

les deux exercices sont indépendants

exercice 1 : decantation

Une installation utilisée pour les opérations de décantation comporte un décanteur à **flux vertical** de surface A. On veut éliminer les matières en suspensions entrant dans la station.

Avant le décanteur, les particules entrent dans un bassin spécial (bassin de floculation) dans lequel on ajoute des produits chimiques permettant l'agglomération des particules solides en flocons. Ces flocons, plus lourds, décantent en effet plus facilement.

Pour la suite de l'exercice, il n'est pas nécessaire de connaître les processus physico-chimiques apparaissant dans ce bassin, et dans un souci de simplification, on supposera que les flocons (ou flocs) sont assimilables à des sphères de diamètre d. La masse volumique des flocs est $\rho_s = 1300 \text{ kg/m}^3$. La masse volumique du fluide est $\rho_f = 1000 \text{ kg/m}^3$. Le débit dans toute la station est $Q = 2060 \text{ m}^3/\text{h}$ (on néglige les débits en produits coagulant et floculant). On prendra $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$ et $\mu = 10^{-3}$

1- Redémontrer la loi de Stokes pour le calcul de la vitesse de sédimentation terminale V_0 d'une particule solide et rappeler (ne pas les redémontrer) les lois correspondants aux deux autres régimes (Allen et Newton)

2- Des essais en laboratoire ont montré que le diamètre moyen des flocs créés suite à l'addition des produits chimiques suivait la loi :

$$\bar{d} = d_0 \cdot (1 - \exp(-t/\tau)) \quad d_0 \text{ et } \bar{d} \text{ en mm, } t \text{ en mn}$$

Les valeurs de d_0 et τ sont respectivement $d_0 = 0,5 \text{ mm}$ et $\tau = 10 \text{ mn}$

- Pour un temps de séjour dans le bassin de floculation $t = 10 \text{ mn}$, quelle surface donner au décanteur si on veut éliminer les particules de diamètre \bar{d} ?

3 – En fait, en sortie de bassin de floculation, on obtient une distribution de diamètres de flocs (table 1). Une analyse granulométrique a donné les résultats suivants pour un temps de séjour de 10 mn.

- Montrer les valeurs extrêmes de la distribution granulométrique, on est toujours dans le même régime d'écoulement (Stokes, Allen ou Newton)

- En déduire l'efficacité du décanteur.

(Pour simplifier, on suppose que les matières en suspensions se retrouvent intégralement adsorbés dans les flocs)

table 1

di mm	0,2	0,22	0,24	0,26	0,28	0,3	0,31	0,32	0,34	0,4
% particules tq $d < d_i$	2	4	8	15	40	55	65	80	90	100

IUP GCI, 3^{ème} ANNÉE, option IU
EXAMEN D'ASSAINISSEMENT

NB : Rédiger chaque partie sur deux copies séparées

1ère PARTIE - Partie Hydrologie urbaine : (Matthieu LE LAY)

Deux quartiers résidentiels sont en construction à proximité d'une zone industrielle, et doivent être connectés au réseau d'assainissement d'eaux pluviales existant. Le nouveau réseau doit drainer 2 bassins versants B1 et B2 accolés au bassin versant B0 du réseau en place (*document 1 ci-joint*).

Le dimensionnement du réseau sera fait pour une **période de retour décennale**.

Pour la ville de Saint Martin d'Hères, sur laquelle a lieu ce projet, Météo-France fournit les coefficients de Montana suivants (période de retour $T=10$ ans, durée $<1h$):

$$. a = 3,424$$

$$. b = -0,509$$

Remarque : toutes les formules citées dans le texte sont formulées avec $b < 0$.

La formule de Caquot donnant le débit de pointe s'écrit alors :

$$Q_p = m * 0,701 * I^{0,24} * C^{1,17} * A^{0,81}$$

avec : Q_p : débit de pointe ($m^3 \cdot s^{-1}$)

I : pente moyenne (m/m)

C : coefficient de ruissellement

A : surface (ha)

m : coefficient correctif (forme du bassin)

1. Détermination des débits de projet par la méthode de Caquot :

Les caractéristiques des bassins sont données sur le document 1.

- a) Expliquer ce que signifie une période de retour 10 ans.
- b) Calculer le débit de pointe de projet (Q_{p1}) du bassin B₁.
- c) Calculer le débit de pointe de projet (Q_{p12}) du bassin B₁₂ résultant de l'assemblage de B₁ et B₂.

2. Dimensionnement des collecteurs :

Les deux tronçons T_1 et T_2 associés aux bassins B_1 et B_2 ont comme pentes de terrain naturel (TN) P_1 et P_2 telles que :

$$P_1 = 0.53\%$$

$$P_2 = 0.63\%$$

- a) Evaluer les diamètres des collecteurs, pour les débits calculés précédemment, à l'aide de l'abaque de Chézy (*document 2 ci-joint*). Préciser le type d'écoulement et la pente de la conduite (I) envisagée, pour chaque tronçon.
- b) Calculer la pente de la ligne piézométrique (i) dans chaque tronçon, pour la (ou les) solution(s) proposée(s).

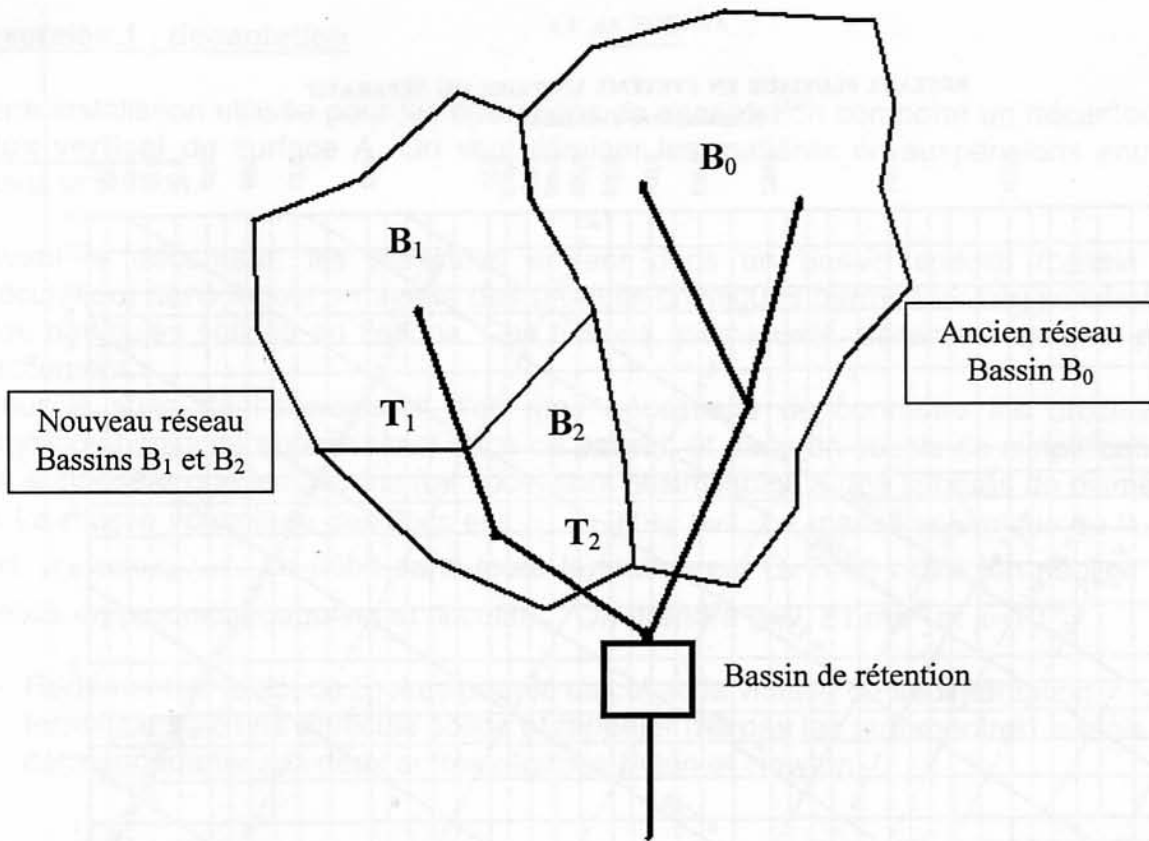
3. Dimensionnement d'un bassin de rétention :

Ce projet d'urbanisation aura pour conséquence d'augmenter les débits de pointe à l'aval de la zone étudiée. Afin de ne pas surcharger le réseau aval existant, dimensionné pour des débits de pointe de $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, on souhaite donc construire un bassin de rétention (*document 1 ci-joint*).

- a) Quelle valeur choisir pour le débit de fuite Q_s du bassin de rétention ?
- b) Calculer la surface active du bassin global (regroupant B_0 et B_{12}), à l'aide des caractéristiques des bassins (*document 1 ci-joint*). En déduire le débit de fuite spécifique q_s en $\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$.
On prendra le coefficient d'apport égal au coefficient d'imperméabilisation.
- c) Calculer le volume utile du bassin, en utilisant **la méthode des pluies**. Rappelez brièvement les hypothèses de cette méthode simplifiée.
On rappelle l'expression de la lame d'eau stockée maximale Δh_{\max} :

$$\Delta h_{\max} = q_s^{1+1/b} * \left(\frac{1}{a(1+b)} \right)^{1/b} * \left(-\frac{b}{1+b} \right)$$

Document 1 : Descriptif des bassins



Bassin B1 :

A = 5.8 ha

$C_{imp} = 0.6$

Cote TN amont (m)	Cote TN aval (m)	Longueur Lk (m)	Pente lk (m/m)	$\frac{L_k}{\sqrt{I_k}}$
284,89	283,58	260	0,005	3662,9
283,58	282,79	200	0,004	3182,2
	Total	460		6845,1

Bassin B2 :

A = 4.7 ha

$C_{imp} = 0.8$

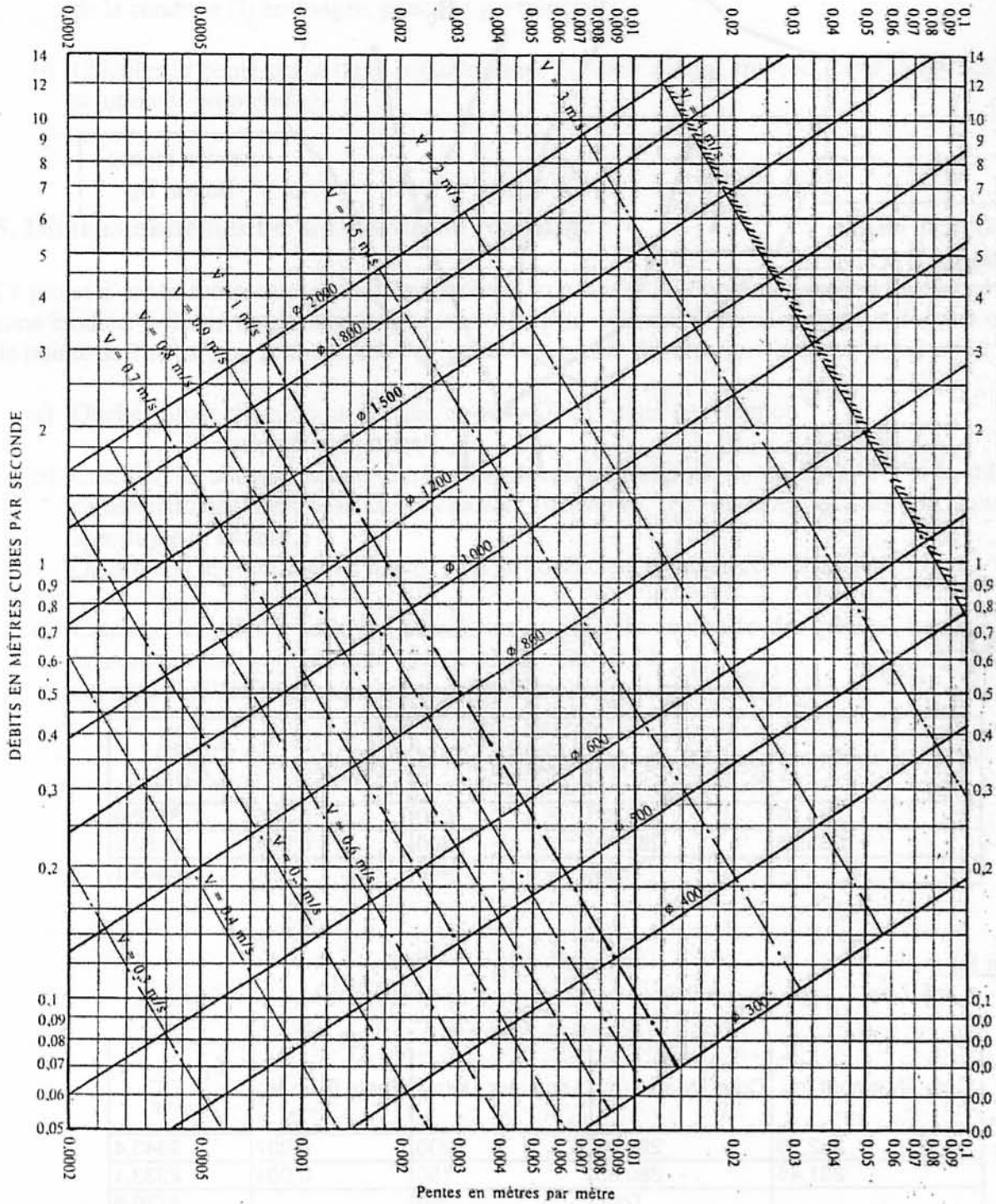
Cote TN amont (m)	Cote TN aval (m)	Longueur Lk (m)	Pente lk (m/m)	$\frac{L_k}{\sqrt{I_k}}$
282,79	281,45	200	0,007	2443,4
281,45	280,83	150	0,004	2333,1
	Total	350		4776,5

Bassin B0:

A = 13 ha

$C_{imp} = 0.85$

RÉSEAUX PLUVIAUX EN SYSTÈME UNITAIRE OU SÉPARATIF (Canalisations circulaires)



Nota. - La valeur du coefficient de Bazin a été prise égale à 0,46. Lorsque la pose des canalisations aura été particulièrement soignée, et surtout si le réseau est bien entretenu, les débits pourront être majorés de 20 % ($\lambda = 0,30$). A débit égal, les pentes pourront être réduites d'un tiers.

Exercice 2 : Traitements biologique

Une station biologique a les caractéristiques suivantes :

Capacité	Ba (concentration de la biomasse)	Cm	Cv
8 000 EH	3,5 g/l	0,1	0,3

Cette station, qui au départ ne traitait que la pollution carbonée, doit maintenant traiter la pollution azotée de la manière la plus complète possible. On veut ainsi arriver à un niveau NGL1 en sortie.

- 1- Expliquer ce qu'on entend par niveau NGL1 et la procédure classique à mettre en œuvre pour respecter cette norme.
- 2- Il n'est pas question de construire un nouveau bassin dans cette station. Comment alors procéder pour arriver au niveau d'épuration désiré dans le bassin unique de la station ?
- 3- L'aération du bassin se fait par un aérateur de surface.
 - Calculer le temps en anoxie pour procéder à la dénitrification sachant que la vitesse de dénitrification est : 2,9 g NO₃ dénitrifié /kg biomasse/h (on considère qu'il n'y a pas de dénitrification en période aérobie)

La courbe ci-dessous représente un essai d'aération effectué dans la station dans ses conditions de fonctionnement actuel.

- Décrire brièvement ce que représente cette courbe.
- En déduire le temps total d'arrêt des aérateurs pour procéder à la dénitrification

