

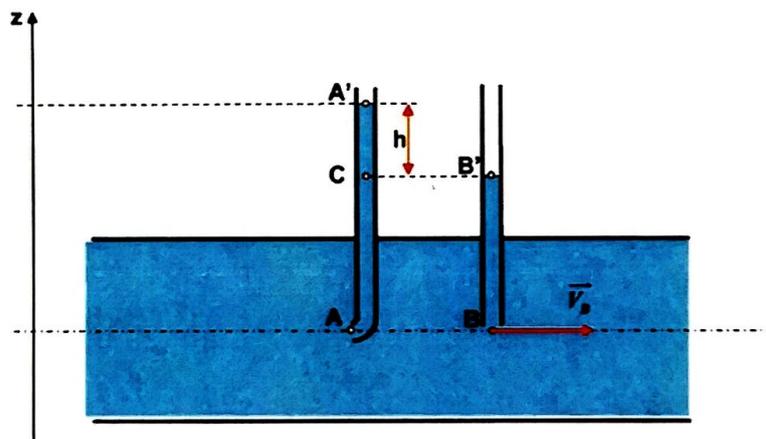
BTS - Hydrodynamique - Exercice N° 01

Objectif : Hydrodynamique – Tube de PITOT

- Mesure de la vitesse
- Mesure du débit volumique

Données :

La figure ci-dessous représente un tronçon de conduite de diamètre constant « d » dans lequel le fluide circule à une vitesse moyenne « V »



La canalisation est équipée de 2 tubes plongeant dans le liquide :

- L'un débouchant en A face au courant
- L'autre débouchant en B le long des lignes de courant

Hypothèses :

- L'écoulement est permanent
- Le fluide est parfait et incompressible
- Au point A (point d'arrêt) la vitesse V_A est nulle : $V_A = 0$
- Au point B le liquide a la même vitesse que la dans la canalisation : $V_B = V$
- Les points A & B sont à la même hauteur : $Z_A = Z_B$
- La masse volumique du liquide est « ρ »
- L'accélération de la pesanteur est « g »

On demande :

Appliquer la relation fondamentale de l'hydrostatique (RFH) entre les points:

- 1) A et A' En déduire la pression P_A (1)
- 2) B et B'. En déduire la pression P_B (2)

Appliquer le théorème de Bernoulli entre les points A & B :

- 3) En déduire la pression P_A en fonction de P_B , ρ et V (3)

4) En substituant dans la relation (3) P_A & P_B par les valeurs correspondantes établies en (1) & (2), donner l'expression de V en fonction de g et h

5) En déduire une relation donnant le débit volumique q_v en fonction de g , h & d

6) Application numérique pour :

- $d = 40 \text{ mm}$
- $h = 3,2 \text{ cm}$
- $\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

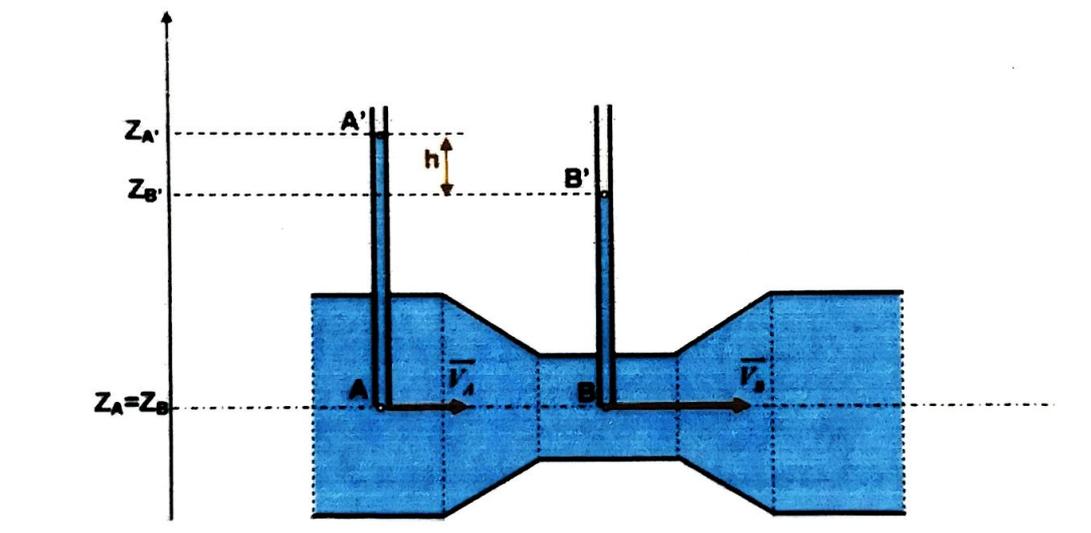
BTS - Hydrodynamique - Exercice N° 02

Objectif : Hydrodynamique – Tube de Venturi

- Mesure de la vitesse
- Mesure du débit volumique

Données :

Une conduite principale de section S_A et de diamètre « d » subie un étranglement en B de section S_B . On désigne par « α » le rapport des sections S_A/S_B



Deux tubes plongent dans la conduite ayant des extrémités respectivement en A & B le long des lignes de courant.

Par lecture directe de « h » les 2 tubes permettent de mesurer le débit « q_v » qui transite dans la conduite.

Hypothèse :

- L'écoulement est permanent
- Le fluide est parfait et incompressible
- Les points A & B sont à la même hauteur : $Z_A = Z_B$
- La masse volumique du liquide est « ρ »
- L'accélération de la pesanteur est « g »

On demande :

- 1) Ecrire l'équation de continuité, en déduire l'expression de la vitesse V_B en fonction de V_A et α
- 2) Ecrire la relation de Bernoulli entre A & B, en déduire l'expression de la différence de pression ($P_A - P_B$) en fonction de ρ , V_A et α (1)

- 3) Ecrire la RFH entre les points A et A' (2)
- 4) Ecrire la RFH entre les points B et B' (3)
- 5) En substituant dans la relation (1) P_A & P_B par les valeurs correspondantes établies en (2) & (3), donner l'expression de V en fonction de g , h et α .
- 6) Ecrire l'expression donnant la valeur du débit q_v en fonction de d , g , h et α .

Application numérique :

- $d = 50 \text{ mm}$
- $\alpha = 2$
- $h = 10 \text{ mm}$
- $\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

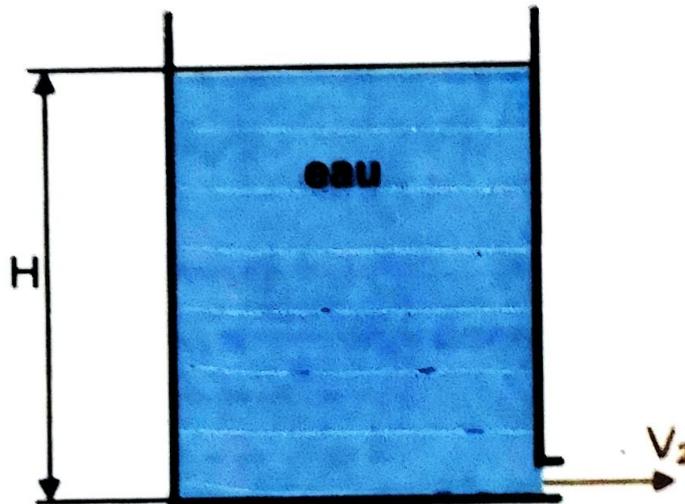
BTS - Hydrodynamique - Exercice N° 03

Objectif : Hydrodynamique

- Calcul de la vitesse
- Calcul du débit volumique

Données :

On considère un réservoir rempli d'eau à une hauteur d'eau $H = 3 \text{ m}$, maintenue constante, et équipé d'un orifice circulaire à sa base de diamètre $d = 10 \text{ mm}$.



On demande :

- 1) En précisant les hypothèses prises en compte, d'appliquer le théorème de Bernoulli et de calculer la vitesse V_2 d'écoulement de l'eau au niveau de l'orifice
- 2) D'en déduire le débit volumique qv (en l/s) en sortie de l'orifice

Hypothèse :

- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- réservoir « infini » (de très grandes dimensions \Rightarrow à la surface de l'eau, la vitesse est quasiment nulle)

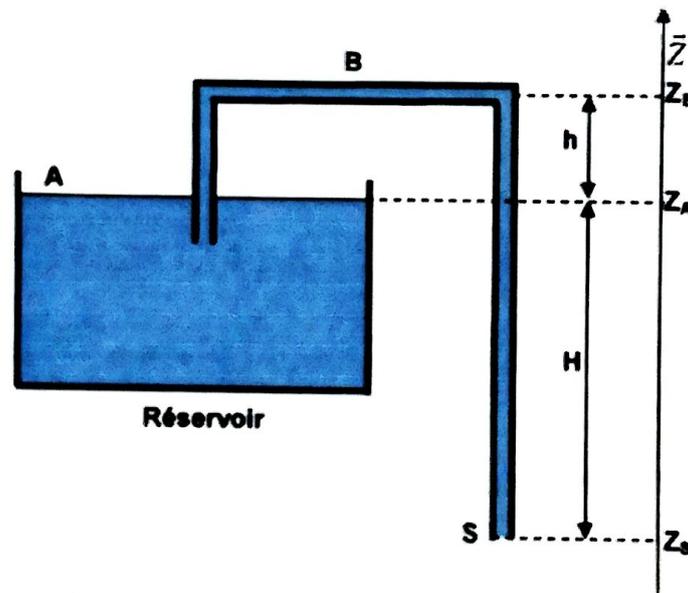
BTS - Hydrodynamique - Exercice N° 04

Objectif : Hydrodynamique – Siphon

- calcul vitesse et débit
- calcul hauteur maxi de siphonage

Données :

On considère un siphon de diamètre $d = 10 \text{ mm}$ alimenté par un réservoir d'essence de grande dimension par rapport à d et ouvert à l'atmosphère.



Hypothèses :

- Le fluide est parfait et incompressible
- Le niveau du fluide dans le réservoir est supposé constant
- La masse volumique du liquide est « $\rho = 703 \text{ kg/m}^3$ »
- L'accélération de la pesanteur est « $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ »
- $H = (Z_A - Z_S) = 2,5 \text{ m}$

On demande :

- 1) En appliquant le théorème de Bernoulli entre les points A et S, calculer la vitesse V_S d'écoulement dans le siphon
- 2) D'en déduire le débit volumique q_v
- 3) Donner l'expression de PB au point B en fonction de h , H , ρ , g et P_{atm} .
- 4) Quelle est la valeur maximale que h peut prendre ?

Application numérique :

- $h = 0,4 \text{ m}$
- $P_{atm} = 10^5 \text{ Pa}$

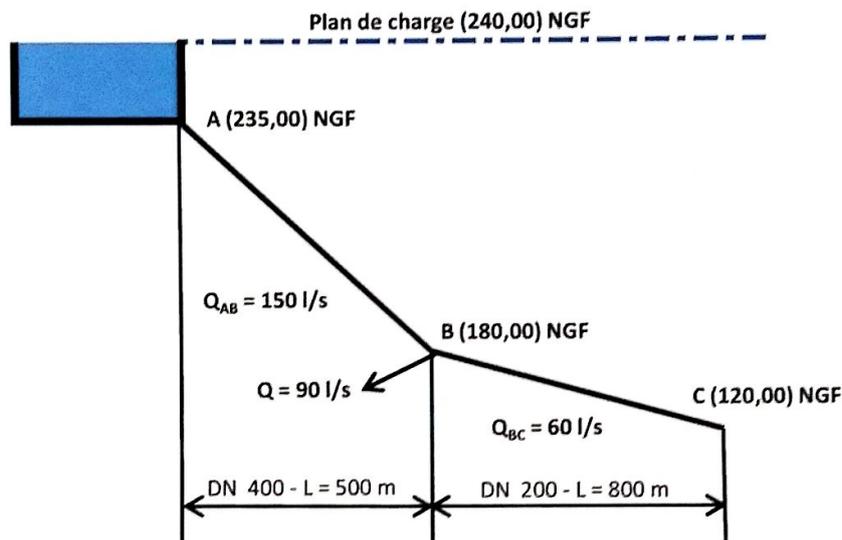
BTS - Hydrodynamique - Exercice N° 05

Objectif : Hydrodynamique – Pertes de charges (pdc)

- pdc linéaires (différentes formules)
- pdc singulières

Données :

On considère la conduite ABC issue du réservoir au niveau constant (240,00) NGF, et dont les caractéristiques sont mentionnées sur le croquis ci-après :



Tronçon AB :

- vannes $K = 0,2 : 2 \text{ u}$
- clapet $K = 1,7 : 1 \text{ u}$
- coudes $K = 0,05 : 12 \text{ u}$

Tronçon BC :

- vannes $K = 0,2 : 3 \text{ u}$
- coudes $K = 0,05 : 18 \text{ u}$

On demande :

- 1) De calculer la pdc linéaire de chaque tronçon (AB & BC) avec les formules de Colebrook, Nikuradse et Lechapt / Calmon pour une rugosité $\varepsilon = 0,5 \text{ mm}$ et d'évaluer l'écart des résultats (en %) par rapport à la formule de Colebrook.
- 2) De calculer les pdc singulières pour chaque tronçon
- 3) De calculer le niveau piézométrique (NPZ) en B & C et de tracer la ligne piézométrique (avec Colebrook)
- 4) D'en déduire les pressions en B & C en bar

Nota :

Le terme en $(v^2/2g)$ est à négliger pour chaque tronçon

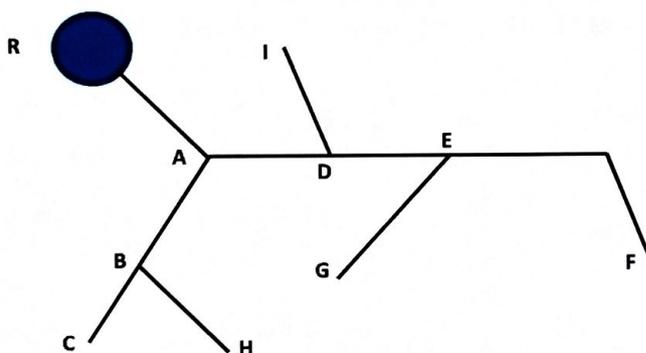
BTS - Hydrodynamique - Exercice N° 06

Objectif : Hydrodynamique – Pertes de charges (pdc)

- Calcul réseau ramifié
- Calculs diamètres, pdc, NPZ, solutions

Données :

On considère le réseau ramifié défini par le croquis ci-après :



Cotes NGF

R	175,0
A	140,0
B	150,0
C	130,0
D	135,0

E	115,0
F	95,0
G	105,0
H	135,0
I	140,0

Débits (L/s)

RA	250
AB	100
BC	40
BH	60

AD	150
DE	120
EF	100
EG	20
DI	30

Rugosité $\epsilon = 0,5 \text{ mm}$

Longueurs (m)

RA	1500
AB	800
BC	500
BH	600

AD	600
DE	400
EF	1500
EG	200
DI	300

Hypothèses :

- Réservoir R à niveau constant
- Immeuble maxi R+5
- Hauteur d'un niveau : $h = 2,80 \text{ m}$
- Charge hydraulique mini au dernier niveau d'immeuble 10 mCE
- Rugosité moyenne des conduites : $\epsilon = 0,5 \text{ mm}$

On demande :

- 1) De déterminer les diamètres nominaux de chaque tronçon de telle sorte que la vitesse « v » satisfasse la condition suivante : $1,0 \leq v \leq 1,5$ m/s
- 2) De calculer les pdc de chaque tronçon avec la formule de Nikuradse
- 3) De déterminer le niveau piézométrique en chaque point
- 4) De préciser en chaque point la possibilité d'alimenter un immeuble R+5, quelle solution proposer en cas d'impossibilité

Nota :

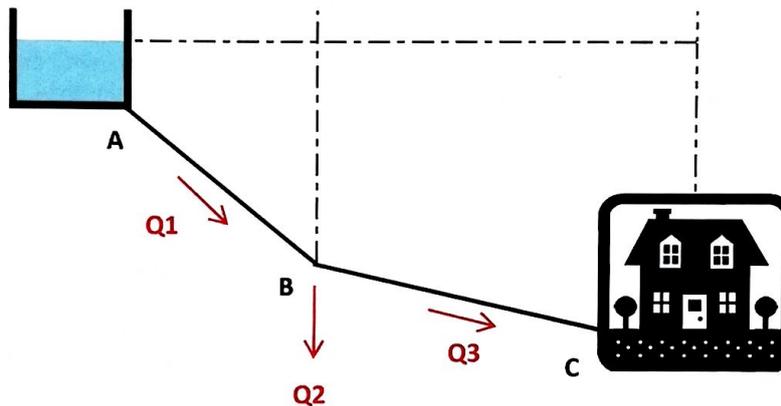
- Le terme en $(v^2/2g)$ relatif à l'énergie cinétique est à négliger pour chaque tronçon
- Il ne sera pas tenu compte des pdc singulières sur l'ensemble du réseau
- Calculs par la formule de Nikuradse : $pdc = LCQ^2$ avec $R = LC$ (L en km et Q en m^3/s)
- Les valeurs du coefficient C sont à prendre dans le cours d'hydraulique (tableau chapitre 8.2)

BTS - Hydrodynamique - Exercice N° 0 ↗

Objectif :

- Calcul des pertes de charges linéaires et singulières
- Tracé de la ligne piézométrique

Données :



a) Débits

- $Q_1 = 120 \text{ m}^3/\text{h}$
- $Q_2 = 40 \text{ m}^3/\text{h}$
- $Q_3 = Q_1 - Q_2 = 80 \text{ m}^3/\text{h}$

b) Conduites

	DN	Longueur (m)	Rugosité (mm)
Tronçon AB	200 (C = 7 832)	1250	0,5 ($\alpha = 0,82$)
Tronçon BC	150 (C = 36 080)	680	0,2 ($\alpha = 0,64$)

c) Équipements conduites

Équipements	Tronçon AB	Tronçon BC	Observations
Départ réservoir	1 u	0	K = 0,5
Vanne opercule 100 %	3 u	2 u	K = 0,2
Clapet à battant	1 u	0	K = 1,9
Coudes 3 D 45 °	3 u	2 u	K = 0,085
Coudes 3 D 22,5 °	6 u	3 u	K = 0,043
Coudes 3 D 11,25 °	12 u	7 u	K = 0,021

d) Données altimétriques

- Plan d'eau réservoir (supposé constant) : 240,00 NGF
- Altitude point A : 235,00 NGF
- Altitude point B : 190,00 NGF
- Altitude point C : 150,00 NGF
- Altitude maxi habitation (toit) : 175,00 NGF

On demande :

1. Les pertes de charges sur chaque tronçon (linéaire + singulières) en mCE
2. La perte de charge totale (entre A et C) en mCE
3. La pression résiduelle en B et C en mCE et en bar
4. La pression minimale disponible sur l'habitation (toit) en mCE et en bar
5. Tracer la ligne piézométrique avec indication des valeurs en NGF en A, B & C

Nota :

- Masse volumique eau : 1 000 kg/m³
- g : 9,81 m/s²
- On négligera les termes en (V²/2g) de l'énergie cinétique
- Calcul avec la formule de Nikuradse : $p_{dc} = \alpha L C Q^2$

α : coefficient correcteur de la rugosité (tableau)

L : longueur du tronçon (km)

C : coefficient dépendant du diamètre pour rugosité 1 mm (tableau)

Q : débit en m³/s

- PDC singulières de la forme : $\Delta h = K (V^2/2g)$

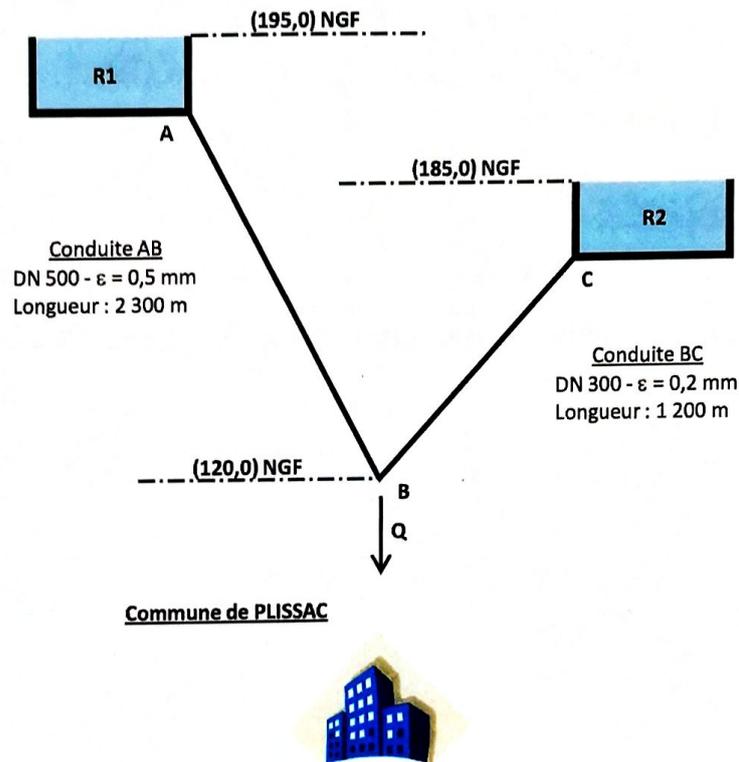
BTS - Hydrodynamique - Exercice N° 08

Objectif : Hydrodynamique – Réseau simple

- Calcul de débits à partir de mesures de pression sur site

Données :

On considère le réseau défini par le schéma ci-après :



Le réseau d'adduction en eau potable de la commune de PLISSAC est constitué comme suit :

- 1 réservoir principal R1 (réservoir du Dôme) d'une capacité de 3 000 m³
- 1 réservoir d'équilibre R2 (réservoir des Pins) d'une capacité de 1 000 m³
- D'une conduite AB en DN 500 d'une longueur de 2 300 m et de rugosité moyenne $\epsilon = 0,5$ mm
- D'une conduite BC en DN 300 d'une longueur de 1 200 m et de rugosité moyenne $\epsilon = 0,2$ mm

Le service des eaux de la Commune a procédé plusieurs mesures de pressions au point B à des heures différentes de la journée pour définir les conditions de fonctionnement du réseau d'adduction. Les valeurs retenues sont les suivantes :

- Régime de fonctionnement de type 1 \Rightarrow pression mesurée en B : $P_{1B} = 6,62$ bars
- Régime de fonctionnement de type 2 \Rightarrow pression mesurée en B : $P_{2B} = 6,24$ bars

On demande :

De déterminer pour chacun des régimes de fonctionnement (Types 1 & 2) :

- La valeur du débit en m³/h dans la conduite AB : Q_{AB}
- La valeur du débit en m³/h dans la conduite BC : Q_{BC}, et le sens d'écoulement
- La valeur du débit en m³/h vers la commune de PLISSAC : Q

Données annexes :

Valeurs des coefficients C (Nikuradse)

DN	$\varepsilon = 0,2 \text{ mm}$	$\varepsilon = 0,5 \text{ mm}$	$\varepsilon = 1,0 \text{ mm}$
300	604,3	759,95	915,6
500	42,06	51,96	61,86

- 1 bar = 10,2 mCE

Nota :

- Le terme en $(v^2/2g)$ relatif à l'énergie cinétique est à négliger pour chaque tronçon
- Il ne sera pas tenu compte des pdc singulières sur l'ensemble du réseau
- Calculs par la formule de Nikuradse : $pdc = LCQ^2$ avec $R = LC$ (L en km et Q en m³/s)

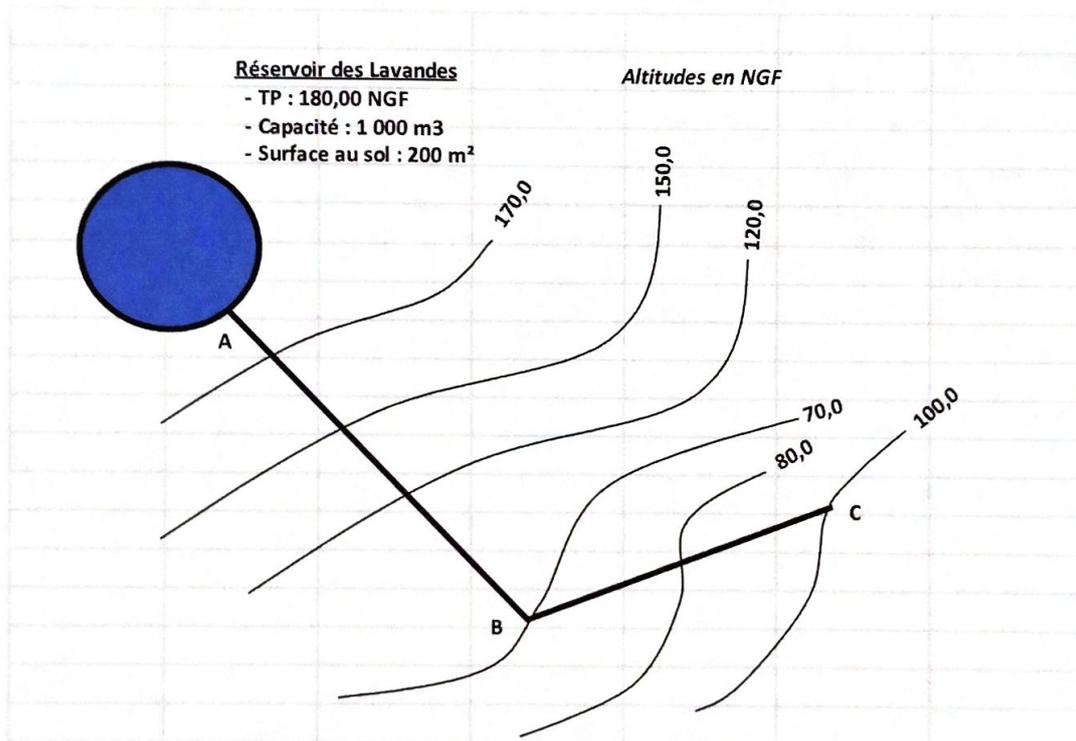
BTS - Hydrodynamique – Exercice N° 09

Objectif : Hydrodynamique

- Calculs pertes de charge linéaires
- Calcul de diamètre de conduite

Données :

On considère le dispositif hydraulique défini par le schéma ci-dessous :



Réservoir des Lavandes :

- Trop plein : 180,0 NGF
- Capacité : 1 000 m³
- Surface au sol : 200 m²

Canalisation AB :

- Diamètre : 300 mm
- Rugosité ϵ : 0,5 mm
- Longueur : 2 500 m

Canalisation BC :

- Diamètre : ?
- Rugosité ϵ : 0,5 mm
- Longueur : 1 800 m

Contrainte imposée par le cahier des charges :

- Pression minimale requise en (C) : 1,5 bar

Hypothèses :

- Masse volumique eau (ρ) : 1 000 kg/m³
- Accélération de la pesanteur (g) : 9,81 m/s²
- Rugosité du circuit (ε) : 0,5 mm
- Débit au départ du réservoir (R) : 200 m³/h
- Prélèvement débit en (B) : 90 m³/h

Par ailleurs, il est précisé :

- Calculs en pression relative
- Les pertes de charge singulières sont négligeables
- Le terme relatif à l'énergie cinétique ($v^2/2g$) est réputé négligeable

On demande :

- 1) De dresser le profil altimétrique du dispositif
- 2) De déterminer l'altitude (NGF) du point (**A**)
- 3) De déterminer le diamètre minimal sur le tronçon (**BC**)
- 4) De vérifier que la condition de pression au point (**C**) est satisfaite
- 5) De tracer schématiquement la ligne piézométrique en indiquant les niveaux piézométriques et la valeur des pdc en (**B**) et (**C**) en mCE