



**Isaralyon**

Une école d'ingénieurs au cœur de la vie

année d'études : 2013 - 2014

Date : 17/12/13



\* 1 1 1 9 7 \*



\* 3 6 4 2 4 \*

SELIG Matthieu

QCM: +6

$$\frac{7+5+4.5+2.5}{80} = \frac{19}{80}$$

11/20

QCM: cf annexe

Exercice n°1:

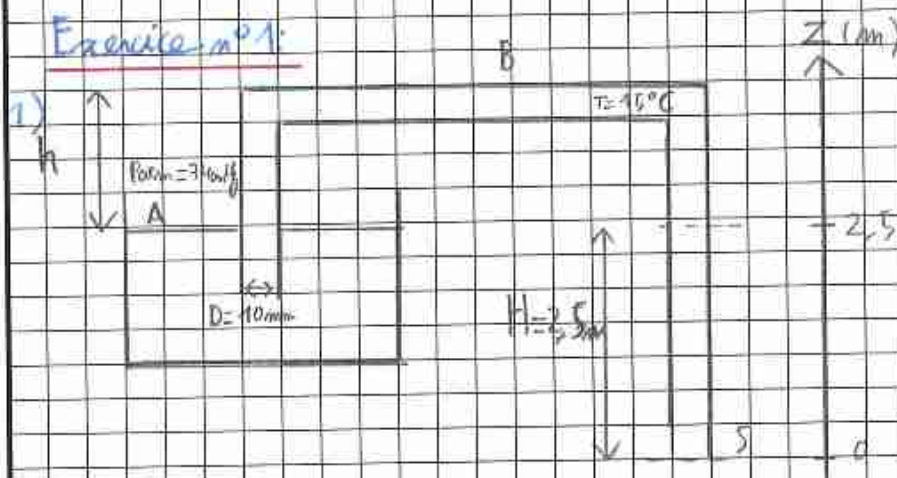


Schéma annexé des siphons

2) On applique Bernoulli entre A et S:

$$\rho g z_A + P_A + \frac{1}{2} \rho u_A^2 = \rho g z_S + P_S + \frac{1}{2} \rho u_S^2$$

$$P_A = P_S = P_0 \rightarrow \text{annule}$$
$$u_A = 0$$

$$\text{On trouve alors: } u_S^2 = g(z_A - z_S) \times 2$$

$$\Rightarrow u_S^2 = 2gH \quad \text{Donc } u_S = (2gH)^{1/2} = 7 \text{ m.s}^{-1}$$

$$\text{car } H = z_A - z_S = 2.5 \text{ m et } g = 9.81 \text{ m.s}^{-2}$$

(7h)

Déterminer la relation de continuité:  $Q_v = u \times S$

$$\Rightarrow Q_v = u \times \pi R^2 = u \times \pi \times \frac{D^2}{4} = 7 \pi \times \frac{(10 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

3) Pour  $h = 60 \text{ cm}$

Bernoulli entre A et B:

$$z_A + \frac{P_A}{\rho g} + \frac{u_A^2}{2g} = z_B + \frac{P_B}{\rho g} + \frac{u_B^2}{2g} \quad \left| \begin{array}{l} u_A = 0 \\ P_A = P_{\text{atm}} \end{array} \right.$$

(+1)

$$\Rightarrow \frac{P_B}{\rho g} = z_A - z_B - \frac{u_B^2}{2g} + \frac{P_{\text{atm}}}{\rho g}$$

$$\Rightarrow \frac{P_B}{\rho g} = \frac{P_{\text{atm}}}{\rho g} - \left( h + \frac{u_B^2}{2g} \right) = H \text{ (cf question 2.)}$$



5/12

## Exercice 2:

$h = 7 \text{ m}$     $L = 150 \text{ m}$     $\phi = D = 200 \cdot 10^{-3} \text{ m}$     $\lambda = 0,025$

Pour la Hsing ( $= K \cdot \frac{u^2}{2g}$ )  $\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Vitesse particulaire fournie  $\rightarrow Q_v = 180 \text{ QVO L/h} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

1)  $H_{\text{sing}} = K \cdot \frac{u^2}{2g}$    et  $H_{\text{reg}} = J \cdot L$

$H_{\text{sing}}$  due aux accidents et  $H_{\text{reg}}$  à la longueur de la canalisation.

$K = \frac{H_{\text{sing}} \times 2g}{u^2}$

Bernoulli entre A et B:

$p_A + \frac{\rho u_A^2}{2} + \rho g z_A = p_B + \frac{\rho u_B^2}{2} + \rho g z_B + \Delta H_{\text{sing}} + \Delta H_{\text{reg}}$     $\left| \begin{array}{l} p_A = p_B = p_{\text{atm}} \\ u_A = 0 \end{array} \right.$

D'où  $\Delta H_{\text{sing}} = z_A - z_B - \frac{u^2}{2g} - \Delta H_{\text{reg}}$

Conséquence:  $Q_v = u \times S \Rightarrow u = \frac{Q_v}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{4 Q_v}{\pi D^2} = 1,59 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$z_A - z_B = 7 \text{ m}$

$J = \frac{\lambda}{D} \cdot \frac{u^2}{2g} = \frac{0,025}{200 \cdot 10^{-3}} \times \frac{u^2}{2 \times 9,81} = 0,016 \text{ mCE/m}$

$H_{\text{reg}} = J \times L = 0,016 \times 150 = 2,42 \text{ mCE} / \text{oui}$

Ainsi:  $H_{\text{sing}} = 7 - \frac{u^2}{2g} - 2,42 = 4,45 \text{ mCE} / \text{oui}$

L'angle de fermeture de cette vanne est bilinéaire / est compris entre  $25^\circ$  et  $30^\circ$  / non

2 autres types de vannes:

- à clapet / oui
- concentrique

dommages

$V_1 = H_{\text{sing}} \times \frac{\rho}{2}$

$V_2 = \dots$

2)  $H(A) = 7 \text{ mEE} / H(B) = 0 \text{ mEE} / \text{mer}$

$H(V_1) = H(A) - H_{A \rightarrow V_1} / \text{mer}$

Vitesse à 90 m de A et 60 m de B

Bernoulli A et V<sub>1</sub>:  $p_A + \frac{\rho_A}{\rho_f} + \frac{u_A^2}{2g} = p_{V_1} + \frac{\rho_{V_1}}{\rho_f}$

$H(\text{mEE})$

↑

7 \* A

0

B

x  
y  
z



**isaralyon**

Une école d'ingénieurs au cœur de la vie

Année d'études : 2013-2014

Examen de : Physique

Date : 17/12/13

Nom : Selig

Prénom : Matthieu

4,5  
12

### Exercice 3:

$\mu$  à  $30^\circ\text{C} \rightarrow 75 \text{ cP} = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ ,  $\rho_{\text{eau}} = 998 \text{ kg/m}^3$  et  $995,7 \text{ kg/m}^3$  pour  $T_{\text{eau}} = 20^\circ\text{C}$  et  $30^\circ\text{C}$

+0,5

1) On remarque que le temps d'écoulement  $\tau$  diminue avec la température ( $\tau \searrow$  quand  $T^\circ \nearrow$ )

+1,5

2)  $\mu = K \rho \tau$ . A  $30^\circ\text{C}$ ,  $\mu = 75 \text{ cP} = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{s}$  non  
Donc  $K = \frac{\mu}{\rho \tau} = \frac{7,5 \cdot 10^{-2}}{995,7 \times 2,52 \times 60} = 4,99 \cdot 10^{-7} \text{ (en } \text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1})$  accepté

Par comparaison ambiante:  $\mu = K \times 998 \times 2,52 \times 60 = 0,1 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  non

3) Il s'agit d'un régime laminar.

•  $Re = \frac{\rho \times u \times D}{\mu}$  et  $\mu$  diminue quand la viscosité augmente  
donc  $Re \leq 2000 \rightarrow$  laminar



+2



Fluide + objet sur les bords,  
 la vitesse non constante au cours  
 la section

Il s'agit de la loi de Stokes

4)  $\mu_{294} = A e^{\frac{B}{RT_{294}}}$

$27^{\circ}\text{C} = 294\text{ K}$   $30^{\circ}\text{C} = 303\text{ K}$

$\mu_{303} = A e^{\frac{B}{RT_{303}}}$

9.5

$\ln \mu_{294} = \ln A + \frac{B}{RT_{294}} \Rightarrow B = (\ln \mu_{294} - \ln A) R T_{294}$

et donc  $B = (\ln \mu_{303} - \ln A) R T_{303}$

$B = \left( \frac{\ln \mu_{294} - \ln A}{\ln \mu_{303} - \ln A} \right) \times \frac{T_{294}}{T_{303}}$

+0.5

22/26

Pré

### Exercice 4:

E = entrée pompe

S = sortie pompe

1)  $Q_v = 3000 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow \frac{3000}{24 \times 3600} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 3,47 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

2)  $Re = \frac{\rho g \times u \times D}{\mu}$

$Q_v = u \times S \Rightarrow u = \frac{Q_v}{S} = \frac{4 Q_v}{\pi D^2} = 1,11 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$\mu_{\text{eau}} = 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s} = 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$

$Re = \frac{1000 \times 9,81 \times 1,11 \times 200 \cdot 10^{-3}}{10^{-3}} = 2,18 \cdot 10^6 \text{ (pas d'unité)}$

3)  $Re \geq 4000$ , de ce fait le régime est turbulent.



Vitesse quasiment constante sur toute la section.

4) Cf. plaque de Colman  $\frac{\epsilon}{D} = \frac{1}{200} = 5 \cdot 10^{-3}$

Il faut trouver le point de correspondance entre  $\frac{\epsilon}{D}$  et le nombre de Reynolds. On fait attention aux graduations sur les abscisses ( $Re$ ): On lit enfin  $\lambda = 0,03$

5)  $\Delta H_{B \rightarrow A} = \lambda \cdot \frac{(L_{\text{tot}} + L_e)}{D} \cdot \frac{u^2}{2g} = \frac{0,03 \times 50 \times 1,11^2}{200 \cdot 10^{-3} \times 2 \times 9,81} = 4,71 \cdot 10^{-1} \text{ m CE}$

$\Delta H_{S \rightarrow C} = \lambda \cdot \frac{(L_R + L_e)}{D} \cdot \frac{u^2}{2g} = 30,29 \text{ m CE}$

$\Delta H_{\text{tot}} = 30,751 \text{ m CE}$

6) Bernoulli entre B et C:

$$g_B + \frac{P_B}{\rho g} + \frac{u_B^2}{2g} + HMT = g_C + \frac{P_C}{\rho g} + \frac{u_C^2}{2g} + \Delta H_{\text{ext}} \quad \left| \begin{array}{l} P_B = P_C = P_{\text{atm}} \\ u_B = u_C = 0 \end{array} \right.$$

$$\Leftrightarrow HMT = g_C - g_B + \Delta H_{\text{ext}} = 250 + \Delta H_{\text{ext}}$$

(Je pense avoir fait une des erreurs) dans le calcul de  $\Delta H_{\text{ext}}$ .

En fait, HMT serait de 280,8 m.

$$Q_v = 3000 \text{ m}^3/\text{j} \Leftrightarrow \frac{3000 \times 1000}{3600 \times 24} = 34,7 \text{ L.s}^{-1}$$

En reportant sur le graphique, HMT et  $Q_v$  se croisent au niveau de la courbe du milieu  $\rightarrow$  la pompe 2 est capable d'alimenter le village (au point de croisement légèrement en dessous de la courbe).

$$7) \eta = \frac{P_{\text{hyd}}}{P_{\text{élec}}} \Leftrightarrow P_{\text{élec}} = \frac{P_{\text{hyd}}}{\eta}$$

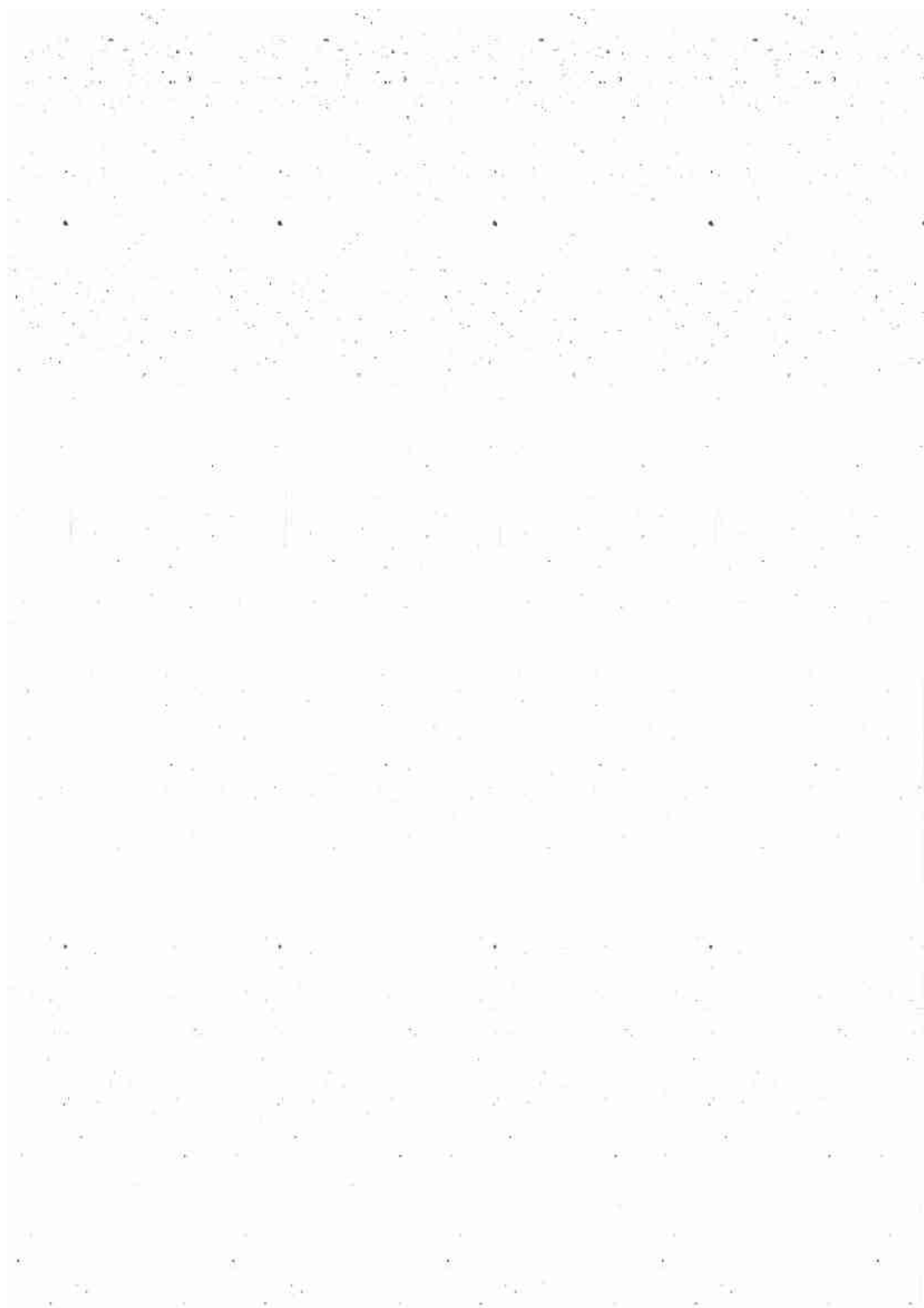
Pour annexe 2, on trouve:  $\eta = 74\%$ .

$$P_{\text{hyd}} = \rho g \cdot HMT \cdot Q_v = 1000 \times 9,81 \times 280,8 \times 34,7 \cdot 10^{-3} = 95,6 \text{ kW}$$

$$\text{Donc } P_{\text{élec}} = 129,2 \text{ kW}$$







Nom : *Selig*  
Prénom : *Nathalie*

## Feuille REPONSE pour le QCM

(Une seule bonne réponse par question. **Pas de points négatifs**)

### 1. Le débit à la sortie de la canalisation est de : (6 pts)

- $2,95 \text{ m}^3/\text{s}$  ☐
- $0,023 \text{ m}^3/\text{s}$  ☐
- $865 \text{ dm}^3/\text{h}$  ☐
- $128 \text{ L/s}$  ☒
- $117 \text{ m}^3/\text{s}$  ☐
- $32,6 \text{ m}^3/\text{s}$  ☐
- $130 \text{ L/s}$  ☐
- $75600 \text{ dm}^3/\text{h}$  ☐

### 2. Choisir la définition exacte : (4 pts)

Définition 1

Définition 2

Définition 3

### 3. La caractéristique du réseau est : (3 pts)

- $\rho g(\Delta H_{\text{asp}} + \Delta H_{\text{ref}}) + P_1 - P_2 + \rho g H_{\text{géo}}$  ☐
- $H_{\text{géo}} + (\Delta H_{\text{asp}} + \Delta H_{\text{ref}}) + P_1 - P_2$  ☐
- $\rho g(\Delta H_{\text{asp}} + \Delta H_{\text{ref}}) - P_1/\rho g + P_2/\rho g - \rho g H_{\text{géo}}$  ☐
- $\Delta H_{\text{asp}} + \Delta H_{\text{ref}} - P_1/\rho g + P_2/\rho g + H_{\text{géo}} + (u_1)^2/2g - (u_2)^2/2g$  ☐
- $\rho g H_{\text{géo}} - \rho g(\Delta H_{\text{asp}} + \Delta H_{\text{ref}}) - P_1 + P_2$  ☐
- $H_{\text{géo}} + \Delta H_{\text{asp}} + \Delta H_{\text{ref}} - P_1/\rho g + P_2/\rho g$  ☒
- $\rho g(\Delta H_{\text{asp}} + \Delta H_{\text{ref}}) - P_1 + P_2 + \rho g H_{\text{géo}} + 1/2\rho(u_2 - u_1)^2$  ☐
- $\rho g(\Delta H_{\text{asp}} - \Delta H_{\text{ref}}) - P_1 + P_2 + \rho g H_{\text{géo}}$  ☐



## 4. Le fonctionnement d'un carburateur de voiture est basé sur : (3 pts)

- |                        |                                     |
|------------------------|-------------------------------------|
| L'effet VENTURI        | <input checked="" type="checkbox"/> |
| L'effet WEISSENBERG    | <input type="checkbox"/>            |
| L'effet STOKES         | <input type="checkbox"/>            |
| L'effet piézométrique  | <input type="checkbox"/>            |
| L'effet MAGNUS         | <input type="checkbox"/>            |
| L'effet Rhéofludifiant | <input type="checkbox"/>            |
| L'effet Rhéopaisissant | <input type="checkbox"/>            |
| L'effet NEWTON         | <input type="checkbox"/>            |

3

Question bonus : (5 pts)La vitesse de l'eau au point 2 est de, en  $\text{m.s}^{-1}$ :

- |       |                                     |
|-------|-------------------------------------|
| 11,3  | <input type="checkbox"/>            |
| 13,7  | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 56,6  | <input type="checkbox"/>            |
| 51,9  | <input type="checkbox"/>            |
| 62,4  | <input type="checkbox"/>            |
| 60,5  | <input type="checkbox"/>            |
| 92,1  | <input type="checkbox"/>            |
| 107,6 | <input type="checkbox"/>            |

0