

## PROGRAMME DE LA FORMATION

Opérateur de fabrication dans les Industries Chimiques

validé par un CQP de branche

Septembre 2015 – Octobre 2016

### GROUPE FABRICATION

option génie chimique

462 heures

## **MODULE GENERAL** **49 H**

### 1) **FICHE 1 - MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES À L'INDUSTRIE (SCSE) (14 heures)**

#### **Objectif :**

⇒ Connaître les notions élémentaires de mathématiques et remise à niveau.

#### **Contenu :**

- Calcul numérique
- Calcul numérique : notions de base (les 4 opérations, les fractions)
- Calcul de pourcentage, règle de 3 ...
- Système décimal et sexagésimal
- Utilisation de formule : calcul de poids, volume, masse ...
- Conversions d'unités de mesure
- Notions de calcul de coût et impact sur l'activité
  
- Proportionnalité
- Suites proportionnelles
- Série statistique à une ou deux variable(s)
  
- Statistiques
- Définitions et vocabulaire
- Présentation des données - Représentation graphique
- Connaissance des données statistiques de la ligne

### 2) **FICHE 3 - PRAP (IMT) (14 heures)**

#### **Objectifs :**

- ⇒ Identifier les risques d'accidents et de maladies professionnelles.
- ⇒ Diminuer ces risques liés aux activités physiques.
- ⇒ Participer à l'amélioration des conditions de travail.

#### **Contenu :**

- Repérer, dans son travail, les situations susceptibles soit de nuire à sa santé, soit d'entraîner des efforts inutiles ou excessifs,
- Adopter et appliquer les principes de base de sécurité physique et d'économie d'efforts pertinents en fonction de la situation,
- Analyser les postes de travail

### 3) FICHE 4 - TECHNIQUES INDUSTRIELLES : NOTIONS THEORIQUES (SCSE) (21 heures)

#### **Objectifs :**

- ⇒ Acquérir les notions théoriques de technologies industrielles
- ⇒ Décrire les différentes énergies nécessaires aux équipements
- ⇒ Acquérir des notions d'automatismes

#### **Contenu :**

- Les bases techniques en pneumatique
- La structure d'une ligne automatisée
- Les différentes énergies et leur raccordement
- Les différents appareils de distribution de l'énergie
- Les organes de commande d'une machine automatisée
- Les sécurités d'une machine
- Les capteurs
- Le S.A.P., la structure d'un S.A.P.
- Structure d'une boucle fonctionnelle

## **MODULE ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET QUALITE** **56 H**

### **1) FICHE 6 - CONNAISSANCE DE L'INDUSTRIE PHARMACEUTIQUE ET COSMETOLOGIQUE (IMT) (14 heures)**

#### **Objectifs :**

- ⇒ Identifier les principales caractéristiques du médicament et du produit cosmétique.
- ⇒ Connaître et comprendre les enjeux liés à la fabrication et au conditionnement du médicament et du produit cosmétique.
- ⇒ Situer la fabrication et/ou le conditionnement assuré(s) dans le cycle complet de production.

#### **Contenu :**

- Initiation au médicament : définition du médicament, les éléments constitutifs (principe actif, excipient et conditionnement), présentation des différentes formes galéniques, les voies d'administration, les livres de référence.
- Définition du produit cosmétique, ses éléments constitutifs
- La réglementation et le système sanitaire français (AFSSAPS, veille sanitaire).
- Le secteur pharmaceutique et le secteur cosmétique : présentation en quelques chiffres.

### **2) FICHE 7 - QUALITE ISO 9001 VERSION 2000 (IMT) (7 heures)**

#### **Objectifs :**

- ⇒ Identifier les principales notions de la qualité (qualité, conformité, assurance qualité, audit, certification...) selon le point de vue ISO 9001.
- ⇒ Repérer les enjeux de la mise en œuvre des normes ISO 9001 pour un site de production.

#### **Contenu :**

- **QUALITE :**  
Concepts, définitions, vocabulaire, cibles de la qualité, non qualité, sur qualité, conséquences, bénéfices de la qualité, normes qualité produits
- **NORMES D'ASSURANCE QUALITE :**  
Présentation des familles des normes ISO 9000, relation client / fournisseur
- **OUTILS GENERAUX DE LA QUALITE :**
  - Généralités : Pyramide documentaire, traçabilité, manuel qualité
  - Correction, action corrective et action préventive
  - Indicateurs qualité
  - Audit qualité
  - Certification

### 3) **FICHE 8 - BPF – ZAC (IMT)** (35 heures)

#### **Objectifs :**

#### ⇒ **Médicaments, Produits Cosmétiques et qualité**

- Identifier l'impact des BPF dans l'organisation de l'entreprise.
- Identifier les points critiques pour assurer la qualité du médicament.
- Le rôle de chaque intervenant dans l'entreprise

#### ⇒ **Contamination dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique**

- Identifier le risque lié à la présence de contaminant dans l'environnement pharmaceutique et cosmétique
- Identifier les facteurs de risque de toute action réalisée.
- Appliquer les règles d'habillage, de circulation dans l'entreprise.
- Réaliser un nettoyage et un vide de ligne en respectant les procédures.
- Réaliser des opérations de désinfections.
- Identifier les principes d'une validation de nettoyage.

#### ⇒ **Système documentaire appliqué aux Industries Pharmaceutiques et Cosmétiques**

- Comprendre la hiérarchie et le rôle des différents types de document utilisés dans les Industries Pharmaceutiques et Cosmétiques
- Appliquer les procédures en vigueur.
- Renseigner avec exactitude et précision les dossiers de lot et autres « fiches incident ».
- Appréhender l'importance de la traçabilité.

#### ⇒ **Contrôle qualité et contrôle au poste**

- Identifier le rôle du contrôle qualité dans les Industries de Santé
- Comprendre les différents statuts des matières premières (quarantaine, libéré, refusé).
- Identifier les différents types de contrôles tout au long de la ligne de production.

#### ⇒ **ZAC**

- Identifier les exigences spécifiques aux différentes classes de ZAC.
- Identifier les règles spécifiques aux interventions ZAC.
- Analyser la conformité de l'environnement aux exigences spécifiques des ZAC.

#### **Contenu :**

#### • **Médicaments, Cosmétiques et qualité**

- Les B.P.F. : présentation, objectif,
- Autres référentiel qualité (FDA, ...)

#### • **Les Contaminations dans les Industries Pharmaceutiques et Cosmétiques**

- Les différents types de contaminants et les risques associés,
- Identification des sources et vecteurs de contamination,
- Les risques liés à la configuration des locaux (la circulation des matières et des personnes, les contaminations croisées...),

- Moyens de lutte mis en œuvre :
  - Hygiène et tenue vestimentaire,
  - Organisation des locaux,
  - Traitement de l'air,
  - Nettoyage, désinfection, stérilisation du matériel mobile et fixe (nettoyage en Place, stérilisation en place) et validation de ces procédés.
  - Vide de ligne.
- **Le Système documentaire appliquée aux Industries Pharmaceutiques et Cosmétiques**
  - Hiérarchie des différents documents dans les Industries de Santé
  - Les différents types de documents : procédure, dossier de lot (définition, objectifs), instructions...
  - Notion de traçabilité (produits, matériel...)
  - La vérification des documents (dossier de lot, spécifications, notes de service, fiches de contrôle, fiches d'anomalies...).
- **Contrôle qualité et contrôle au poste**
  - Rôle et missions du contrôle dans les Industries Pharmaceutiques et Cosmétiques
  - Du prélèvement à la libération (Produits à contrôler, Prélèvement et règles d'échantillonnage, Réalisation des contrôles, Libération).
  - Les contrôles au poste :
    - Les vérifications avant démarrage (contrôle des notices, contrôle des codes à barre...),
    - La vérification du matériel, le vide de ligne,
    - Le contrôle des matières premières et des articles de conditionnement selon les postes,
    - Les contrôles en cours (contrôle d'aspect, contrôle poids, contrôle code à barre, contrôle notices, étuis, etc...).
  - Les incidents de production
    - Inversion de notices, arrêt de production,...),
    - L'importance de la traçabilité (notion de responsabilité individuelle),
    - Le vide de ligne (les contrôles sur la ligne de production),
    - La réconciliation (récupération des articles et matières non consommés),
    - Le passage de poste (fiche navette, fiche d'anomalie,...).
- **ZAC**
  - Définition,
  - Classification des ZAC et exigences associées (traitement de l'air, flux laminaire et turbulent, SAS, cascade de pression...), Comportement à adopter = règles d'hygiène, déplacements, flux matière.

## **MODULE FABRICATION** **105 H**

### 1) **FICHE 10 - FORMES LIQUIDES ET PATEUSES (IMT)** (63 h dont 35 h de mises en situations professionnelles)

#### **Objectifs :**

- ⇒ Identifier les différents procédés des formes liquides et pâteuses et les contrôles associés
- ⇒ Reconnaître les matières premières et définir leurs rôles
- ⇒ Repérer les principales fonctions et technologies des équipements
- ⇒ Définir la signification des différents paramètres techniques
- ⇒ Mettre en œuvre des lots techniques en situation réelle de production
- ⇒ Modifier les paramètres critiques et mesurer l'impact sur la qualité du produit

#### **Contenu :**

- Les différentes formes liquides et pâteuses
- La formulation des formes liquides et pâteuses
  - Les phases hydrophile et lipophile
  - Un excipient particulier : l'eau. Les différentes qualités d'eau utilisées sur le site et les traitements associés : résines échangeuses d'ions, osmose et osmose inverse, techniques de filtration
  - La phase interfaciale, les émulsionnants : surfactifs et épaississants
- Les opérations techniques de fabrication
  - Dissolution : Définition, paramètres critiques (granulométrie, vitesse d'agitation, température,...)
  - Dispersion : définition, les différents types de dispersions, les instabilités, la formulation et les points critiques (gamme HLBC), les contrôles en cours et en fin d'opération (notamment de granulométrie et de rhéologie) et les applications
  - Suspensions : définition, les instabilités, les contrôles en cours et en fin d'opération et les applications
- Les systèmes techniques
  - Cuves, systèmes d'agitation et d'homogénéisation
  - Nettoyage En Place (NEP), Stérilisation En Place (SEP), pompes, moteurs, pompes à vide, instrumentation (mesure de température, pression, débit, ...), vannes

#### **Mises en situations professionnelles (plateau technique du Groupe IMT)**

- **Les traitements de l'eau**
  - Résines échangeuses d'ions, osmose et osmose inverse, filtrations diverses, distillation, notion de boucle fermée
  - Observation des techniques de purification sur centrale de traitement d'eau

- **Préparation d'une solution et d'une suspension**
  - Approche galénique : mise au point d'une solution
  - Étude de faisabilité et fabrication d'une solution sur appareil pilote
- **La filtration** (fluides et produits)
  - Les médias filtrant (hydrophiles, hydrophobes) et leur configuration industrielle
  - Réalisation d'une filtration sur un banc de filtration PALL avec tests d'intégrité, point de bulle et test de diffusion sur la solution préparée
- **Préparation d'une crème et d'un gel**
  - Approche galénique : formulation et mise au point d'une crème et d'un gel
  - Étude de faisabilité et fabrication d'une crème sur appareil pilote (disperseur homogénéisateur)
  -
- **Les contrôles**
  - Réalisation de contrôles physiques sur les produits (viscosité, pH, dosage du Principe Actif)

## 2) FICHE 11 - TECHNIQUES INDUSTRIELLES ET MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS DE FABRICATION (SCSE) (42 heures)

### **Objectifs :**

- ⇒ Lancer et arrêter des équipements de fabrication
- ⇒ Conduire et surveiller les d'équipements de fabrication
- ⇒ Réaliser les opérations simples de maintenance de courte durée des outils et des moyens de fabrication en fonction des documents techniques

### **Contenu :**

- Prendre en compte les paramètres (documents, informations...) nécessaires à la fabrication
- Approvisionner en matière et composants la machine et vérifier les références (étiquettes, bon pour accord, contrôle réception)
- Préparer en fonction du changement de série, le poste de travail
- Assurer la mise en route et l'arrêt des moyens de production en fonction des séries selon les procédures établies
- Etude de la maintenance de 1<sup>er</sup> niveau et opérations simples de maintenance (nettoyage, préventive...)
- Notions de Grafcet lié aux équipements de fabrication : (cycle, étape, réceptivité, règles d'évolution)
- Diagnostique et gestion des dysfonctionnements
- Notion de TPM et Plan de Maintenance Préventive (PMP)



## MODULE AMELIORATION CONTINUE 35 H

### 1) FICHE 19 - OUTILS D'ANALYSE ET DE RESOLUTION DE PROBLEMES (IMT) (21 heures)

#### **Objectifs :**

- ⇒ Mettre en œuvre une démarche de résolution de problème, analyser des résultats du suivi d'indicateurs de qualité et de productivité, concevoir des mesures correctives.
- ⇒ Participer activement à des groupes de travail.
- ⇒ Pour chaque outil, travail en deux temps :
  - présentation de l'outil, champ d'application dans un atelier de production et conseils de mise en œuvre
  - exercices dirigés d'application
- ⇒ Liens avec les outils utilisés sur les sites.

#### **Contenu :**

##### **Phase 1**

- CEDAC (Causes and Effect Diagram with the Addition of Cards) ⇒ Étude d'un risque de sécurité et étude d'un risque qualité (méthode 5 M)
- AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, des Effets et de la Criticité) ⇒ Etude des points critiques et amélioration des interventions de maintenance
- Analyse Pareto (ou 80/20 ou ABC) ⇒ Analyse des fréquences et des durées d'arrêts machine
- Les indicateurs de qualité et de productivité utilisés dans les Industries de Santé : définition des outils pour la mesure des performances et de l'efficacité des actions correctives engagées
- L'auto-inspection et l'audit interne : objectifs, démarche, analyses des non-conformités BPF, exploitation et mise en place des actions correctives.

##### **Phase 2**

- **QQQCP (Un problème bien posé est un problème à moitié résolu)** ⇒ Étude d'un incident qualité. Bien faire la différence entre « le pourquoi et le comment »,
- Les outils d'aide au diagnostic de pannes.

##### **Phase 3**

- Retour sur expérience

## 2) **FICHE 20 - PERFORMANCE INDUSTRIELLE (IMT)** (14 heures)

### **Objectif :**

- ⇒ Identifier les principaux outils et méthodes de performance industrielle actuellement mis en œuvre sur les sites de production des industries de Santé.
- ⇒ Répondre en particulier à :
  - Pourquoi faire ?
  - C'est Quoi ?
  - Cela se pratique Comment ?
- ⇒ Quelles sont les conséquences sur la façon de travailler

### **Contenu :**

- Les évolutions économiques actuelles de l'Industrie Pharmaceutique et Cosmétique
- Conséquences pour les sites de production : la recherche de la performance industrielle
- « L'excellence industrielle » et le Lean Manufacturing
- Le développement de l'autonomie et de la réactivité
- La TPM
- Zoom sur 2 outils souvent mis en œuvre actuellement en production pharmaceutique :
  - Les 5S
  - Le SMED
  - Présentation de l'outil, champ d'application, conseils de mise en œuvre, exemples de mises en œuvre sur des sites de production
  - Le TRS ou TRG : principe, calculs, analyses.

## **MODULE ORGANISATION GENERALE** **42 H**

### **1) FICHE 21 - GESTION DE PRODUCTION ET GESTION DES STOCKS (SCSE) (21 heures)**

#### **Objectifs :**

- ⇒ Prendre en compte, dans son activité, le fonctionnement de l'entreprise, le travail d'équipe.
- ⇒ Comprendre le fonctionnement d'un système de gestion de production (dont ordonnancement)
- ⇒ Situer son activité dans le fonctionnement de l'équipe, du service et de l'entreprise
- ⇒ Identifier les besoins et demandes du client interne et externe
- ⇒ Tenir compte des paramètres de production et des plannings
- ⇒ Réceptionner, stocker, évacuer
- ⇒ Analyser des résultats de production et plan d'action
- ⇒ Participer à l'amélioration continue

#### **Contenu :**

- Notions d'ordonnancement et relation avec le service gestion de production et Planification
- Relation client/fournisseur
- Prise en compte des paramètres de production et mobilisation des moyens de production
- Gestion des stocks (Prévision, délais, coût...), Nomenclature
- La classification des stocks
- La comparaison FIFO/FILO
- Outils de gestion de production (JAT, KAISEN...)
- Suivi de production (indicateurs, plan d'action, évolution de process et d'organisation)
- Proposition d'amélioration

## 2) **FICHE 22 - SECURITE / ENVIRONNEMENT (SCSE)** (21 heures)

### **Objectifs :**

- ⇒ Comprendre l'importance de la sécurité/environnement en entreprise et de la stricte application des consignes de sécurité
- ⇒ Comprendre les principales notions de sécurité
- ⇒ Comprendre la politique sécurité de l'entreprise
- ⇒ Adopter le comportement adéquate afin d'assurer le niveau de sécurité requis lors de la production des produits
- ⇒ Connaître les interlocuteurs en matière de sécurité et sauront communiquer avec eux.

Les stagiaires pourront donc participer activement à la mise en place, à l'application et à l'amélioration continue des règles liées à la sécurité et à l'environnement dans toute intervention en entreprise.

### **Contenu :**

- **Généralités :**

Définitions de base

Indicateurs de sécurité et statistiques CNAMTS

- **Réglementation :**

Code du travail, OHSAS 18001 – ISO 14001...

Identification et prévention des risques (personnes, équipement, environnement)

Responsabilités et sanctions

Formation à la sécurité et intégration des nouveaux arrivants

Signalisation de santé et de sécurité au travail

Pictogrammes et étiquetage des produits

Prévention des risques

Responsabilités et sanctions

Formation à la sécurité et intégration des nouveaux arrivants

- **Acteurs de la sécurité au travail**

Acteurs externes - Acteurs internes

Cas particulier du CHSCT

Arbre des causes – étude de cas

- **Comportement général des salariés face à des situations à risques :**

Notions de base sur les principaux risques

Anomalies, risques et comportements à adopter

Equipements de protection individuelle et collective

Application des mesures de protection de l'environnement

## **MODULE ORGANISATION PERSONNELLE** **35 H**

### 1) **FICHE 23 - COMMUNICATION (IMT)** (35 heures)

#### **Objectifs :**

- ⇒ Rechercher et traiter des informations.
- ⇒ Transmettre des informations (retranscrire des événements avec précision, objectivité et en ordre chronologique).
- ⇒ Communiquer dans les situations de la vie professionnelle :
  - ✓ Transmettre des informations
  - ✓ Prendre en compte l'expression des interlocuteurs
  - ✓ Argumenter ses propos
  - ✓ Utiliser le feed back

#### **Contenu :**

- S'informer et traiter l'information (méthodologie de recherche, réorganisation des documents, classement des données).
- Recevoir et comprendre un message (consignes écrites, consignes de travail).
- Réaliser et transmettre un message (compte rendu d'incident, fiche d'activité...).
- Renseigner correctement un dossier de lot.
- Intégrer les règles d'un bon travail en équipe : notion de client/ fournisseur, réaction face à un incident, réaction aux changements, esprit de cohésion

## OPTION GENIE CHIMIQUE -140 H

Cette option a pour but d'apporter les connaissances en Génie Chimique nécessaires à l'exercice du métier d'opérateur en fabrication dans les Industries Chimiques, et notamment :

- la compréhension et la conduite des unités de fabrication,
- l'exploitation et la surveillance de différents équipements mis en œuvre sur les sites de production (pompes, échangeurs, colonnes, compresseurs, réacteurs, ...) dans le respect des règles de sécurité.

### 1) FICHE 24 – DISTILLATION EXTRACTION (SEFCO) (35 heures)

#### **Objectifs :**

- ⇒ Apprendre à manipuler à l'échelle pilote
- ⇒ Comprendre les notions d'équilibre, de taux de reflux, de régime permanent, d'hétéroazéotrope
- ⇒ Effectuer les mesures de débits (vapeurs, distillat, résidu)
- ⇒ Comprendre l'évolution du système (composition et température) sur une opération discontinue
- ⇒ Comprendre l'effet du taux de reflux et de la puissance de chauffe
- ⇒ Conduire une synthèse (estérification) avec distillation à l'échelle pilote
- ⇒ Conduire une opération d'extraction L/L sur une colonne à garnissage en mode contre-courant
- ⇒ Comprendre le rôle du garnissage (2 types utilisés)
- ⇒ Comprendre l'influence des débits sur l'efficacité du procédé
- ⇒ Connaître les caractéristiques des fluides entrants et sortants (débit, masse volumique, température, composition)
- ⇒ Conduire une opération de distillation extractive

#### **Contenu :**

- Présentation de l'atelier (sécurité)
- Notions et unités utilisées
- Généralités sur les opérations unitaires
- Principe de la distillation
- Cas particulier de la distillation discontinue (bilans matière et thermique)
- Cas particulier de la distillation continue (bilans matière et thermique)
- Aspect technologique de la distillation
- Présentation de l'opération d'extraction
- Cas particulier de l'extraction L/L discontinue (bilans matière)
- Aspect technologique de l'extraction L/L
- Applications pratiques :
  - rectification discontinue d'un mélange cyclohexane/toluène
  - rectification continue d'un mélange éthanol/eau
  - distillation extractive en cours d'une réaction d'estérification
  - extraction d'un acide acétique en solution aqueuse par de l'acétate du butyle
  - récupération du butanol par distillation extractive suite à une réaction de saponification

## 2) FICHE 25 – CRISTALLISATION et EVAPORATION (SEFCO) (35 heures)

### Objectifs :

- ⇒ Comprendre :
- les notions de saturation et de sursaturation
  - les mécanismes de cristallisation
  - le bilan matière
  - les facteurs clés de la cristallisation (agitation, profil de température)
  - la caractérisation des solides
  - les principes de l'opération de séchage, la technologie et les facteurs influents
  - le bilan massique
  - les principes de l'opération de filtration et les principales technologies utilisées
  - la notion de seuil de coupure
  - la conduite d'une cristallisation à l'échelle pilote
  - la saturation par évaporation sous vide
  - la cristallisation par refroidissement contrôlé
  - la filtration (type buchner)
  - le séchage et la caractérisation du solide
  - la conduite d'une opération de synthèse et cristallisation à l'échelle semi-industrielle
  - le bâtissage et le débâtissage d'un filtre presse
  - l'évolution du système au cours du temps (pression, débit)
  - le bilan matière et la caractérisation du rétentât humide (taux de matière sèche)
  - la notion de lit fixe et lit fluidisé
  - les notions de débit minimum et débit maximum
  - l'influence des paramètres opératoires (granulométrie solide, dimension colonne)

### Contenu :

- Présentation des bases de la cristallisation
- Présentation des bases de l'opération de séchage
- Présentation des bases de l'opération de filtration
- Application pratique : Cristallisation de la glycine (échelle pilote 10 L)
- Application pratique : Synthèse et cristallisation de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (échelle pilote 200 L)
- Application pratique : Filtration sur filtre presse
- Application pratique : Etude du phénomène de fluidisation (pour séchage solide)

### 3) FICHE 26 – CONDUITE DES PROCÉDES CONTINUS ET DISCONTINUS DES MODULES (GRETA) (22 heures)

#### **Objectifs :**

- ⇒ Découvrir les installations industrielles et les principes physico-chimiques mis en œuvre (comprendre les actions menées sur les actionneurs du procédé)
- ⇒ Découvrir les notions fondamentales de conduite d'un procédé (modes manuel et auto lié à une boucle de régulation)
- ⇒ Mettre en œuvre de manière pertinente les modes manuels et auto pour le démarrage d'une installation puis conduite de celle-ci
- ⇒ Découvrir des maquettes et comprendre les actions menées sur les actionneurs du procédé (impacts sur la conduite)
- ⇒ Découvrir des interfaces de conduite
- ⇒ Maîtriser le démarrage puis la conduite des procédés
- ⇒ Découvrir les notions fondamentales liées à la régulation (inertie, temps mort, dépassement, robustesse face à une perturbation, erreur de trainage pour une rampe de consigne)

#### **Contenu :**

- Présentation des bases de fonctionnement des procédés puis de leur conduite  
Cette partie sera effectuée avec un logiciel de simulation dédié au génie chimique qui permettra de répéter les séquences (temps de réaction très courts) et de faire les premières opérations de conduite sans aucun risque sur les matériels.
- Présentation des interfaces industrielles de conduite des procédés  
Cette partie sera effectuée avec des interfaces industrielles de deux natures différentes (Régulateurs de tableau et Automates industriels avec synoptique) et sur des maquettes ¼ de grand de type physico-chimique (échangeur thermique, niveau, débit, pression ...).



#### 4) FICHE 27 – PROCÉDES DE BASE (GRETA) (48 heures)

##### **Objectifs :**

- ⇒ Découvrir les installations industrielles et les principes physiques mis en œuvre lors des procédés de pompage et d'échange thermique
- ⇒ Maîtriser les mesures de débits, pertes de charge, viscosité des fluides dans les conduites
- ⇒ Connaître les principales technologies de pompes et compresseurs, leur choix raisonné ainsi que les limitations à leur mise en œuvre
- ⇒ Etudier à titre expérimental les trois modes de transfert de chaleur
- ⇒ Mettre en œuvre et exploiter les mesures relatives aux échangeurs thermiques
- ⇒ Connaître les principales technologies d'échangeurs thermiques, leur choix raisonné ainsi que les limitations à leur mise en œuvre

##### **Contenu :**

- Présentation des bases des procédés de pompage et d'échange thermique
- Mécanique des fluides et pompes
- Echanges thermiques