

CHAP. III A.E.P.

I – introduction:

L'eau est un bien public, chacun a le droit de l'acquérir en quantité suffisante et en quantité satisfaisante.

Dans les temps anciens, le transport de l'eau se faisait par des moyens rudimentaires, de nos jours, l'évolution a permis de canaliser l'eau depuis la source jusqu'aux points d'utilisation, la conception et l'étude d'une telle canalisation nécessitent la considération de tous les facteurs agissant sur ce genre d'opération pour assurer un fonctionnement rentable et durable de l'ouvrage.

Il est bien de rappeler les procédés à effectuer avant l'introduction de l'eau dans les canalisations de distribution dont voici certains :

II- captage des eaux :

C'est une opération qui consiste à capter l'eau douce pour la mettre en réserve, puis la distribuer après traitement; l'eau peut provenir soit des eaux souterraines soit des eaux de surface.

II-1- eau souterraine : (captage par puits)

La perméabilité de certains sols permet à l'eau de pluie de pénétrer dans des profondeurs variables de la terre. Arrivant à une certaine profondeur, l'eau se stagne pour former des nappes ; cette nappe constitue la source de prise d'eau pour l'adduction en eau potable.

II-2- eau de surface :

L'origine de cette eau est également la pluie sur les bassins versants du milieu récepteur, elle finit par se déverser dans les cours d'eau, les lacs,...etc, et qui constitue la source de captage des eaux de surface.

III- traitement des eaux :

C'est l'ensemble des opérations qui consiste à traiter les eaux dans le but de les rendre potables ; l'élimination des éléments en suspension par décantation ou par filtration.

La stérilisation essentiellement par l'action soit du chlore ou de dérivés chlorés ou l'ozone.

L'amélioration qui consiste à corriger les propriétés chimiques de l'eau captée, soit par addition de corps chimiques consommables, soit par absorption de corps supprimés.

IV- considérations générales :

Avant de passer aux dimensions du réseau de distribution d'eau potable, il faut établir le bilan général des différents points de consommation qui est déterminé sur la base des consommations spécifiques.

Ecole	→ 20l/j/élève
Logement	→ 150l/j/hab.
Mosquée	→ 5l/j/m ²
Locaux administratifs	→ 2l/j/m ²

IV-2- débit de pointe :

La plus grande consommation est enregistrée durant la journée, d'autre part, il faut tenir compte des pertes admissibles liées au rendement du réseau qui sont généralement estimées à 15 %.

L'expression qui donne le débit de pointe ϕ_p pour alimenter les points à usage d'habitation est :

$$\phi_p = \frac{1,15 C_j \cdot N \cdot P}{86400} \quad (l/s)$$

C_j : dotation journalière (l/j/hab.)

N : nombre d'habitant

P : coefficient de pointe.

IV-3- vitesse d'écoulement :

On doit une vitesse $0,5 \text{ m/s} < V < 1,5 \text{ m/s}$

$V < 1,5 \text{ m/s}$ pour éviter le bruit et les dégradations des conduites.

$V > 0,5 \text{ m/s}$ pour éviter les dépôts.

IV-4- calcul des diamètres :

L'expression qui permet de calculer le diamètre est :

$$Q_p = V \cdot S \quad V : \text{vitesse [m/s]}$$

S : section de la conduite (m^2)

Q_p : débit de pointe (m^3/s)

Sachant que $S = \pi D^2 / 4$

$$D = \sqrt{4Q_p / \pi V} \quad D \text{ (m) : diamètre de la conduite}$$

N.B :

Le diamètre D calculé doit être normalisé par diamètre ϕ , par conséquent la vitesse réelle d'écoulement V_r est :

$$V_r = \frac{4Q_p}{\pi \phi^2} \quad (\text{m/s})$$

IV-5- pertes de charges :

Elles sont dues aux frottements entre particules du liquide et la paroi de la canalisation.

Elles sont données par la formule de COLEBROOKE :

$$\Delta j = \lambda \cdot V^2 / 2g \cdot D$$

Δj : perte de charge de m de hauteur du fluide circulant dans la conduite par m de celui-ci

V : vitesse moyenne de l'écoulement (m/s)
 g: accélération de la pesanteur (m/s²)
 λ : En fonction du nombre de REYNOLDS

Re : VD /μ et K/D

K : coefficient de rugosité en m

V : coefficient de viscosité cinématique du liquide en mouvement.

La formule de COLEBROOKE donne le coefficient de perte de charge

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{k}{2,7D} + \frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}} \right)$$

Pour une conduite neuve k = 0,1 mm

Pour une conduite ancienne k = 0,03 mm

En pratique, on utilise les tables de COLEBROOKE qui donnent les pertes de charges en fonction du_ débit, la vitesse et le coefficient k.

IV-5- ligne piézométrique H :

C'est la limite d'ascension de l'eau qui est entraînée par une pression quelconque, cette limite est atteinte avec énergie cinétique nulle.

La cote piézométrique est donnée par l'expression suivante.

$$H = Z + P$$

Z : cote altimétrique de l'eau

P : pression entraînée en m c E

H : cote piézométrique

IV-6- pression :

C'est une grandeur physique qui s'exerce sur un liquide dans une conduite pour lui apporter l'énergie nécessaire qui permet de vaincre les différentes pertes de charges rencontrées dans cette conduite.

Calcul de pression nécessaire au point de piquage :

Les normes exigent que la pression minimum pour le fonctionnement normal d'un chauffe-bain --→ 5 m c e

Robinet de puisage -----→ 2 m c e

$$5 \text{ m c e} \leq p \leq 40 \text{ m c e}$$

V/ réseau de distribution d'eau potable :

V-1/ définition :

C'est un assemblage de plusieurs conduites en série ou en parallèle accompagnée d'un ensemble d'accessoires (coude robinets bouche d'incendie), qui sont appelées à remplir des fonctions bien spécifiques.

V-2/ différents types de réseaux :

On distingue deux types de réseaux :

V-2-1/ réseau ramifié :

C'est le système le plus ancien, l'écoulement des eaux s'effectue dans le même sens, c'est à dire pas d'alimentation en retour des canalisations ; c'est un système économique mais il présente un grand inconvénient en matière de sécurité et ne souplesse lorsqu'un arrêt se produit en un point ; il nous oblige d'isoler toute ou une partie d'un réseau située en aval, il a comme avantage, la facilité de réalisation et de calcul.

V-2-2/ réseau maille :

Il présente l'avantage de simplifier considérablement l'exploitation car les coupures peuvent se faire en isolant une seule maille le reste étant toujours alimenté, aux heures de pointe les surcharges en point sont absorbées par les possibilités multiples d'alimentation.

Avantage : la sécurité est garantie en cas de panne

Inconvénient : coûteux et calcul complexe

N.B : calcul :

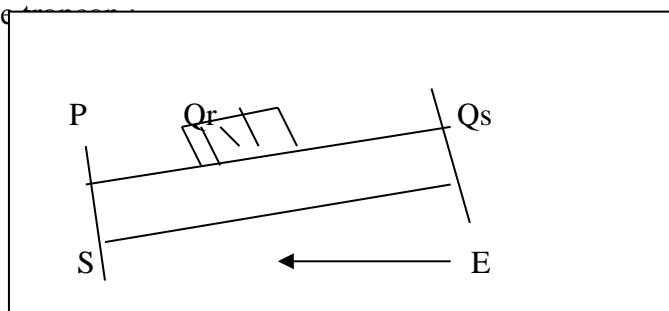
V-3-1/ débit fictif équivalent (débit de calcul Q_c) :

C'est le débit rencontré sur un réseau des tronçons de conduite présentant des prises d'eau, ceci fait que le débit de ces tronçons varie autant de fois qu'il ait des prises d'eau on distingue trois débits sur ce tronçon :

Q_6 : débit d'entrée

P : débit de sortie (en aval)

Q_r débit en route (consomme)



برنامج دورة AutoCAD/COVADIS مع جميع التفاصيل:

<https://pencourse.com/enrol/index.php?id=66>

أو يمكنكم التواصل معنا مباشرة على : (+213) 0676456832 / (+213) 0554924662

Page Facebook: [Formation civil](#)

WhatsApp: <https://wa.me/213676456832>

Le dimensionnement de la conduite par ces débits peut être surdimensionné ou sous dimensionné, donc il faut déterminer le débit fictif équivalent dit " débit de calcul Q_c " qui est considéré uniforme le long de la conduite, tel que : $P+Q_r \leq Q_c \leq P$

Pour le calcul on adopte pour la valeur de Q_c tel que : $Q_c = P + 0,55 \phi_r$

V-2-2/ loi de KIRCHHOFF : (équation de continuité)

$\sum Q_i = 0$, les débits entrants égaux aux débits sortants en chaque nœud.

• équation des pertes de charge :

$\sum j_l = 0$; j_l : perte de charge en chaque tronçon compte en valeur algébrique selon le sens positif choisi.

V-3-3/ calcul du débit correctif :

Par l'application des deux lois de KIRCHHOFF, on obtient :

$$\Delta Q = \frac{\sum j}{2 \sum (j/Q)} \dots \dots \dots \text{Formule de FAIR}$$

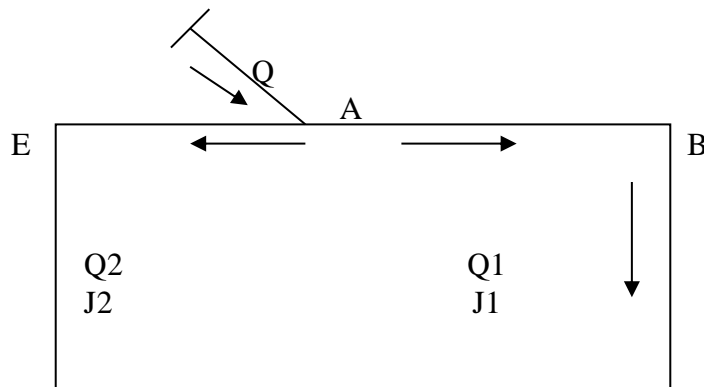
Les valeurs de j/Q sont prises en valeur absolue
 Les valeurs de j sont prises en valeur algébrique

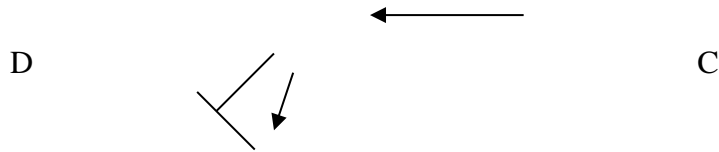
a- détermination des diamètres :

- méthode d'HARDY CROSS : (méthode d'égalisation des charges)

Avec les itérations, on peut déterminer les débits exacts qui circulent avec leur sens.

b- marche à suivre :





- établir la répartition forfaitaire du débit en respectant les lois de KIRCHHOFF
- calcul des diamètres provisoires.

Calcul des pertes de charges (COLEBROOKE)

- calcul des débits correctifs

$$\Delta Q = - \frac{\sum j 1}{2 \sum (j 1/Q1)}$$

- correction des débits provisoires
- continuer les itérations jusqu'à $\Delta Q \leq 0,001$.

C/ vérification de la maille :

$\sum JABCF - \sum AEDF$ est acceptable (cas de fig.2)

$0,5 \text{ bar} \leq p \leq 4 \text{ bars}$

$0,5 \text{ bars} \leq V \leq 1,5 \text{ m/s}$

V-3-5/ ramification du réseau maille :

Le transport de l'eau depuis les canalisations principales (maille) jusqu'aux points d'utilisation (pieds des bâtiments) se fait par des ramifications.

V-3-6/ caractéristique hydraulique d'une conduite :

D'après les lois de l'hydraulique

$$H_i = Z_i + P_i$$

$$H_j = Z_j + P_j$$

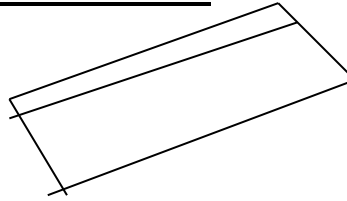
$$H_j = H_i + H_y$$

H_i, H_j : cotes piézométrique

P_i, P_j : pressions exercées sur l'eau sur les extrémités i, j

Z_i, Z_j : cotes altimétriques

H_{ij} : pertes de charge totales dans la conduite $i j$



V-4/ calcul et recommandations pratiques :

La pression demandée à partir du point de piquage est fournie par les services publics. Connaissant les caractéristiques du point de piquage : $P - Z - H$ en se faisant un calcul par récurrence moyennant les formules, on peut déterminer la pression qui sera disponible au sol de chaque immeuble.

VI-4-1/ établissement de la comparaison :

$P_a > P_{max} \rightarrow$ réducteur de pression

$P_{min} \leq P_0 \leq P_{max} \rightarrow$ fonctionnement normal

$P_0 < P_{min} \rightarrow$ surpresseur au sol du bâtiment

VI/ trace en plan (recommandations générales) :

- toutes les canalisations sont posées en tranchée sous trottoir
- limiter le nombre de traversée de la chaussée
- occupation de la voirie qui ne contient pas le réseau d'assainissement
- prévoir une protection en béton en cas de traversée de la chaussée et en cas où la profondeur est inférieure à 80 cm.

VII/ protection du réseau :

Problèmes fréquents :

- 1- formation des poches d'air dues à l'augmentation de la température T° et la diminution de la pression P_r
- 2- coup de bélier du à la propagation d'une onde de pression (ou dépression)
- 3- détérioration des coudes dus aux grandes vitesses d'écoulement.

Solution :

- 1- prévoir une ventouse (purgeur) aux points hauts du réseau
- 2- prévoir des robinets vannes à ouverture et fermeture progressive (à vis)
- 3- prévoir en face des coudes, des butées pour absorber les effets de vitesse

VIII/ organes annexes :

1/ les canalisations : sont en acier galvanise, ont pour objet le transport de l'eau du point de piquage jusqu'aux points d'utilisation.

2/ joints : l'assemblage de deux conduites successives.

3/ bouche d'incendie : utilisées pour satisfaire les besoins de lutte contre l'es incendies, rayon de balayage de 150 à 200 m et le débit est de 17 l / s.

4/ bouche d'arrosage : besoins en eau pour les espaces verts, lavages des trottoirs,.....etc. le débit d'alimentation est de 0,4 l/s.

5/ ventouse : placée aux points hauts du réseau, permet l'évacuation de l'air entraîne à l'intérieur des conduites.

- Une bouche d'incendie sur vanne de 100 mm de diamètre par bouche de débit de 17 l/s sous pression minimale de 1 bar.
- Les vidanges seront prévues aux points bas du réseau
- Les ventouses seront prévues aux points hauts du réseau, elles seront raccordées au réseau par diamètre de 60 mm.

Dimensions des ramifications :

Pour le calcul des ramifications, on n'a pas tenu compte des débits en route, c'est à dire que pour un tronçon ayant pour débit en route q et pour débit consomme le long du tronçon Q sera dimensionne pour un débit $Q_c = Q + q$, car les ramifications sont petites et les débits sont faibles.

Exemple :

Considérons le tronçon (1-2), le débit (7,338 l/s, longueur $L = 3,5$ m

$\Phi = 100$ mm, d'après la table de colectomie on a :

$j = 0,01005$ m/m et les pertes de charges totales.

$J = j.L = 0,010005.3,5 = 0,035175$ m

Cote piézométrique aval = cote piézométrique amont – pertes de charges totales

$C_p \text{ aval} = 695,85 - 0,035175 = 695,82$ m

Cote sol aval = cote sol au point 2 = 664 m

Pression au sol aval = cote piézométrique aval – cote sol aval

Pression au sol aval = $695,82 - 664 = 31,82$ m = 3,182 bars

Nota : les résultats des ramifications seront donnes par le tableau ci-après :

R – D – C	0,8 à 1 bars
1 NIVEAU (R+1)	1,2 à 1,5 bars
2 NIVEAUX (R+2)	1,6 à 1,9 bars
3 NIVEAUX (R+3)	2 à 2,8 bars
4 NIVEAUX (R+4)	2,4 à 2,9 bars
5 NIVEAUX (R+5)	3 à 3,5 bars

Formation complète en Covadis

الدورة الكاملة في الكوفاديس

- ✓ الوصول عبر التطبيق أو الحاسوب
- ✓ متابعة مع الأستاذ على الواتساب
- ✓ شهادة رقمية بنهاية الدورة
- ✓ حسابك يبقى مدى الحياة

Formation complète en Covadis
الدورة الكاملة في الكوفاديس

Avec formation gratuite en fondamentaux d'AutoCAD
مع دورة مجانية في أساسيات الأوتوكاد

تحت إشراف الدكتور : حملاوي اسكندر
خبرة منذ 2017 في ميدان التكوين

Covadis

Dessin des plans : رسم المخططات
Calcul cubature : حساب الحجم
Division des terrains : تقسيم الأراضي
Etude des voiries : دراسة الطرقات
Etude d'assainissement : دراسة الصرف الصحي

Plus de 6 heures et demie, pour un total de 64 vidéos
أكثر من 6 ساعات و نصف بمجموع 64 فيديو

La formation est en français/arabe, avec un certificat delivré
الدورة باللغتين الفرنسية والعربية مع شهادة بنهاية الدورة

برنامج دورة AutoCAD/COVADIS مع جميع التفاصيل على المنصة:

<https://pencourse.com/enrol/index.php?id=66>

للإستفسار أو التسجيل، يمكنكم التواصل معنا مباشرة على :

(+213) 0676456832 / (+213) 0554924662

- Page Facebook: [Formation civil](#)
- WhatsApp: <https://wa.me/213676456832>

برنامج الدورة Programme de la formation

1- Formation sur les fondamentaux d'AutoCAD دورة أساسيات الأوتوكاد

- Programme de la formation الدورة برنامج
- ▶ 0- Installation AutoCAD 2019 et Covadis 17 تثبيت البرنامجين
- 1- Introduction à AutoCAD/Covadis مقدمة حول البرنامجين

برنامج دورة AutoCAD/COVADIS مع جميع التفاصيل:

<https://pencourse.com/enrol/index.php?id=66>

أو يمكنكم التواصل معنا مباشرة على : (+213) 0676456832 / (+213) 0554924662

Page Facebook: [Formation civil](#)

WhatsApp: <https://wa.me/213676456832>

- 2- Les commandes de dessin أوامر الرسم
- 3- la barre d'état شريط الحالة
- 4- Les commandes de modification أوامر التعديلات
- 5- Texte et cotation النصوص والقياسات
- 6- Les calques الطبقات
- 7- Modification des propriétés, couleur, épaisseur et type de ligne
تعديلات مهمة
- 8- Projet d'application (dessin du plan d'un stade) مشروع تطبيقي
- Fichiers du chapitre ملفات الفصل

▼2- Dessin des plans de A à Z (du levé topographique jusqu'à l'impression) رسم المخططات من الألف إلى الياء (من الرفع الطبوغرافي إلى الطباعة)

- 1- Introduction au levé topographique مقدمة في المسح الطبوغرافي
- 2- Chargement (importation) du fichier topographique نقل البيانات
- 3- Dessin des bâtiments, constructions رسم المنشآت
- 4- Habillage des talus رسم المنحدرات
- 5- Insertion des symboles et habillage وضع الرموز الطبوغرافية
- 6- Calcul du MNT (Modèle Numérique de Terrain) النموذج الرقمي للأرض
- 7- Calcul MNT – ancienne méthode (2) طريقة 2 - النموذج الرقمي للأرض
- 8- Dessin et gestion des courbes de niveau منحنيات التسوية
- 9- Création de la légende des symboles جدول الرموز الطبوغرافية
- 10- Création et gestion du carroyage مخطط الشبكة
- 11- Impression des plans الطباعة
- Fichiers du chapitre ملفات الفصل

▼3- Listing des points قائمة النقاط

- 1- Listing des points du projet قائمة نقاط المشروع
- 2- Listing des points en coordonnées polaires قائمة النقاط بالإحداثيات القطبية
- Fichiers du chapitre ملفات الفصل

▼4- Calculs de volumes, cubature et terrassements حساب الحجم و أعمال الحفر

- 1- Cubature des terrassements (estimation avant projet) حساب حجوم أعمال ما قبل التنفيذ
- 2- Calcul de cubature par prisme - cas d'un volume - طريقة 1 حساب الحجم
- 3- Calcul Cubature par profil (2ème méthode) - طريقة 2 حساب الحجم

- 4- Cubature entre 2 MNT - avant et après terrassement حساب حجوم الحفر والردم
- 5- Calcul volume - 1 MNT et un plan horizontale حساب الحجم بالنسبة لمستوي
- Fichiers du chapitre ملفات الفصل

▼5- Vérification et partage des terrains التحقق وتقسيم الأراضي

- 1- Vérification des limites du terrain (bornage) التحقق من حدود الأراضي
- Division des surfaces – méthode 1 تقسيم المساحات – الطريقة الأولى
- Division des surfaces – méthode 2 تقسيم المساحات – الطريقة الثانية
- Division des surfaces – méthode 3 تقسيم المساحات – الطريقة الثالثة
- Division des surfaces – méthode 4 تقسيم المساحات – الطريقة الرابعة
- Fichiers du chapitre ملفات الفصل

▼6- Etude voiries de A à Z (projet complet) دراسة الطرق من الألف إلى الياء

- 0- Introduction au voiries مقدمة عن الطرقات
- 1- Calcul de MNT (Modèle Numérique de Terrain) النموذج الرقمي للأرض
- 2- Définition du projet التعريف بالمشروع
- 3-1- Tracé de l'axe en plan (partie 1) رسم المحور
- 3-2- Tracé de l'axe en plan (partie 2) رسم المحور
- 4- Tabulation de l'axe en plan جدول بيانات المحور
- 5- Création du profil en long المقطع الطولي
- 6-1- Création du profil type – méthode 1 المقطع النموذجي 1
- 6-2- Création du profil type – méthode 2 المقطع النموذجي 2
- 7- Affectation du profil type et calcul des calculs إجراء الحسابات
- 8- Tracé les profils en travers المقاطع العرضية
- 9- Listing des calculs, cubatures et coordonnées عرض الحسابات والأحجام والإحداثيات
- 10- Devis estimatif et quantitatif sous Covadis تكاليف المشروع وكمياته
- 11- Étude des autres voiries دراسة الطرق الأخرى
- Fichiers du chapitre ملفات الفصل

▼7- Etude d'Assainissement de A à Z (projet complet) دراسة الصرف الصحي من الألف إلى الياء

- 1- Rappel théorique en assainissement مراجعة نظرية
- 2- Plan de travail et méthodologie خطة العمل
- 3- Paramétrage du projet إعداد المشروع
- 4 – Traçage des canalisations رسم محاور المشروع
- 5- Dessin et affectation des sous bassins versants رسم الأحواض الفرعية

- 6- Calcul du projet et affichage des résultats حساب وعرض النتائج
- 7- Habillage du Projet تنسيق المشروع
- 8- dessin des profiles en long المقاطع الطولية
- 9- Modification du projet تعديل المشروع
- 10- Dessin des profiles en travers المقاطع العرضية
- 11- Listing des calculs et devis quantitatif et estimatif الحسابات والتقدير الكمي
- Fichiers du chapitre ملفات الفصل

▼8- Autres vidéos importantes فيديو هات مهمة أخرى

- modifications des altitudes et coordonnées Z تعديل الارتفاعات Z
- Cotation des points (coordonnées XYZ) إظهار الإحداثيات
- Interpélation des points
- Solution de problème de suppression des calques حل مشكلة حذف الطبقات
- Orientation des points (rotation des matricules) تدوير النقاط
- Creation des points en coordonnées polaire angle-distance إنشاء النقاط بالإحداثيات القطبية
- Modification de la taille des points تغيير حجم النقاط
- Analyse de relièf تحليل التضاريس

▼Votre certificac شهادة نهاية الدورة

- Votre Attestation شهادة تكوين

برنامج دورة AutoCAD/COVADIS مع جميع التفاصيل على المنصة:

<https://pencourse.com/enrol/index.php?id=66>

للإستفسار أو التسجيل، يمكنكم التواصل معنا مباشرة على :

(+213) 0676456832 / (+213) 0554924662

- Page Facebook: [Formation civil](#)
- WhatsApp: <https://wa.me/213676456832>

برنامج دورة AutoCAD/COVADIS مع جميع التفاصيل:

<https://pencourse.com/enrol/index.php?id=66>

أو يمكنكم التواصل معنا مباشرة على : (+213) 0676456832 / (+213) 0554924662

Page Facebook: [Formation civil](#)

WhatsApp: <https://wa.me/213676456832>