

## HYDRAULIQUE

### A. OBJECTIFS

- L'hydraulique vise à apporter au Technicien Supérieur :
- les connaissances indispensables, en ce domaine, à :
    - la gestion technique des ouvrages (exploitation des réseaux, conduite des installations et maintenance),
    - l'exercice de ses fonctions d'encadrement - animation, de communication - conseil, étude et développements techniques (participation à la conception des ouvrages) et d'assurance de la qualité ;
  - la compréhension des phénomènes.

Ainsi le cours traite :

- des notions fondamentales (hydrostatique et hydrodynamique),
- des applications aux ouvrages,
- du pompage.

Les travaux pratiques portent sur l'étude des thèmes suivants :

- écoulement,
- pompage,
- distribution des eaux destinées à la consommation humaine,
- hydraulique appliquée aux réseaux d'assainissement.

### B. COURS

#### 1. Notions fondamentales

##### 1.1. Généralités

- 1.1.1. Définitions :  
hydraulique, hydrostatique, hydrodynamique.
- 1.1.2. Terminologie. Unités S.I. et unités usuelles
- 1.1.3. Pression relative et pression absolue
- 1.1.4. Pression atmosphérique
- 1.1.5. Poussée
- 1.1.6. Débit et vitesse d'écoulement

##### 1.2. Hydrostatique

- 1.2.1. Principe d'Archimède
- 1.2.2. Principe de Pascal

On envisagera des applications simples.

##### 1.3. Hydrodynamique

- 1.3.1. Ecoulement des liquides sous pression
  - Généralités :
    - écoulement turbulent et écoulement laminaire,
    - théorème de Bernouilli,

- conservation de l'énergie,
- liquides parfaits et liquides naturels,
- trajectoire, plan de charge, ligne piézométrique,
- pression statique et dynamique.
- Pertes de charge
  - par frottement dans les conduites,

L'étudiant doit être capable de calculer les pertes de charge à l'aide de la formule empirique de Williams et Hazen, des tableaux et abaqués. On présentera les expériences de Nikuradze et la formule de Colebrook et on considérera le choix du coefficient de rugosité. On envisagera le cas :

- des tuyauteries lisses non corrodables,
- des tuyauteries corrodables avec dépôts probables.

On considérera le cas :

- de canalisation de forme quelconque,
- de canalisation « circulaire.

On présentera le calcul suivant l'abaque universel et à l'aide des tables.

- singulières.

On envisagera les pertes de charges dans les tuyauteries, raccords, vannes, matériaux filtrants...

Les étudiants devront être capables d'utiliser les formules et abaqués permettant la détermination de ces pertes dans divers cas courants :

- modification du diamètre des tubes :
  - rétrécissement brusque (formule générale et cas particuliers),
  - élargissement brusque,
  - cône convergent et cône divergent,
  - coudes.
- pièces en T,
- vannes et robinets.

- calcul des systèmes déprimogènes,

On considérera les tubes de Venturi, les diaphragmes et les tuyères.

On présentera :

- le calcul approché de la dépression créée par le dispositif,
- le calcul précis en application des normes françaises (NFX 10 101, NFX 10 102, NFX 10 110).

- débit des orifices et ajutages.

On considérera :

- la formule générale,
- la formule simplifiée pour  $k = 0,62$ ,
- le tube de Pitot.

1.3.2. Ecoulement de l'eau à surface libre : écoulement dans les canaux

- équation du mouvement permanent,
- régime permanent uniforme,
- pertes de charge :

- par frottement,

L'étudiant devra savoir utiliser les formules empiriques de Bazin et de Manning-Strickler ainsi que l'abaque universel.

On considérera les coefficients  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$ .

- à travers une grille.

1.3.3. Débits des déversoirs

- formule générale,
- déversoir rectangulaire en mince paroi avec vitesse d'approche faible,

- déversoir en mince paroi sur un canal :

- sans contraction latérale,
- avec contraction latérale,
- triangulaire.

L'étudiant devra être capable d'effectuer le calcul par la formule de Bazin et par la formule de la Société des Ingénieurs et Architectes Suisses.

- mesure de débit

On envisagera notamment la mesure par ultra-sons.

1.3.4. Vidange : temps de vidange d'un réservoir

On présentera les formules permettant de calculer les durées de vidange :  
- d'un réservoir à section horizontale constante percée à la base,  
- d'un réservoir conique.

## 2. Applications aux ouvrages

2.1. Installations de traitement  
- temps de séjour,  
- traçage.

2.2. Réseaux de distribution d'eau destinée à la consommation humaine

2.2.1. Les réseaux de distribution

On procédera à une présentation générale. On distinguera les eaux souterraines et les eaux superficielles et on considérera les périmètres de protection.

- captages, puits, forages, prises d'eau,

- réservoirs,

- réseaux types.

On se limitera à la présentation de leur rôle et de leur intérêt. On présentera les réseaux ramifiés et les réseaux maillés.

2.2.2. Calculs des caractéristiques des canalisations

On envisagera les cas suivants :  
- conduite débitant à gueule bée,  
- conduite reliant deux réservoirs,  
- prise d'eau alimentée par deux réservoirs : réservoir d'équilibre,  
- conduites en parallèle et conduite équivalente.

2.2.3. Calcul d'un réseau maillé

On présentera la méthode de Cross et on envisagera son application :  
- par calcul, à un réseau à deux mailles,  
- par méthode informatique, à un réseau complexe.

2.2.4. Comptage, rendement de réseau

On se limitera au principe du comptage et à la définition du rendement. On présentera les méthodes de mesurage, en relation avec le cours d'automatique.

2.3. Réseau d'assainissement

2.3.1. Conception des réseaux d'assainissement

On envisagera les principes de conception et les recommandations ministérielles (circulaire n° 77 284 du 22-06-1977).

2.3.2. Réseaux d'eaux usées

On envisagera le cas des eaux usées domestiques et des eaux industrielles.

- calcul des débits,
- calcul des sections d'ouvrages,
- postes de relèvement et postes de refoulement.

On envisagera leur objet et leur intérêt.

2.3.3. Réseaux pluviaux et unitaires

- généralités,
- calcul des débits pluviaux,

On considérera :  
- formule rationnelle,  
- formule superficielle de Caquot (circulaire ministérielle n° 77 284 du 22-06-1977).

- calcul des sections,
- postes de relèvement et postes de refoulement,
- déversoirs d'orages,
- bassins d'orage ou de stockage.

On envisagera leur objet et leur intérêt.

2.4. Plans de réseaux

Les étudiants devront connaître les principes de schématisation et être capable de procéder à la lecture d'un plan.

### 3. Pompage

#### 3.1. Pompes et systèmes de relevage

- différents types de pompes,

On se limitera à une présentation sommaire en distinguant pompes centrifuges et pompes volumétriques (pompes à piston et pompes rotatives) et en présentant leurs caractéristiques. On considérera les groupes immergés.

- courbes caractéristiques,

On considérera la hauteur d'élevation totale (HET), la hauteur manométrique totale (HMT), la hauteur nette d'aspiration (NPSH), la cavitation. On envisagera puissance théorique et puissance absorbée.

- autres systèmes de relevage.

On se limitera à la présentation du système de relevage par vis.

#### 3.2. Conduite de refoulement

- détermination du diamètre économique,  
- courbe caractéristique du réseau,

On considérera ligne piézométrique, pression statique et pression dynamique, point de fonctionnement.

- équipements de protection,  
- coup de bélier.

Description du phénomène.

#### 3.3 Fonctionnement en parallèle et en série

On déterminera le point de fonctionnement.

## C. TRAVAUX PRATIQUES

On organisera 15 séances de 4 heures sur l'ensemble des deux années. On utilisera au maximum l'outil informatique et on exploitera des logiciels professionnels.

### 1. Ecoulement

Etude sur ligne piézométrique.

## **2. Pompage**

### **2.1. Les pompes**

Etude sur banc hydraulique.  
Mise en oeuvre et  
entretien.

### **2.2. Les stations de pompage**

- les équipements et leur mise  
en place,

On envisagera les  
équipements hydrauliques  
(vannes, clapets...), les  
équipements  
électromécaniques, les  
compresseurs, les  
surpresseurs et les  
ventilateurs.

- le pompage à vitesse  
variable,  
- les coups de bélier,  
- maintenance.

## **3. Distribution des eaux destinées à la consommation humaine**

On utilisera des logiciels  
professionnels.

### **3.1. Montage, exploitation et entretien d'un réseau de distribution des eaux destinées à la consommation humaine**

On considérera la mise en  
oeuvre des différentes  
techniques selon les  
matériaux utilisés et selon  
l'environnement dans lequel  
ils sont placés.  
On procédera aux opérations  
suivantes :  
- montage de tuyaux et  
d'accessoires,  
- réalisation de butées,  
- épreuve hydraulique,  
- désinfection,  
- branchement sans prise en  
charge,  
- branchement avec prise en  
charge,  
- mise en place d'un  
montage,  
- recherche des fuites :  
détection, localisation  
(mise en oeuvre des  
différents détecteurs),  
importance, réparation.

### **3.2. Les compteurs d'eau**

On procédera à l'étude sur  
banc de mesure et à la mise  
en oeuvre des techniques de  
relève.

### 3.3. Les disconnecteurs

On présentera leur rôle et on procédera :

- aux démontage et remontage de disconnecteurs,
- à l'analyse des causes de dysfonctionnement,
- à la mise en oeuvre des techniques de maintenances préventive et curative.

### 3.4. Réglage et utilisation des divers accessoires de régulation

On procédera à une étude sur banc hydraulique en relation avec l'enseignement d'automatique.

## 4. Hydraulique appliquée aux réseaux d'assainissement

### 4.1. Montage, exploitation et entretien d'un réseau d'assainissement

On considérera la mise en oeuvre des différentes techniques selon les matériaux utilisés et selon l'environnement dans lequel ils sont placés.

On procédera aux opérations suivantes :

- montage de tuyaux et d'accessoires,
- épreuve hydraulique,
- branchement,
- recherche des fuites : détection, localisation (mise en oeuvre des différents détecteurs), importance, réparation.

### 4.2. Projet de conception

On utilisera des logiciels professionnels.

- d'un réseau séparatif,
- d'un réseau unitaire,
- d'ouvrages spécifiques.

On se limitera aux bassin de retenue, bassin de dépollution et déversoir d'orage.

### 4.3. Etude d'un poste de relèvement ou de refoulement

On déterminera ses caractéristiques. On envisagera l'optimisation de son exploitation ainsi que sa maintenance.



4.4. Etude d'un réseau  
d'assainissement en état de  
fonctionnement

On analysera ses  
caractéristiques. On  
envisagera l'optimisation  
de son exploitation et on  
insistera sur ses  
maintenances préventive et  
curative.