

Concours de recrutement

ingénieur d'Etat 1er grade

26 mars 2017

- Durée : 3 heures
- Coefficient : 3

**N.B. :**

- Les candidats peuvent traiter au choix l'un des deux épreuves proposés ;
- Les candidats peuvent rédiger leurs réponses en langue arabe ou en langue française selon leur choix ;
- Matériel autorisé : calculatrice et règle.

**Epreuve A (sur 20 points)**

**Partie 1 (5 points) :**

Pour l'ossature de bâtiment figurée ci-dessous :

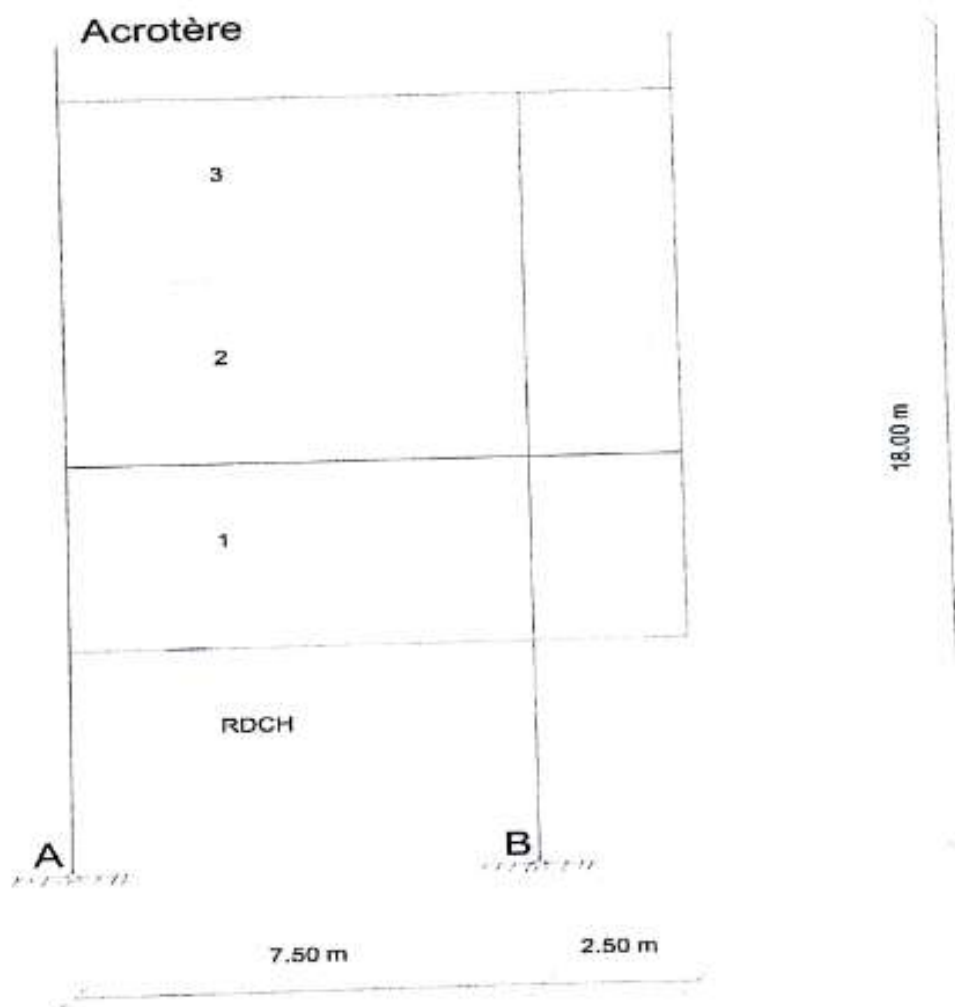
- Charges :
  - sur terrasses et les trois planchers :  
 $g = 17 \text{ KN/m}^2$  permanentes,  
 $q = 17,83 \text{ KN/m}^2$  variables ( $\psi_0=0,77$ ).
  - acrotères et façades :  
 $G = 48 \text{ KN/m}$  à E.L.S,
  - vent :  
 $w = 5,60 \text{ KN/m}^2$  à l'E.L.U.

- On se propose :

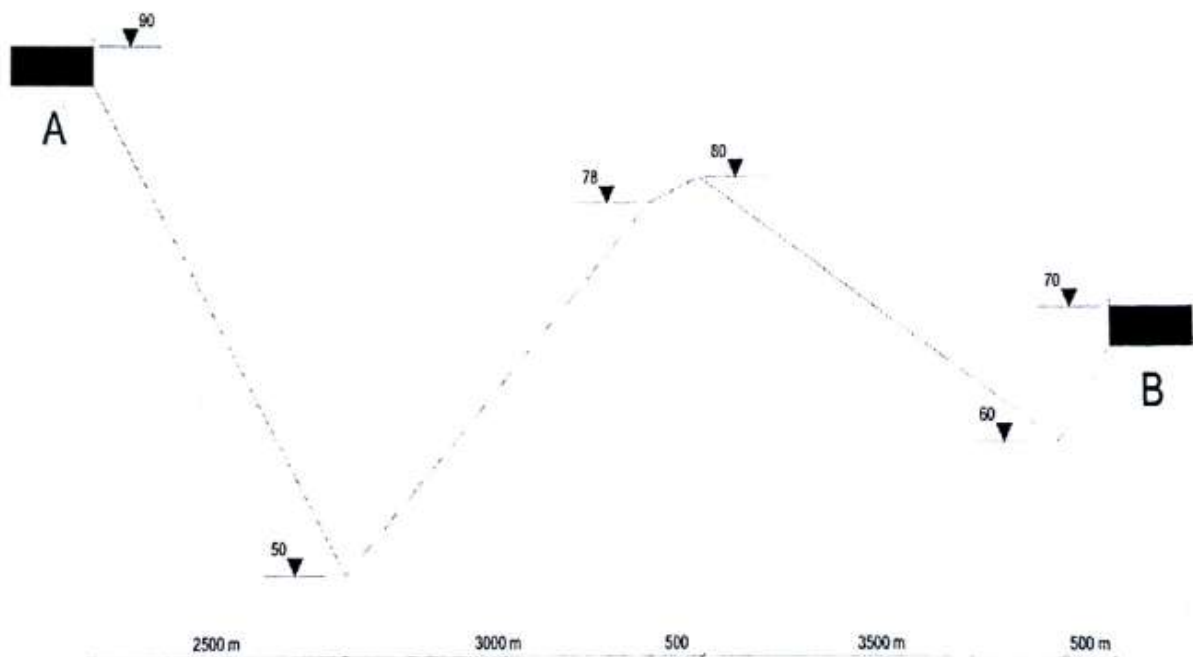
1. de déterminer les charges globales pour une longueur unitaire de bâtiment, en supposant pour simplifier :

- ✓ que les planchers sont simplement appuyés sur les poteaux, au niveau du plancher haut du rez de chaussée (RdC) pour les charges verticales.
- ✓ que la base des poteaux est articulée pour les charges horizontales.

2. de calculer les efforts normaux extrêmes à l'E.L.U. dans le poteau A.



Calculer le diamètre minimum d'une conduite en béton, reliant les réservoirs A et B, suivant le profil en long ci-dessous, pour transporter un débit de 500 l/s. Les pertes de charges linéaires seront calculées avec la formule de Manning avec  $n = 0,0125$  et les pertes de charges singulières dues aux variations de section sont supposées égales à  $0,5.v^2/2g$ . La ligne piézométrique doit rester en dessus du terrain naturel.



---

## Calcul d'un réseau d'eaux usées :

### Contraintes générales :

Pente minimale 0,003 m/m.

Pente maximale 0,05 m/m.

Vitesse maximale 4,00 m/s.

Distance entre regards 50 mètres.

Couverture minimale 1 mètre.

Epaisseur de la canalisation D 200 mm : 30 mm.

Epaisseur de la canalisation D 300 mm : 37 mm.

Epaisseur de la canalisation D 400 mm : 43 mm.

Epaisseur de la canalisation D 500 mm : 50 mm.

Epaisseur de la canalisation D 600 mm : 58 mm.

Epaisseur de la canalisation D 800 mm : 74 mm.

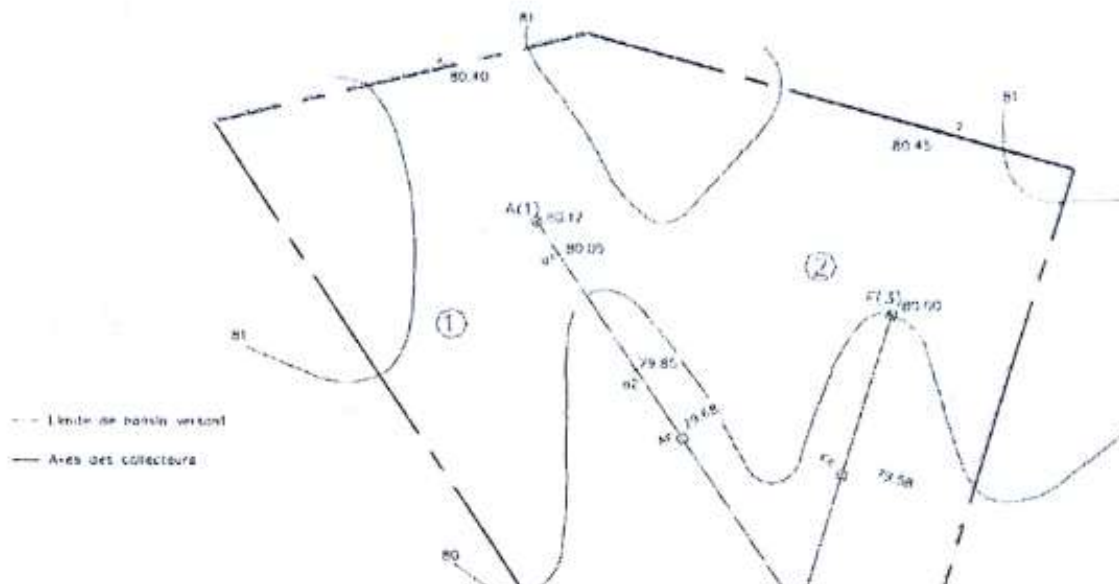
Calculer les débits de pointe de chaque tronçon (voir schéma ci-après)

Réaliser le dimensionnement et calage du réseau

Vérifier l'auto-curage

N.B :

- Le coefficient de pointe horaire  $C_p = \min (4 ; 1,5 + 2,5/(qm)^{1/2})$



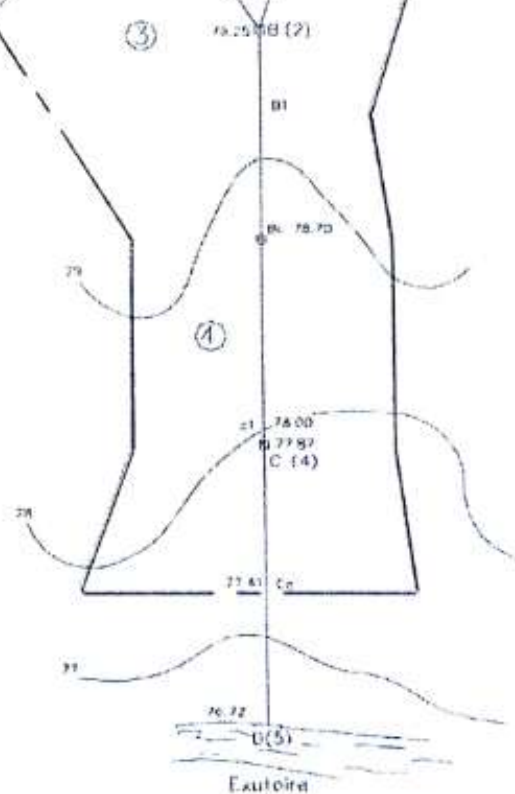
-- Limite de bassin versant  
 — Axe des collecteurs

EAUX USEES				
Trançons	Longueur en m	Logements	Hab/Log	Cons. en l/j/hab
Trançons 1 - 2 Pavillonnaire	135 m	40	3,5	250
Trançons 3 - 2 Pavillonnaire	90 m	30	3,5	250
Trançons 2 - 4 Collectif + Pavillonnaire	120 m	140	3,5	250
Trançons 4 - 5 Pavillonnaire	80 m	-	-	-

Stage Assainissement Collectif

Eaux Usées

PLAN DU RESEAU



#### **Partie 4 (5points):**

1) Quel est l'objectif de l'essai de plaque :

- ✓ Sur chaussée souple ?
- ✓ Sur chaussée Rigide ?

2) Quelles sont les caractéristique d'une voirie conditionnées par le Trafic ?

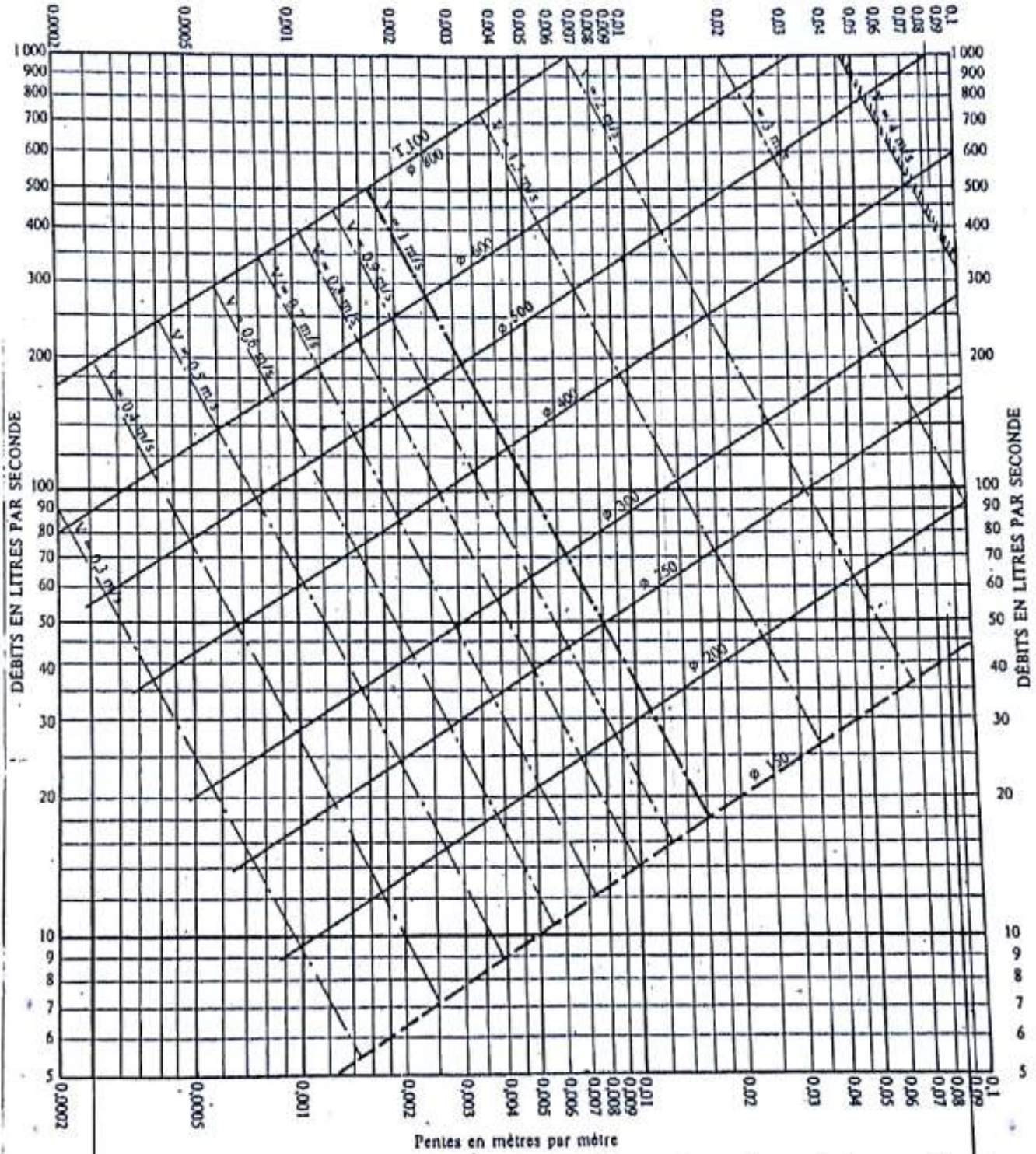
3) Quels sont les éléments représentant une voirie ?

4) Quelles sont les différentes couche d'une chaussée et leurs fonctions ?

5) Citez les différentes familles de chaussée, selon leur mode de fonctionnement ?

RÉSEAUX D'EAUX USÉES EN SYSTÈME SÉPARATIF

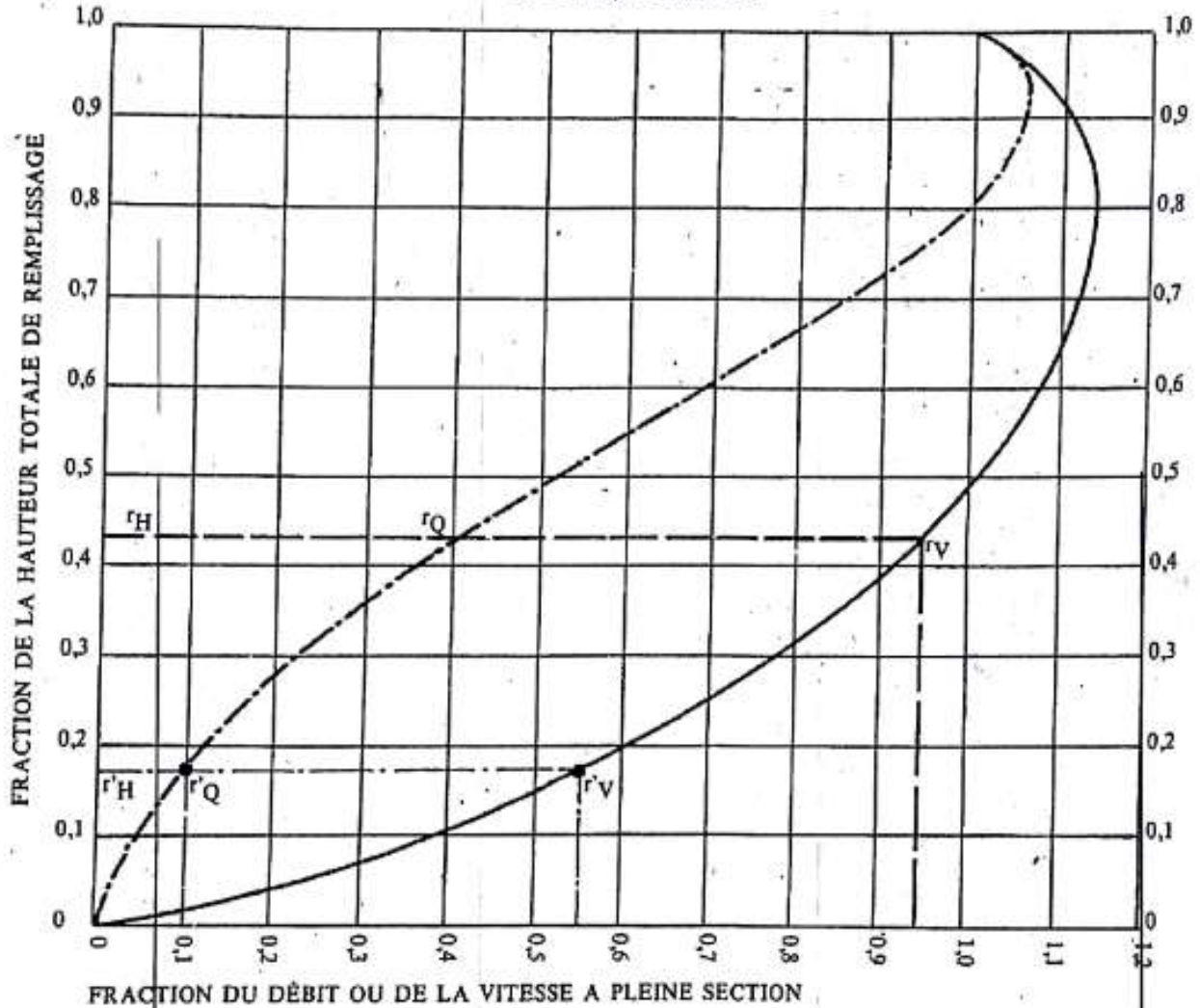
Pentes en mètres par mètre



Nota. - La valeur du coefficient de Bazin a été prise égale à 0,25. Lorsque la pose des canalisations aura été particulièrement soignée, et surtout si le réseau est bien entretenu, les débits pourront être majorés de 20 % ( $\gamma = 0,6$ ). A débit égal, les pentes pourront être réduites d'un tiers.

VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES EN FONCTION DU REMPLISSAGE

a) Ouvrages circulaires



MODE D'EMPLOI.

Les abaques Ab. 3 et Ab. 4 (a et b) utilisés pour le choix des sections d'ouvrages, compte tenu de la pente et du débit, permettent d'évaluer la vitesse d'écoulement à pleine section.

Pour l'évaluation des caractéristiques capacitaires des conduites, ou pour apprécier les possibilités d'autocurage, le nomogramme ci-dessus permet de connaître la vitesse atteinte en régime uniforme pour un débit inférieur à celui déterminé à pleine section.

Les correspondances s'établissent, soit en fonction de la fraction du débit à pleine section, soit en fonction de la hauteur de remplissage de l'ouvrage.

Exemples :

Pour  $r_Q = 0,40$ , on obtient  $r_V = 0,95$  et  $r_H = 0,43$ .

Pour  $Q_{PS}/10$ , on obtient  $r'_V = 0,55$  et  $r'_H = 0,17$  (autocurage).

Nota. — Pour un débit égal au débit à pleine section, la valeur du rapport  $r_Q = 1,00$  est obtenue avec  $r_H = 0,80$ .

Le débit maximum ( $r_Q = 1,07$ ) est obtenu avec  $r_H = 0,95$ .

La vitesse maximum ( $r_V = 1,14$ ) est obtenue avec  $r_H = 0,80$ .

Ces dernières conditions d'écoulement à caractère assez théorique ne peuvent être obtenues que dans des conditions très particulières d'expérimentation.



## Epreuve B (sur 20 points)

### Partie 1 (5 points) :

Descriptif du projet :

Soit la portion d'un bâtiment R+3 dont un extrait des plans est schématisé ci-joint.

Actions

- Structure en béton armé :  $25 \text{ KN/m}^3$ .
- Revêtement du sol :  $0,8 \text{ KN/m}^2$
- Façades :  $1 \text{ KN/m}^2$
- Actions descendus par les poteaux et provenant des étages supérieurs : voir plan.
- Charges d'exploitation sur les planchers :  $4 \text{ KN/m}^2$

Conditions d'environnement de l'ouvrage

- Fissuration peu préjudiciable

Matériaux

- Béton:  $f_{c28} = 30 \text{ MPa}$  ( $C_g = 20 \text{ mm}$ ), chargement à 28 j
- Aciers HA et treillis soudés,  $f_e = 500 \text{ Mpa}$

Pour ce projet on s'intéresse à l'étude de la portion du plancher haut rez de chaussée située entre les files de côte 1 et 2.

Travail demandé

1. Effectuer la descente des charges sur le plancher.
2. Etablir les diagrammes enveloppes du moment fléchissant et de l'effort tranchant par **la méthode forfaitaire**.
3. Définir les treillis soudés à mettre en œuvre en travée et sur appui.
4. Effectuer les vérifications réglementaires vis à vis de la condition de non fragilité et de l'effort tranchant

Préciser tous les résultats par des schémas clairs.

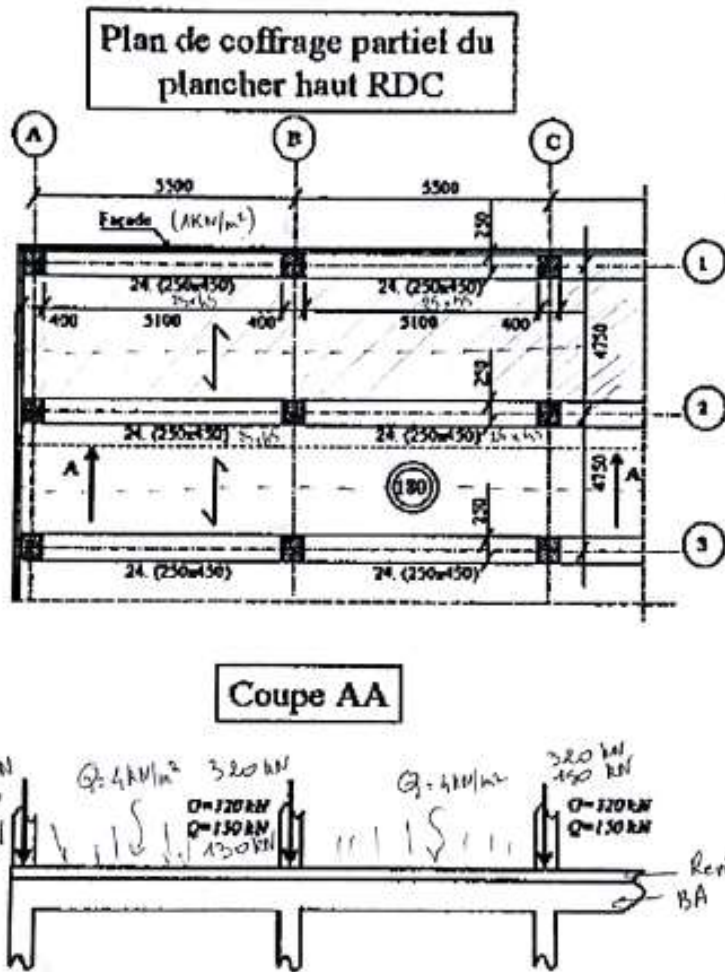


Fig. 1 - Vue en plan et élévation du bâtiment

## Partie 2 (10 points) :

### **Calcul d'un réseau pluvial en système séparatif par la méthode superficielle**

Un tel calcul nécessite :

- des études préliminaires,
- une étude d'avant projet,
- une étude de projet.

En effet, le calcul des canalisations doit s'effectuer en fonction des débits calculés d'après les pentes des radiers des collecteurs. Il y a donc lieu de procéder en deux étapes :

- l'avant projet étant établi en fonction des pentes du terrain naturel selon le tracé des collecteurs,
- le projet reprenant le calcul d'après les pentes du radier des canalisations définies.

#### **1 - Études préliminaires**

Après avoir retenu la région de pluviométrie homogène, on effectue un relevé topographique en courbes de niveau afin de pouvoir définir les limites du bassin versant intéressant les collecteurs à étudier.

Le tracé futur des collecteurs est piqueté et nivelé en repérant les points de changement de pentes.

La (ou les) période de retour est déterminée.

Études des diverses contraintes :

profondeur minimale du radier des collecteurs en fonction des caves, de la nappe phréatique ou du rocher...

#### **L'exemple proposé :**

Il se situe dans une zone où les paramètres pluviométriques de Montana pour une pluie de période de retour 10 ans sont les suivants :

$$a = 5,9 \text{ et } b = -0,59$$

$$Q = 1,430 \times A^{0,784} \times C^{1,204} \times I^{0,291}$$

Q: m<sup>3</sup>/s.

A: Superficie en Hectares.

C : Coefficient de ruissellement.

I : Pente moyenne du terrain naturel en 1/1000.

Le coefficient de correction est  $m = [L/2 \times A^{1/2}]^{-0,413}$

C'est un bassin versant urbanisé, d'une surface totale inférieure à 200 ha.

Les tracés des collecteurs principaux ont été piquetés, nivelés jusqu'aux limites du bassin versant.

Comme il s'agit d'un réseau pluvial séparatif, les eaux de ruissellement peuvent, sur un certain parcours, être maintenues en surface dans des caniveaux. Cette longueur a été prise dans le cas présent égale à 50 m, ce qui conduit à fixer la tête des collecteurs en A et F, de telle sorte que :  $XA = YF = 50 \text{ m}$

La profondeur maximale du radier est fixée à **2 m**, étant admis qu'un banc rocheux se situe à 2,30 m de profondeur.

La hauteur de recouvrement à respecter a été uniformément prise à **1 m**, l'épaisseur des tuyaux étant prise uniformément égale à **0,10 m**.

La pente minimale de la canalisation a été fixée à **0,003 m/m**.

#### **L'auto-curage :**

- vitesse de l'eau égale à 0,60 m/s pour un débit égal au 1/10 du débit à pleine section.
- vitesse de l'eau égale à 0,30 m/s pour un débit égal au 1/100 du débit à pleine section.

En pratique, il faut avoir une vitesse pleine section  $V_{ps}$  supérieure à 1 m/s pour vérifier l'auto-curage.

## **2 - Etude de l'avant projet**

### **2.1 - Notations**

A (ha) : surface d'un bassin élémentaire ou d'un assemblage de bassins

C : coefficient de ruissellement d'un bassin ou d'un assemblage de bassins

L (m) : longueur d'un bassin selon le tracé de la canalisation qui le dessert

I (m/m) : pente motrice d'après la pente du terrain

i (m/m) : pente géométrique de la canalisation

Q (m<sup>3</sup>/s) : débit d'un bassin ou d'un assemblage

M : coefficient d'allongement d'un bassin ou d'un assemblage de bassins

m : coefficient correcteur d'un bassin ou d'un assemblage de bassins

### **2.2 - Détermination des bassins élémentaires**

Chaque tronçon devra être calculé en fonction du débit transité au point caractéristique qui est situé au 5/9 du tronçon à partir du noeud amont pour les tronçons de tête et au milieu pour les autres tronçons.

Chaque tronçon aura une longueur raisonnable, au maximum de **250 à 300 m**. En effet, chaque tronçon se calcule à partir du débit en son point caractéristique

: la partie amont est donc excédentaire, alors que l'aval est sous estimé : il y a donc bien lieu de ne pas prévoir de tronçons trop longs.

Dans l'exemple proposé, il est prévu les tronçons :

AB avec point caractéristique  $A_c$  au 5/9 à partir de A

BC avec point caractéristique  $B_c$  au milieu

CD avec point caractéristique  $C_c$  au milieu

FB avec point caractéristique  $F_c$  au 5/9 à partir de F

Sur ces bases, les 4 bassins versants élémentaires sont définis sur le plan ci-joint.

Les côtes des points A,  $A_c$ ,  $B_c$ ,  $C_c$  et  $F_c$ , points qui n'avaient aucune raison d'être nivelés a priori, ont été calculées par simple interpolation.

### Caractéristiques de chaque bassin élémentaire

**Bassin n° 1 :** Coefficient de ruissellement  $C = 0,4$   
 $x A_1 = 50 \text{ m}$   $A_1 a_1 = 12 \text{ m}$   $a_1 a_2 = 40 \text{ m}$   $a_2 A_c = 24 \text{ m}$

**Bassin n° 2 :** Coefficient de ruissellement  $C = 0,4$   
 $Y F = 50 \text{ m}$   $F F_c = 52 \text{ m}$

**Bassin n° 3 :** Coefficient de ruissellement  $C = 0,5$   
 $A_c B = 60 \text{ m}$   $B B_c = 60 \text{ m}$

**Bassin n° 4 :** Coefficient de ruissellement  $C = 0,6$   
 $B_c C_1 = 54 \text{ m}$   $C_1 C = 6 \text{ m}$   $C C_c = 40 \text{ m}$

### TRAME DE REPRISE DES BASSINS VERSANTS ELEMENTAIRES :

#### Bassin N°

Coefficient de Ruissellement :

Calcul de la surface :

Calcul de la pente :

Cotes du terrain		$\Delta$	$L_j$	$l_j$	$(l_j)^{1/2}$	$L_j/(l_j)^{1/2}$
Amont	Aval					
		$\Sigma L_j$		$\Sigma L_j/(l_j)^{1/2}$		