

**Semestre : 1**

**Unité d'enseignement : UEF 1.1.2**

**Matière : LES écoulements en charge**

**VHS : 45h (cours : 01h30, TD : 01h30)**

**Crédits : 4**

**Semestre : 2**

### **Objectifs de l'enseignement :**

Ce cours permet l'approfondissement des connaissances relatives aux écoulements sous pression aux régimes permanents et non-permanents ainsi que la familiarisation avec les instruments de mesure couramment utilisés dans les installations hydrauliques et pétrochimiques sous pression.

### **Connaissances préalables recommandées :**

Connaissance des bases de la mécanique des fluides.

### **Contenu de la matière :**

#### **Chapitre 1 : Rappels**

Caractéristiques des fluides, propriétés des fluides, loi des gaz parfaits, classification des fluides, tension de vapeur, tension superficielle, capillarité.

#### **Chapitre 2 : Les écoulements permanents dans les conduites en charge**

- 2.1. Ecoulement d'un fluide réel (distribution des vitesses, équation d'énergie, résistance hydraulique et dissipation d'énergie, fluide en développement et couches limites à l'entrée des conduites).
- 2.2. Ecoulement monodirectionnel : Equations fondamentales. Problèmes élémentaires de conduites simples. Canalisations non circulaires. Conduites en série et en parallèles. Conduites équivalentes. Réseaux ramifiés et maillés. Interconnexion de réservoirs. Puissance de pompage, NPSH et diamètre économique.
- 2.3. Instruments de mesure des fluides : Mesure des densités des fluides (balance de Westphal, densimètre à volume constant et densimètre à poids constants, tube en U). Mesure de la viscosité des fluides (viscosimètre MacMichael, viscosimètre Stormer, viscosimètre Saybolts, viscosimètre Engler, viscosimètre Ostwald, viscosimètres à chute de bille). Mesures des pressions statiques et totales (manomètres, micromanomètres, capteurs et procédés de conversion). Mesure des contraintes visqueuses (tube de Stanton, tube de Preston). Mesures des niveaux (niveau à glass, détecteur résistif, détecteur capacitif). Mesure des vitesses (sonde de Prandtl, anémomètres à coupelles et à hélices, anémomètres à fil chaud et à film chaud). Mesure des débits (diaphragme, venturi, tuyères, débitmètre à turbine, rotamètre, débitmètre à palette et à coude, gazomètre)

#### **Chapitre 3 : Les écoulements non permanents dans les conduites en charge**

- 3.1. Ecoulements quasi-permanents (vidange d'un réservoir vers une rivière, vidange d'un réservoir vers un autre)
- 3.2. Mouvements oscillatoires des liquides (dans un tube en U et entre deux réservoirs, sans résistance hydraulique, avec une résistance laminaire et avec une résistance turbulente)
- 3.3. Ecoulement transitoire (temps d'établissement de l'écoulement)
- 3.4. Coup de bélier (fluide parfait, fluide réel, célérité de l'onde de choc, étude des phases, intensité du coup de bélier)
- 3.5. Protections contre le coup de bélier (cheminée d'équilibre, fermeture lente, soupape de décharge, volant d'inertie et réservoir anti-bélier)

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu : 40% ; examen : 60%.

**Références bibliographiques**

1. *Irving H. Shames, 2003, Mechanics of fluids, 4th ed., McGraw Hill, International Ed. ISBN 0-07-119889-X.*
2. *S. Candel, 1995, Mécanique des fluides cours, 2e ed, Dunod, Paris 1995, ISBN 2-10-002585-6.*
3. *B.S. Massy, 1975, Mechanics of fluids, 3<sup>rd</sup> ed., VNR, London 1975, ISBN 0 442 30021 2.*
4. *T. Allen Jr. and R. L. Ditsworth, 1972, Fluid Mechanics, Int. Student ed. McGraw-Hill Kogakusha,*
5. *Merzak. Damou, Mecanique des fluids, O.P.U. 03-1994. Code 2.05.3887.*
6. *Pump Engineering Manual, IDURCO, 1968.*