C7.2	C72	Déterminer coûts et devis					X			X	X
C7.3	C73	Analyser les écarts prévisions/réalisations				X	X				X
C8	C8	Connaître et utiliser les techniques administratives								X	X
C8.1	C81	Participer à la circulation de l'information technique				X				X	X
C8.2	C82	Gérer les fichiers				X				X	
C8.3	C83	Mettre en œuvre la planification				X				X	X
C9	C9	Connaître et utiliser les techniques commerciales				X			X	X	X
C10	C10	Connaître et appliquer la législation								X	X
C10.1	C101	S'informer sur les brevets	X	X	X	X	X	X	X	X	X
C10.2	C102	Evaluer les conséquences du non respect d'un cahier des charges	X	X	X	X	X	X	X	X	X

- S1 Chimie générale et inorganique**
- S2 Chimie organique**
- S3 Génie chimique**
- S4 Informatique**
- S5 Mathématiques**
- S6 Physique**
- S7 Anglais**
- S8 Français**
- S9 Gestion et législation**

UNITÉS CONSTITUTIVES DU RÉFÉRENTIEL DE CERTIFICATION

UNITÉ U 5.2

ÉPREUVE : E 5 Épreuve fondamentale de chimie sous épreuve d'activités en milieu professionnel

C	C	Capacités	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
C1	C1	Analyser et comprendre tout ou partie d'un processus physico-chimique	X	X	X	X	X	X		X	
C2	C2	Concevoir tout ou partie d'un processus physico-chimique	X	X	X	X	X	X		X	
C3	C3	Mettre en œuvre un processus physico-chimique	X	X	X	X	X	X	X	X	
C3.1	C3.1	Connaître le matériel	X	X	X	X		X	X	X	
C3.2	C3.2	Préparer un produit	X	X	X	X	X	X	X	X	
C3.3	C3.3	Analyser les produits	X	X	X	X	X	X	X	X	
C3.4	C3.4	Améliorer le processus	X	X	X	X	X	X	X	X	
C3.5	C3.5	Maîtriser le procédé (qualité)	X	X	X	X	X	X	X	X	
C4	C4	Participer à l'organisation et à l'animation d'une équipe									
C5	C5	Utiliser divers modes de transmission de l'information				X		X		X	
C5.1	C51	Maîtriser la rédaction des documents professionnels	X	X	X	X	X		X	X	
C5.2	C52	Bien utiliser la langue anglaise technique	X	X	X				X		
C5.3	C53	Consulter les sources d'information disponibles.				X			X	X	
C6	C6	Avoir une vue d'ensemble des problèmes économiques								X	X
C7	C7	Gérer les stocks et déterminer les coûts				X	X				X
C7.1	C71	Identifier et classer les charges								X	X
C7.2	C72	Déterminer coûts et devis					X			X	X
C7.3	C73	Analyser les écarts prévisions/réalisations				X	X				X
C8	C8	Connaître et utiliser les techniques administratives								X	X
C8.1	C81	Participer à la circulation de l'information technique				X				X	X
C8.2	C82	Gérer les fichiers				X				X	
C8.3	C83	Mettre en œuvre la planification				X				X	X
C9	C9	Connaître et utiliser les techniques commerciales				X			X	X	X
C10	C10	Connaître et appliquer la législation								X	X
C10.1	C101	S'informer sur les brevets	X	X	X	X	X	X	X	X	X
C10.2	C102	Evaluer les conséquences du non respect d'un cahier des charges	X	X	X	X	X	X	X	X	X

S1 Chimie générale et inorganique

S2 Chimie organique

S3 Génie chimique

S4 Informatique

S5 Mathématiques

S6 Physique

S7 Anglais

S8 Français

S9 Gestion et législation

UNITÉS CONSTITUTIVES DU RÉFÉRENTIEL DE CERTIFICATION

UNITÉ U 6

ÉPREUVE : E 6 Génie chimique

C	C	Savoirs associés	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
C1	C1	Capacités Analyser et comprendre tout ou partie d'un processus physico-chimique	X	X	X	X	X	X		X	
C2	C2	Concevoir tout ou partie d'un processus physico-chimique	X	X	X	X	X	X		X	
C3	C3	Mettre en oeuvre un processus physico-chimique	X	X	X	X	X	X	X	X	
C3.1	C3.1	Connaître le matériel	X	X	X	X		X	X	X	
C3.2	C3.2	Préparer un produit	X	X	X	X	X	X	X	X	
C3.3	C3.3	Analyser les produits	X	X	X	X	X	X	X	X	
C3.4	C3.4	Améliorer le processus	X	X	X	X	X	X	X	X	
C3.5	C3.5	Maîtriser le procédé (qualité)	X	X	X	X	X	X	X	X	
C4	C4	Participer à l'organisation et à l'animation d'une équipe									
C5	C5	Utiliser divers modes de transmission de l'information				X		X		X	
C5.1	C51	Maîtriser la rédaction des documents professionnels	X	X	X	X	X		X	X	
C5.2	C52	Bien utiliser la langue anglaise technique	X	X	X				X		
C5.3	C53	Consulter les sources d'information disponibles.				X			X	X	
C6	C6	Avoir une vue d'ensemble des problèmes économiques								X	X
C7	C7	Gérer les stocks et déterminer les coûts				X	X				X
C7.1	C71	Identifier et classer les charges								X	X
C7.2	C72	Déterminer coûts et devis					X			X	X
C7.3	C73	Analyser les écarts prévisions/réalisations				X	X				X
C8	C8	Connaître et utiliser les techniques administratives								X	X
C8.1	C81	Participer à la circulation de l'information technique				X				X	X
C8.2	C82	Gérer les fichiers				X				X	
C8.3	C83	Mettre en oeuvre la planification				X				X	X
C9	C9	Connaître et utiliser les techniques commerciales				X			X	X	X
C10	C10	Connaître et appliquer la législation								X	X
C10.1	C101	S'informer sur les brevets	X	X	X	X	X	X	X	X	X
C10.2	C102	Evaluer les conséquences du non respect d'un cahier des charges	X	X	X	X	X	X	X	X	X

S1 Chimie générale et inorganique

S2 Chimie organique

S3 Génie chimique

S4 Informatique

S5 Mathématiques

S6 Physique

S7 Anglais

S8 Français

S9 Gestion et législation

Annexe II

Activités professionnelles Stage en milieu professionnel

STAGE EN MILIEU PROFESSIONNEL

A - OBJECTIFS

Les étudiants préparant le brevet de technicien supérieur Chimiste doivent accomplir un stage à plein temps, si possible dans la même entreprise, publique ou privée, française ou étrangère, dans un service exerçant au moins l'une des activités suivantes en chimie :

- production, transformation,
- analyse et contrôle de qualité,
- recherche,
- développement.

Ce stage fait partie intégrante de la formation : il doit permettre au futur technicien supérieur chimiste de mieux appréhender la réalité professionnelle, d'appliquer les connaissances acquises en milieu scolaire et de conforter un certain nombre de pratiques grâce à l'observation, à l'implication et à l'analyse des cas concrets, multiples et diversifiés tels que les offre la profession.

Les objectifs suivants sont essentiels :

- permettre à l'étudiant de mettre en œuvre les techniques et les pratiques acquises en milieu scolaire, qu'elles touchent les activités de laboratoire ou de production du secteur considéré ;
- conduire à un travail personnel sur la base d'un thème de stage préalablement défini et contractualisé entre l'entreprise, l'étudiant et l'établissement de formation. Un professeur en charge de la formation assure le suivi de la démarche initiée par l'étudiant, valide le choix et le contenu du stage ;
- observer l'organisation de l'entreprise tant sur le plan productif, économique que sur le plan des conditions de travail et des structures sociales ;
- apprécier la gestion des risques sécuritaires et professionnels ;
- prendre conscience - tant en entreprise qu'au lycée - de l'importance des facteurs humains et du travail en équipe, ainsi que de la nécessité de développer des qualités personnelles. Celles-ci sont reconnues comme essentielles dans la recherche d'emploi : l'insertion professionnelle est aussi à ce prix qui ne repose plus uniquement sur les qualités et compétences scientifiques et techniques.

Afin de conforter et de développer les contacts avec le monde économique et industriel, le stage en entreprise n'exclut pas l'hypothèse d'autres rencontres régulières et fidélisées :

- visites d'usines ;
- visites de salons professionnels ;
- visites de laboratoires spécialisées ou de recherche ;
- accueil de conférenciers ou de personnes-ressources.

B - ORGANISATION

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

1. Voie scolaire

Le stage, organisé avec le concours des milieux professionnels, est placé 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. Il se déroule dans une entreprise publique ou privée comportant différents services.

La recherche de l'entreprise d'accueil est organisée par l'équipe enseignante de la section. Le candidat peut également participer à cette recherche mais l'acceptation du stage, conditionnée par l'intérêt du travail proposé, est du ressort de l'équipe pédagogique de l'établissement de formation.

En effet, l'hypothèse d'un stage à vocation « documentation » ne peut être retenue. Dans ces conditions, le stage est conçu pour valoriser les échanges réciproques entre l'entreprise, les équipes d'accueil et le jeune stagiaire. L'étudiant a ainsi l'occasion d'engranger une première expérience professionnelle déterminante de nature à clarifier et à élaborer son projet personnel.

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

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

Afin d'en assurer le caractère formateur, le stage est placé sous la responsabilité pédagogique d'un professeur identifié. Selon la nature du stage, son contenu, son environnement, le professeur de physique, un professeur de chimie ou de génie chimique assure cette liaison et ce suivi avec le maître de stage. Il est vivement conseillé que ce professeur visite le stagiaire lorsque les conditions matérielles le permettent.

En tout état de cause, l'équipe pédagogique dans son ensemble est associée à l'explicitation des objectifs du stage, à sa mise en place, à son suivi, à l'exploitation qui en est faite. Elle doit veiller à informer les responsables de l'entreprise des objectifs du stage et plus particulièrement des compétences qu'il vise à développer.

En fin de stage, un certificat est remis au stagiaire par le responsable de l'entreprise ou son représentant, attestant la présence de l'étudiant. 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 ainsi qu'une appréciation globale du tuteur sur le stagiaire.

Le certificat et le tableau récapitulatif devront figurer dans le rapport de stage qui fera l'objet d'une soutenance lors de la sous-épreuve « Activités en milieu industriel » (U 5.2).

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

Le rapport de stage, dans sa phase d'élaboration, doit être présenté à l'entreprise d'accueil qui s'assure alors du respect des clauses de confidentialité. A cet effet, il semble souhaitable qu'une pré-rédaction soit produite au cours du stage sous le contrôle du tuteur et du professeur chargé du suivi.

La durée globale du stage, effectué à temps plein, est de huit semaines minimum en fin de première année.

Dans le cas d'un prolongement sur la période de vacances, la convention de partenariat avec l'entreprise en précisera les modalités.

2. Voie de l'apprentissage

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

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

3. Voie de la formation continue

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

La durée du stage est de huit 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

Le certificat de stage peut être remplacé par un ou plusieurs certificats de travail attestant que l'intéressé a été occupé dans les activités relevant de la chimie 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.

Les candidats rédigent un rapport sur leurs activités professionnelles dans le même esprit que le rapport de stage.

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

Le certificat de stage peut être remplacé par un ou plusieurs certificats de travail justifiant la nature et la durée de l'emploi occupé.

Ces candidats rédigent un rapport sur leurs activités professionnelles dans le même esprit que le rapport de stage.

C - AMENAGEMENT DE LA DUREE DU STAGE

La durée normale du stage est de huit 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 à une durée minimum de quatre semaines consécutives. 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.

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

Il est vivement conseillé aux candidats ayant échoué à une session de l'examen et qui n'ont pas obtenu l'unité U 5.2 d'effectuer un nouveau stage en vue d'élaborer un nouveau rapport.

Les candidats redoublant qui ont obtenu l'unité U 5.2 doivent s'impliquer normalement dans les activités professionnelles organisées par leur établissement en deuxième année.

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

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

Annexe III

Horaires

ANNEXE III

HORAIRE HEBDOMADAIRE (Formation initiale sous statut scolaire)

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR CHIMISTE

Enseignements	Origines des candidats	Première année	Deuxième année
		Total (cours + TD + TP)	Total (cours + TD + TP)
Français	CLPI	3 (2 + 1 + 0)	3 (2 + 1 + 0)
	S	2 (2 + 0 + 0)	3 (2 + 1 + 0)
Langue vivante étrangère 1 : anglais	CLPI	2 (1 + 1 + 0)	2 (1 + 1 + 0)
	S	1 (1 + 0 + 0)	2 (1 + 1 + 0)
Mathématiques	CLPI	3 (1 + 2 + 0)	2 (1 + 1 + 0)
	S	2 (1 + 1 + 0)	2 (1 + 1 + 0)
Physique	CLPI	4,5 (2 + 0,5 + 2*)	5 (2,5 + 1 + 1,5*)
	S	4,5 (2 + 0,5 + 2*)	5 (2,5 + 1 + 1,5*)
Gestion - législation		1 (1 + 0 + 0)	
Chimie générale et inorganique	CLPI	8 (3,5 + 0,5 + 4*)	8,5 (2,5 + 1 + 5*)
	S	8 (3,5 + 0,5 + 4*)	8,5 (2,5 + 1 + 5*)
Chimie organique	CLPI	6,5 (3 + 0,5 + 3*)	7 (2,5 + 0,5 + 4*)
	S	6,5 (3 + 0,5 + 3*)	7 (2,5 + 0,5 + 4*)
Technologie - génie chimique ☉	CLPI	5 (2 + 1 + 2*)	6,5 (2,5 + 1 + 3*)
	S	7 (3 + 2 + 2*)	6,5 (2,5 + 1 + 3*)
TOTAL	CLPI	33 (15,5 + 6,5 + 11)	34 (14 + 6,5 + 13,5)
	S	32 (16,5 + 4,5 + 11)	34 (14 + 6,5 + 13,5)
Informatique ②		1 (0 + 1 ① + 0)	
Epreuve facultative Langue vivante étrangère 2		1 (1 + 0 + 0)	1 (1 + 0 + 0)

① : Enseignement correspondant à un horaire global d'une heure hebdomadaire. Cet horaire hebdomadaire peut être modulé selon l'évolution de la formation.

② : En outre, en première et en deuxième année, une heure de TP est incluse dans l'horaire des quatre disciplines*, à répartir en cas de besoin et selon l'évolution de la formation.

☉ **TD et TP** : activités de laboratoire industriel et de recherche.

Origines des candidats :

CLPI : baccalauréat sciences et technologies de laboratoire, spécialité chimie de laboratoire et de procédés industriels ;

S : baccalauréat scientifique.

Annexe IV

Règlement d'examen

RÈGLEMENT D'EXAMEN

BTS CHIMISTE	Voie scolaire, apprentissage, formation professionnelle continue dans les établissements publics ou privés, enseignement à distance et candidats justifiant de 3 ans d'expérience professionnelle	Formation professionnelle continue dans des établissements publics habilités
---------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------

Epreuves	Unités	Coef	Forme : ponctuelle	Durée	Evaluation en cours de formation
E 1 Français Coef. : 4	U 1	4	écrite	4 h	4 situations d'évaluation
E 2 Langue vivante étrangère 1 : anglais* Coef. : 2	U 2	2	écrite orale	2 h 0h20 ⌘	4 situations d'évaluation
E 3 Mathématiques et sciences physiques Coef. : 6				4 h	
Sous-épreuve : mathématiques	U 3.1	3	écrite	2 h	3 situations d'évaluation
Sous-épreuve : sciences physiques	U 3.2	3	écrite	2 h	2 situations d'évaluation
E 4 Chimie Coef. : 7	U 4	7	écrite	4 h	ponctuelle écrite
E 5 Epreuve fondamentale de chimie Coef. : 9				6h30	
Sous-épreuve : pratique expérimentale	U 5.1	7	pratique	6 h	2 situations d'évaluation
Sous-épreuve : activités en milieu professionnel	U 5.2	2	orale	0h30	1 situation d'évaluation
E 6 Génie chimique Coef. : 7	U 6	7			
		3	écrite	3 h	2 situations d'évaluation
		4	pratique	4 h	2 situations d'évaluation
Epreuve facultative					
Langue vivante étrangère 2*	UF 1	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.

Annexe V

Définition des épreuves ponctuelles et des situations d'évaluation en cours de formation

Objectif.

L'objectif visé est de certifier l'aptitude des candidats à communiquer avec efficacité dans la vie courante et la vie professionnelle.

L'évaluation sert donc à vérifier les capacités du candidat à :

- communiquer par écrit ou oralement ;
- s'informer, se documenter ;
- appréhender un message ;
- réaliser un message ;
- apprécier un message ou une situation.

(Arrêté du 30 mars 1989 - BOEN n° 21 du 25 mai 1989)

Forme de l'évaluation.

→ **Ponctuelle.** (Epreuve écrite : durée 4 h)

(cf . annexe III de l'arrêté du 30 mars 1989 - BOEN n° 21 du 25 mai 1989)

→ **Contrôle en cours de formation.**

L'unité de français est constituée de quatre situations d'évaluation de poids identique :

- deux situations relatives à l'évaluation de la capacité du candidat à appréhender et réaliser un message écrit ;
- deux situations relatives à l'évaluation de la capacité du candidat à communiquer oralement.

1° Première situation d'évaluation (durée indicative : 2 heures).

a) Objectif général :

- évaluation de la capacité du candidat à appréhender et réaliser un message écrit.

b) Compétences à évaluer :

- respecter les contraintes de la langue écrite ;
- appréhender et reformuler un message écrit (fidélité à la signification globale du texte et pertinence dans le relevé de ses éléments fondamentaux) ;
- réaliser un message écrit cohérent (pertinence par rapport à la question posée, intelligibilité, précision des idées, pertinence des exemples, valeur de l'argumentation, exploitation opportune des références culturelles et de l'expérience personnelle, netteté de la conclusion).

c) Exemple de situation :

- résumer par écrit un texte long (900 mots environ) portant sur un problème contemporain ;
- le commenter en fonction de la question posée et du destinataire.

2° Deuxième situation d'évaluation (durée indicative : 2 heures).

a) Objectif général :

- évaluation de la capacité du candidat à appréhender et réaliser un message écrit.

b) Compétence à évaluer :

- respecter les contraintes de la langue écrite ;
- synthétiser des informations : fidélité à la signification des documents, exactitude et précision dans leur compréhension et leur mise en relation, pertinence des choix opérés en fonction du problème posé et de la problématique retenue par le candidat, cohérence de la problématique comme de la production (classement et enchaînement des éléments, équilibre des parties, densité du propos, efficacité du message) ;
- apprécier un message et présenter un point de vue brièvement argumenté.

c) Exemple de situation :

- réalisation d'une synthèse de documents à partir de plusieurs documents (4 ou 5) de nature différente (textes littéraires, textes non littéraires, messages graphiques, tableaux statistiques, ...) centrés sur un problème précis et dont chacun est daté et situé dans son contexte. Cette synthèse est suivie d'une brève appréciation ou proposition personnelle liée à la fois aux documents de synthèse et au destinataire.

3° Troisième situation d'évaluation (durée indicative : 30 minutes) :

a) Objectif général :

- évaluation de la capacité du candidat à communiquer oralement.

b) Compétences à évaluer :

- s'adapter à la situation : maîtrise des contraintes de temps, de lieu, d'objectif et d'adaptation au destinataire (choix des moyens d'expression appropriés, prise en compte de l'attitude et des questions du ou des interlocuteurs) ;
- organiser un message oral : respect du sujet, structure interne du message (intelligibilité, précision et pertinence des idées, valeur de l'argumentation, netteté de la conclusion, pertinence des réponses, ...).

c) Exemple de situation :

A partir d'un dossier qui aura été fourni au préalable et qui portera soit sur une question d'actualité soit sur une situation professionnelle, présenter un relevé de conclusions et répondre, au cours d'un entretien, aux questions d'un ou, éventuellement, plusieurs interlocuteurs. Le dossier peut être constitué de documents de même nature (exemple : revue de presse) ou de documents de nature diverse, textuels et non textuels tels qu'organigrammes, tableaux statistiques, schémas, graphiques, diagrammes, images, ...

4° Quatrième situation d'évaluation (durée indicative) : 30 minutes :

a) Objectif général :

- évaluation de la capacité du candidat à communiquer oralement.

b) Compétences à évaluer :

- s'informer, se documenter ;
- analyser une situation, une expérience, des données ; en établir une synthèse ;
- faire le point au cours d'une discussion ou d'un débat ; dégager des conclusions ;
- s'adapter à un contexte de communication ;
- utiliser un langage approprié.

c) Exemples de situation :

- compte rendu oral d'une activité professionnelle (stage en entreprise par exemple) ou d'une activité culturelle (compte rendu de lecture, de spectacle, de visite d'une exposition, ...) suivi d'un entretien ;
- animation d'un groupe de réflexion et réalisation de la synthèse finale.

Objectifs.

L'épreuve a pour but d'évaluer :

1° a) la compréhension de la langue vivante étrangère écrite :

- il s'agit de vérifier la capacité du candidat à exploiter des textes et/ou des documents de nature diverse en langue vivante étrangère choisie, à caractère professionnel, en évitant toute spécialisation ou difficultés techniques excessives,

éventuellement,

1° b) la compréhension de la langue vivante étrangère orale :

- il n'est pas exclu que l'un des documents soit un enregistrement proposé à l'écoute collective ;

2° l'expression écrite dans la langue vivante étrangère choisie :

- il s'agit de vérifier la capacité du candidat à s'exprimer par écrit dans la langue vivante étrangère choisie, de manière intelligible, à un niveau acceptable de correction ;

3° l'expression orale dans la langue vivante étrangère choisie :

- il s'agit de vérifier la capacité du candidat à participer utilement à un dialogue dans la langue vivante étrangère choisie conduit dans une perspective professionnelle.

Forme de l'évaluation.

L'USAGE D'UN DICTIONNAIRE BILINGUE EST AUTORISÉ
DANS LE CADRE DES ÉVALUATIONS ÉCRITES

→ Ponctuelle.

Constituée de deux parties :

- *épreuve écrite, durée 2 heures, coefficient 1*

Points 1°a) et 1°b) L'épreuve comporte un ou deux exercices choisis parmi ceux énumérés ci-après :

- traduction, interprétation, résumé, compte rendu, présentation, en français, de tout ou partie de l'information contenue dans les textes et/ou documents en langue vivante étrangère.

Point 2° L'épreuve comporte un ou des exercices choisis parmi ceux énumérés ci-après :

- réponses simples et brèves, dans la langue vivante étrangère, à des questions ayant trait au domaine professionnel ; résumés ; comptes rendus ; présentations simples et brèves, dans la langue vivante étrangère, de l'information contenue dans un texte ou document à caractère professionnel, rédigé dans la langue vivante étrangère ou en français.

- *épreuve orale, durée 20 minutes (précédée d'un temps égal de préparation), coefficient 1*

Point 3° L'épreuve consiste en un entretien prenant appui sur des documents appropriés.

→ Contrôle en cours de formation.

L'unité de langue vivante étrangère est constituée de quatre situations d'évaluation, de poids identique, correspondant aux quatre capacités :

- compréhension écrite,
- compréhension orale,
- expression écrite,
- expression orale.

1° Première situation d'évaluation :

- compréhension écrite.

Evaluer à partir d'un ou de deux supports liés à la pratique de la profession la compréhension de langue vivante étrangère par le biais de :

- résumés, comptes rendus, réponses à des questions factuelles, rédigés en français ou en langue vivante étrangère, traductions, ...

Le candidat devra faire la preuve des compétences suivantes :

- repérage, identification, mise en relation des éléments identifiés, hiérarchisation des informations, inférence ;
- exactitude dans le rapport des faits, pertinence et intelligibilité.

2° Deuxième situation d'évaluation :

- compréhension orale.

Evaluer à partir d'un support audio-oral l'aptitude à comprendre le message auditif exprimé en langue vivante étrangère par le biais de :

- questions factuelles simples,
- questions à choix multiples,
- reproductions des éléments essentiels d'information issus du document,
- résumés rédigés en langue vivante étrangère ou en français.

Le candidat devra faire la preuve des compétences suivantes :

- anticipation,
- repérage, identification des éléments prévisibles,
- sélection, organisation, hiérarchisation des informations,
- inférence.

3° Troisième situation d'évaluation :

- expression écrite.

Evaluer la capacité à s'exprimer par écrit en langue vivante étrangère au moyen de :

- la production de prises de notes,
 - la rédaction de résumés de support proposé,
 - la rédaction de comptes rendus de support proposé,
 - la rédaction de messages,
- liés à l'exercice de la profession.

Le candidat devra faire preuve des compétences suivantes :

- mémorisation,
- mobilisation des acquis,
- aptitude à la reformulation,
- aptitude à combiner les éléments linguistiques acquis en énoncés pertinents et intelligibles,
- utilisation correcte et précise des éléments linguistiques contenus dans le programme de consolidation de seconde :
 - a) éléments fondamentaux : déterminants, temps, formes auxiliaires, modalités, connecteurs, compléments adverbiaux, ...
 - b) éléments lexicaux : pratique des termes tirés des documents à caractère professionnel utilisés
- construction de phrases simples, composées et complexes.

4° Quatrième situation d'évaluation :

- expression orale.

Evaluer la capacité à s'exprimer oralement en langue vivante étrangère de façon pertinente et intelligible. Le support proposé permettra d'évaluer l'aptitude à dialoguer en langue vivante étrangère dans une situation liée au domaine professionnel au moyen de phrases simples, composées et complexes.

Le candidat devra faire preuve des compétences suivantes :

- mobilisation des acquis,
- aptitude à la reformulation juste et précise,
- aptitude à combiner des éléments acquis en cours de formation en énoncés pertinents et intelligibles,
- exigences lexicale et grammaticale (cf. programme de consolidation de la seconde).

Organisation et correction de l'épreuve de Mathématiques et sciences physiques.

L'organisation de l'épreuve est conforme aux dispositions de la note de service n° 95-238 du 26 octobre 1995 (BOEN n° 41 du 9 novembre 1995).

Chacune des sous-épreuves sera corrigée par un professeur de la discipline.

Sous-épreuve : MATHÉMATIQUES**Coefficient : 3****U 3.1****Finalités et objectifs de l'épreuve.**

Cette épreuve a pour objectifs :

- d'apprécier la solidité des connaissances des étudiants et leur capacité à les mobiliser dans des situations variées ;
- de vérifier leur aptitude au raisonnement et leur capacité à analyser correctement un problème, à justifier les résultats obtenus et à apprécier leur portée ;
- d'apprécier leurs qualités dans le domaine de l'expression écrite et de l'exécution soignée de tâches diverses (modélisation de situations réelles, calculs avec ou sans instrument, tracés graphiques).

Par suite, il s'agit d'évaluer les capacités des candidats à :

- posséder les connaissances figurant au programme,
- utiliser des sources d'information,
- trouver une stratégie adaptée à un problème donné,
- mettre en oeuvre une stratégie :
 - mettre en oeuvre des savoir-faire mathématiques spécifiques à chaque spécialité,
 - argumenter,
 - analyser la pertinence d'un résultat,
- communiquer par écrit, voire oralement.

Formes de l'évaluation.

→ Ponctuelle. (Epreuve écrite : durée 2 heures)

Les sujets comportent deux exercices de mathématiques. Ces exercices porteront sur des parties différentes du programme et devront rester proches de la réalité professionnelle.

L'épreuve porte à la fois sur des applications directes des connaissances du cours et sur leur mobilisation au sein de problèmes plus globaux.

Il convient d'éviter toute difficulté théorique et toute technicité mathématique excessives. La longueur et l'ampleur du sujet doivent permettre à un candidat moyen de traiter le sujet et de le rédiger posément dans le temps imparti.

L'utilisation des calculatrices pendant l'épreuve est définie par la circulaire n° 86-228 du 28 juillet 1986 (BOEN n° 34 du 2 octobre 1986).

En tête des sujets doivent figurer les deux rappels suivants :

- la clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies,
- l'usage des instruments de calcul et du formulaire officiel de mathématiques est autorisé.

→ Contrôle en cours de formation.

Il comporte trois situations d'évaluation, chacune comptant pour un tiers du coefficient attribué à l'unité de mathématiques.

● Deux situations d'évaluation, situées respectivement dans la seconde partie et en fin de formation, respectant les points suivants :

① Ces évaluations sont écrites et la durée de chacune est voisine de celle correspondant à l'évaluation ponctuelle du brevet de technicien supérieur considéré.

② Les situations d'évaluation comportent des exercices de mathématiques recouvrant une part très large du programme. Dans chaque spécialité, les thèmes mathématiques qu'ils mettent en jeu portent principalement sur les chapitres les plus utiles pour les autres enseignements.

Le nombre de points affectés à chaque exercice est indiqué aux candidats afin qu'ils puissent gérer leurs travaux.

Lorsque ces situations s'appuient sur d'autres disciplines, aucune connaissance relative aux disciplines considérées n'est exigible des candidats pour l'évaluation des mathématiques et toutes explications et indications utiles doivent être fournies dans l'énoncé.

③ Les situations d'évaluation permettent l'application directe des connaissances du cours mais aussi la mobilisation de celles-ci au sein de problèmes plus globaux.

④ Il convient d'éviter toute difficulté théorique et toute technicité mathématique excessive.

La longueur et l'ampleur du sujet doivent permettre à un candidat moyen de traiter le sujet et de le rédiger posément dans le temps imparti.

⑤ L'utilisation des calculatrices pendant chaque situation d'évaluation est définie par la réglementation en vigueur aux examens et concours relevant de l'éducation nationale.

⑥ Les deux points suivants doivent être impérativement rappelés au candidat :

- la clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies ;
- l'usage des calculatrices et du formulaire officiel de mathématiques est autorisé.

● Une troisième situation d'évaluation est la réalisation écrite (individuelle ou en groupe restreint) et la présentation orale (individuelle) d'un dossier comportant la mise en oeuvre de savoir faire mathématique en liaison directe avec la présente spécialité.

Au cours de l'oral dont la durée maximale est de vingt minutes, le candidat sera amené à répondre à des questions en liaison directe avec le contenu mathématique du dossier.

Objectifs de l'épreuve.

L'objectif principal de cette épreuve est de déterminer dans quelle mesure les candidats possèdent les connaissances fondamentales et les savoir-faire de physique indispensables dans l'exercice de leur futur métier (phénomènes et lois fondamentales, unités, ordres de grandeur, applications). Ceci entraîne une certaine modestie dans le niveau d'exigence, mais, en contrepartie, nécessite une parfaite connaissance de ce qui est demandé.

Forme de l'évaluation.

→ Ponctuelle. (Epreuve écrite : durée 2 heures)

L'épreuve de physique comporte deux exercices, assortis de questions dont certaines peuvent être des vérifications directes de connaissance des contenus du programme et qui peuvent être traités indépendamment l'un de l'autre. Ces exercices mettent en jeu les connaissances et les savoir-faire acquis tant dans le cours que dans les séances de TP.

Le sujet de l'un des deux exercices au moins comporte l'étude d'une situation rencontrée dans un domaine lié à la chimie. Les deux exercices ne portent pas, en majorité, sur le même domaine du programme.

Des questions qualitatives simples, ne comportant aucune démonstration, peuvent contribuer à vérifier que le sujet étudié a été compris sans passer par l'intermédiaire de formules que la plupart des étudiants ont dans leur calculatrice.

Même si le traitement de tout problème de physique nécessite une modélisation forcément simplificatrice, le recours à des situations purement théoriques (du type cycle de Carnot) doit être exclu. De même, les sujets qui font référence à des appareillages placeront ceux-ci dans leurs conditions habituelles d'utilisation. On veillera à ce que toutes les valeurs numériques d'une même grandeur soient données avec des précisions du même ordre.

→ Contrôle en cours de formation.

Le contrôle en cours de formation comporte deux situations d'évaluation, de poids identique, situées respectivement dans la seconde partie et en fin de formation et qui respectent les points suivants :

- ① Ces situations d'évaluation sont écrites, chacune a pour durée 2 heures.
- ② Les situations d'évaluation comportent des exercices dans lesquels il convient d'éviter toute difficulté théorique et toute technicité excessive.
- ③ Le nombre de points affectés à chaque exercice est indiqué aux candidats afin qu'ils puissent gérer leurs travaux.

- ④ La longueur et l'ampleur du sujet doivent permettre à un candidat moyen de traiter le sujet et de le rédiger posément dans le temps imparti.
- ⑤ L'utilisation des calculatrices pendant chaque situation d'évaluation est autorisée dans les conditions définies par la réglementation en vigueur relative aux examens et concours relevant de l'éducation nationale.
- ⑥ La note finale sur vingt proposée au jury pour l'unité est obtenue en divisant par deux le total des notes résultant des deux situations d'évaluation. Le résultat est arrondi au demi-point.

Objectifs.

Cette épreuve doit, entre autres, permettre d'évaluer correctement les connaissances et savoir faire du candidat conformément à la grille de capacités suivantes.

*** Posséder des connaissances spécifiques à la chimie.**

1° Des connaissances scientifiques et techniques :

- a) vocabulaire, symboles, unités,
- b) ordres de grandeur,
- c) définitions, lois, modèles

2° Des connaissances de savoir faire :

- a) dans le domaine expérimental (laboratoire, fabrication),
- b) dans le domaine théorique.

*** Utiliser des connaissances et des savoir faire non spécifiques.**

1° Accéder aux connaissances au moyen de différentes sources (spectres, tableaux de valeurs, graphes, schémas, comptes rendus, textes divers.

2° Utiliser la langue française pour s'informer et communiquer.

3° Utiliser les outils mathématiques et physiques.

4° Utiliser d'autres outils et moyens d'expression.

*** Pratiquer une démarche scientifique.**

Notamment :

- observer et analyser,
- choisir ou élaborer un modèle physique,
- organiser les étapes de la résolution,
- porter un jugement critique.

*** Forme de l'évaluation.**

➔ **ponctuelle.**

(Epreuve écrite : durée 4 heures)

Cette épreuve comporte des questions de chimie générale et inorganique ainsi que des questions de chimie organique.

Ces questions seront de préférence relatives au même thème mais ce n'est pas obligatoire. Elles comporteront :

- des vérifications directes de connaissance des contenus de programme ;
- des questions d'approfondissement faisant part à la réflexion et permettant ainsi d'évaluer le niveau de maîtrise de l'ensemble des capacités.

Il est fourni au candidat, en tant que de besoin, les données ou la reproduction des différents documents nécessaires à la résolution d'une ou plusieurs questions.

Chacune des questions porte sur un thème lié à l'étude de la résolution d'un problème d'intérêt professionnel, par exemple un procédé industriel, un thème de recherche.

Le domaine de connaissance auquel il est fait appel n'est pas limité à une rubrique étroite du programme. Bien au contraire, le candidat doit faire preuve d'une bonne maîtrise de l'ensemble des connaissances acquises tant en cours qu'en travaux pratiques sur les deux années.

Modalités.

Epreuve à caractère expérimental et professionnel composée de deux sous-épreuves.

Sous-épreuve : PRATIQUE EXPÉRIMENTALE**Coefficient : 7****U 5.1****Objectifs.**

Cette sous-épreuve a pour but essentiel d'évaluer les capacités des candidats, principalement dans les domaines suivants :

- exécution d'un ou plusieurs protocoles expérimentaux pouvant éventuellement donner lieu à des prises d'initiative des candidat ;
- réalisation de mesures utilisant éventuellement des appareils automatisés ; synthèse de produits chimiques ;
- analyse critique des résultats obtenus en s'appuyant sur les connaissances et savoir-faire théoriques (éventuellement à l'aide de documents fournis par les centres d'examen) ;
- compte rendu comportant l'exploitation numérique et théorique des résultats ainsi que la réponse à des questions se rapportant au sujet.

Critères essentiels d'évaluation.

Pour réussir une telle épreuve, il faut que le candidat soit, dans un premier temps, capable de comprendre le protocole expérimental qui lui est donné puis, de le mettre en œuvre. La première phase suppose donc que la capacité de lire et analyser un texte scientifique soit bien maîtrisée : connaissance du français, des termes scientifiques et techniques, maîtrise suffisante des connaissances et savoir-faire théoriques. La seconde phase exige que le candidat ait une bonne maîtrise des savoir-faire expérimentaux de tous ordres : manipulation du matériel et des produits, choix judicieux de ceux-ci, soin dans le domaine expérimental tout particulièrement, souci constant de la sécurité, autonomie, organisation du travail, utilisation de logiciels informatiques pour l'exploitation des résultats.

Dans un second temps, l'analyse critique des résultats obtenus puis leur interprétation suppose que le candidat soit capable de mobiliser ses connaissances par exemple pour contrôler qu'une loi est vérifiée à l'aide d'un tableau de mesures, pour identifier un corps et contrôler sa pureté à l'aide des données physico-chimiques, pour trouver les raisons d'écarts éventuels aux résultats attendus.

Enfin, le compte rendu et la réponse à des questions éventuelles, outre une maîtrise suffisante des connaissances, supposent une bonne capacité à communiquer par écrit sous différentes formes (textes, graphes, dessins, par exemple).

Formes de l'évaluation.

→ ponctuelle.

(Epreuve pratique : durée 6 heures)

Les candidats manipulent à un poste de travail individuel. L'effectif souhaitable est de seize élèves environ par salle de manipulation. Des aménagements d'effectifs peuvent être prévus en fonction de conditions particulières. Dans la mesure où les locaux le permettent, l'épreuve se déroule sur une seule journée et sur un sujet unique ; en cas d'impossibilité due aux locaux, l'épreuve se déroule sur plusieurs journées ; les sujets sont alors différents pour chaque journée mais uniques au sein de la même journée. Le matériel nécessaire aux manipulations est choisi par chaque candidat dans un ensemble mis à sa disposition : chaque candidat dispose du même lot de matériel.

Le texte fourni aux candidats comporte :

- le ou les modes opératoires portant sur la chimie générale ou la chimie organique ou les deux ;
- des questions.

L'organisation du temps de l'épreuve pour l'exécution du protocole expérimental, la rédaction du compte rendu et la réponse écrite aux questions est laissée à l'initiative des candidats, compte tenu des contraintes liées au matériel.

La liste des ouvrages mis à la disposition des candidats est définie par l'inspection générale des sciences physiques.

Mise en œuvre de l'évaluation.

Pour que tous les candidats soient traités de manière identique, il sera fourni aux centres d'examen la liste précise des opérations qui seront évaluées pour chaque candidat en cours de manipulation.

→ contrôle en cours de formation.

Deux situations d'évaluation, de 6 heures chacune et de poids identique, organisées par l'équipe enseignante.

Le niveau de difficulté des sujets est équivalent à ceux de l'épreuve ponctuelle.

Le corps d'inspection veille au bon déroulement du contrôle en cours de formation.

Le candidat est informé à l'avance de la date des évaluations.

A l'issue des situations d'évaluation, dont le degré d'exigence est équivalent à celui requis dans le cadre de l'épreuve ponctuelle correspondante, l'équipe pédagogique de l'établissement de formation adresse au jury une fiche d'évaluation du travail réalisé par le candidat.

Le jury pourra éventuellement demander à avoir communication de tous documents tels que les supports de chaque situation d'évaluation et les prestations réalisées par le candidat à cette occasion. Ces documents seront tenus à la disposition du jury et de l'autorité rectorale pour la session considérée et jusqu'à la session suivante.

Après examen attentif des documents fournis le cas échéant, le jury formule toute remarque et observation qu'il juge utile et arrête la note.

Sous-épreuve : ACTIVITÉS EN MILIEU PROFESSIONNEL Coefficient : 2

U 5.2

Objectifs.

Cette sous-épreuve a pour but essentiel d'apprécier le degré de maîtrise des candidats dans le domaine spécifiquement professionnel, tout particulièrement :

- la compréhension des caractéristiques essentielles de la fonction exercée soit en stage, soit à titre professionnel pour les candidats ayant une activité salariée ;
- la capacité à analyser en termes scientifiques les fonctions qui ont été (ou qui sont) assurées ;
- la capacité à décrire brièvement en termes scientifiques tout ou partie des instruments, dispositifs et installations mis en œuvre.

Critères essentiels d'évaluation.

Pour réussir une telle épreuve, il est nécessaire que le candidat ait fait un bilan soigneux de son stage (ou de son activité professionnelle), bilan qui est attesté par le rapport de stage (ou d'activité professionnelle).

Ensuite, le candidat doit être capable sur ce sujet de fournir des réponses satisfaisantes soit à des questions d'ordre général, soit à des questions spécifiques notamment dans le domaine scientifique et technique.

Il doit notamment être capable d'apporter des précisions sur des points jugés essentiels par la commission d'interrogation.

Formes de l'évaluation.

➔ **ponctuelle.** (Epreuve orale : durée 30 minutes)

Le candidat répond aux questions de la commission d'interrogation qui a pris connaissance du rapport de stage (ou du rapport d'activité professionnelle) au plus tard quinze jours avant la sous-épreuve. A cet effet, le rapport doit être parvenu au centre d'examen au moins six semaines à l'avance.

Les interrogations sont organisées durant la session d'examen en fonction de l'horaire des autres épreuves.

Composition de la commission d'interrogation.

- * 1 professeur de chimie, de génie chimique ou de physique enseignant en section de techniciens supérieurs chimiste ;
- * 1 représentant de la profession.

NB : La présence du tuteur comme auditeur libre est souhaitable. Toutefois, il ne sera pas associé aux travaux de délibération du jury.

➔ contrôle en cours de formation.

Une situation d'évaluation de 30 minutes organisée par l'équipe enseignante.

L'évaluation porte sur la qualité du travail effectué au niveau du rapport ; elle porte également sur la prestation accomplie par le candidat devant l'équipe responsable de l'évaluation.

Le corps d'inspection veille au bon déroulement du contrôle en cours de formation.

Le candidat est informé à l'avance du moment prévu pour le déroulement de cette situation d'évaluation.

A l'issue de la situation d'évaluation, dont le degré d'exigence est équivalent à celui requis dans le cadre de l'épreuve ponctuelle correspondante, l'équipe pédagogique de l'établissement de formation adresse au jury une fiche d'évaluation du travail réalisé par le candidat.

Le jury pourra éventuellement demander à avoir communication de tous documents tels que le rapport de stage ou d'activités professionnelles présenté lors de la situation d'évaluation et les prestations réalisées par le candidat à cette occasion. Ces documents seront tenus à la disposition du jury et de l'autorité rectorale pour la session considérée et jusqu'à la session suivante.

Après examen attentif des documents fournis le cas échéant, le jury formule toute remarque et observation qu'il juge utile et arrête la note.

L'enseignement de Technologie et Génie Chimique comporte deux aspects, l'un théorique, l'autre pratique, les deux étant mis à contribution lors de la lecture ou de la réalisation d'un schéma de procédé détaillé.

Cette épreuve comporte ces deux aspects :

Une partie écrite d'une durée de 3 heures, coefficient 3,

Une partie pratique d'une durée de 4 heures, coefficient 4.

*** Partie écrite**

Objectifs.

Cette partie fait intervenir les trois facettes de l'enseignement de la discipline :

- compréhension d'un procédé,
- calculs théoriques,
- technologie de l'appareillage.

Elle comportera donc un descriptif du procédé, éventuellement complété par un schéma simplifié.

Critères d'évaluation.

Le candidat aura à réaliser :

- un schéma détaillé suivant les normes en vigueur d'une partie de l'installation (incluant entre autres, la robinetterie, les régulations et organes de sécurité) ;
- des calculs de génie chimique ;
- éventuellement, les réponses aux questions concernant le procédé.

Ces différentes parties seront en relation avec le procédé, de façon à obtenir un ensemble cohérent.

*** Partie pratique**

Objectifs.

Elle consiste en la réalisation d'un travail pratique de Génie chimique (opération unitaire ou fabrication).

Les installations étant différentes d'un centre à l'autre, **il est obligatoire, sauf cas exceptionnel validé par l'inspection générale**, que les candidats ne passent leur épreuve de travaux pratiques que dans l'atelier où ils ont suivi leur formation. On ne peut demander, en effet, à un candidat de découvrir une installation correspondant à une opération donnée le jour même de l'examen (chacune a ses particularités propres, même si elles se ressemblent globalement).

On veillera à ce que les candidats qui se présentent au titre de leur expérience professionnelle puissent subir l'épreuve sur du matériel proche de celui utilisé dans le cadre de leurs activités professionnelles.

Suivant la nature du poste, le candidat devra effectuer le travail demandé :

- conduire l'appareillage,
- réaliser des mesures,
- effectuer des calculs,
- tenir un tableau de marche et rédiger un compte-rendu.

Critères d'évaluation.

Outre la réalisation du travail demandé dans le temps imparti, la notation prendra en compte les éléments suivants soit séparément, soit sous forme groupée :

- compréhension du protocole,
- respect des consignes de sécurité,
- connaissance du matériel,
- organisation, autonomie, soin,
- qualité des mesures,
- calculs demandés (bilans, etc..).

Compte tenu de la très grande diversité du matériel utilisé, que ce soit au sein du même centre de formation ou dans des centres différents, il est nécessaire de fournir des barèmes détaillés prenant en compte les différents critères de notation.

Ces barèmes doivent mettre en évidence de façon détaillée ce que doit accomplir le candidat, ainsi que les points attribués (ceci facilite la tâche de l'examineur extérieur au centre de formation et ne connaissant donc pas le détail des installations).

Formes de l'évaluation.

→ ponctuelle.

(Partie écrite : 3 heures - coefficient 3.)

(Partie pratique : 4 heures - coefficient 4.)

→ contrôle en cours de formation.

Deux situations d'évaluation, une partie écrite de 3 heures, coefficient 3, une partie pratique de 4 heures, coefficient 4, organisées par l'équipe enseignante au même moment de la formation.

Le corps d'inspection veille au bon déroulement du contrôle en cours de formation.

Le candidat est informé à l'avance de la date des évaluations.

A l'issue des situations d'évaluation, dont le degré d'exigence est équivalent à celui requis dans le cadre de l'épreuve ponctuelle correspondante, l'équipe pédagogique de l'établissement de formation adresse au jury une fiche d'évaluation du travail réalisé par le candidat.

Le jury pourra éventuellement demander à avoir communication de tous documents tels que les sujets proposés lors de chaque situation d'évaluation et les prestations réalisées par le candidat à cette occasion. Ces documents seront tenus à la disposition du jury et de l'autorité rectoriale pour la session considérée et jusqu'à la session suivante.

Après examen attentif des documents fournis le cas échéant, le jury formule toute remarque et observation qu'il juge utile et arrête la note.

Modalités.

Epreuve : orale.

Durée : 20 minutes + 20 minutes de préparation.

Coefficient : 1.

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

Définition de l'épreuve.

L'épreuve consiste en un entretien prenant appui sur des documents appropriés.

Annexe VI

Tableau de correspondance épreuves / unités

TABLEAU DE CORRESPONDANCE ÉPREUVES/UNITÉS

BTS Chimiste (Arrêté du 24 juillet 1989)	BTS Chimiste défini par le présent arrêté
-----------------------------------------------------	------------------------------------------------------

Epreuves	Epreuves ou sous-épreuves	Unités
Expression française	Français	U 1
Anglais technique	Langue vivante étrangère : anglais	U 2
Physique et mathématiques	Mathématiques et sciences physiques <ul style="list-style-type: none"> • Mathématiques • Sciences physiques 	U 3.1 U 3.2
Chimie	Chimie	U 4
Epreuve fondamentale de chimie	Epreuve fondamentale de chimie <ul style="list-style-type: none"> • Pratique expérimentale • Activités en milieu professionnel 	U 5.1 U 5.2
Génie chimique	Génie chimique	U 6