

11089

SESSION AUTOMNE

MECANIQUE DES FLUIDES

DS – EVALUATION FINALE

Durée nominale = 1h30 Bon courage et bonne chance !

Nom : _____ Prénom : _____

SESSION: _____ Signature : _____

La calculatrice est autorisée uniquement pour vos applications numériques. **Équipement de Téléphonie Mobile Interdit.**

Précisez le détail de vos calculs ainsi :

- Formule littérale avec les Unités du Système International,
- Écriture de l'Application Numérique à effectuer,
- Résultat de votre calcul avec l'Unité.

Aucun document sur votre table de DS.

Le sujet devra être restitué entièrement à la fin de l'épreuve.

Veillez lire la globalité du sujet avant de répondre aux questions.

Vos réponses seront exclusivement écrites sur les feuilles du sujet.

Il est rappelé que tous les échanges entre les étudiants sont interdits.

Tout manquement aux règles de l'examen fera l'objet d'une déclaration en conseil de discipline de l'Université.

PARTIE UNE : MASSE VOLUMIQUE INCONNUE 5 POINTS

PARTIE DEUX : VERIN HYDRAULIQUE – POMPE 5 POINTS

PARTIE TROIS : VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE 10 POINTS

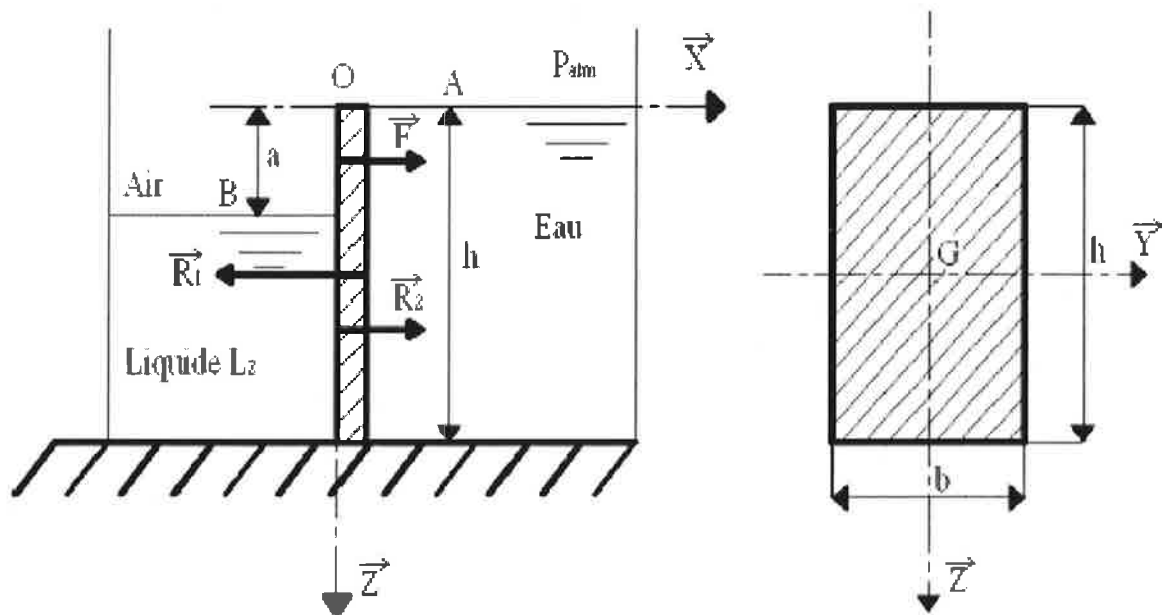
TOTAL EVALUATION : 20 POINTS

PARTIE UNE : MASSE VOLUMIQUE INCONNUE 5 POINTS

L'objectif est de déterminer la masse volumique ρ_2 d'un liquide L_2 .

Pour cela, nous versons dans un bain, de l'eau qui sera mise en contact avec une paroi verticale de largeur $b = 100 \text{ cm}$ et de hauteur $h = 2 \text{ m}$.

La surface libre du liquide L_2 est située à une distance $a = 700 \text{ mm}$ par rapport à la surface libre de l'eau.



Moment quadratique de la surface rectangulaire $I_G = (b \cdot h^3) / 12$

ATTENTION : Ici, l'axe vertical est l'axe-Z alors que sur le Formulaire c'est l'axe-Y.

1. Calculs relatifs à l'EAU

a. Déterminer la résultante des forces de pression R_1 exercée par l'eau sur la paroi verticale. (Unité : N Précision 0 décimale)

b. Déterminer la position Z_{C1} du centre de poussée de cette résultante. (Unité : m Précision 3 décimales)

PARTIE UNE : MASSE VOLUMIQUE INCONNUE 5 POINTS

2. Calculs relatifs au Liquide L_2

a. Déterminer la résultante des forces de pression R_2 exercée par le liquide L_2 sur la paroi verticale en fonction de ρ_2 .

(Unité : N Précision 0 décimale)

b. Déterminer la position Z_{C2} du centre de poussée de cette résultante.

(Unité : m Précision 3 décimales)

3. Calculs relatifs à l'air

Déterminer la force F exercée par l'air sur la partie non mouillée de la paroi verticale.

(Unité : N Précision 0 décimale)

4. Calculs relatifs à la masse volumique ρ_2 .

En effectuant l'équilibre de la paroi verticale, déduire la masse volumique ρ_2 du liquide L_2 .

(Unité : kg/m^3 Précision 3 décimales)

PARTIE DEUX : VERIN HYDRAULIQUE – POMPE 5 POINTS

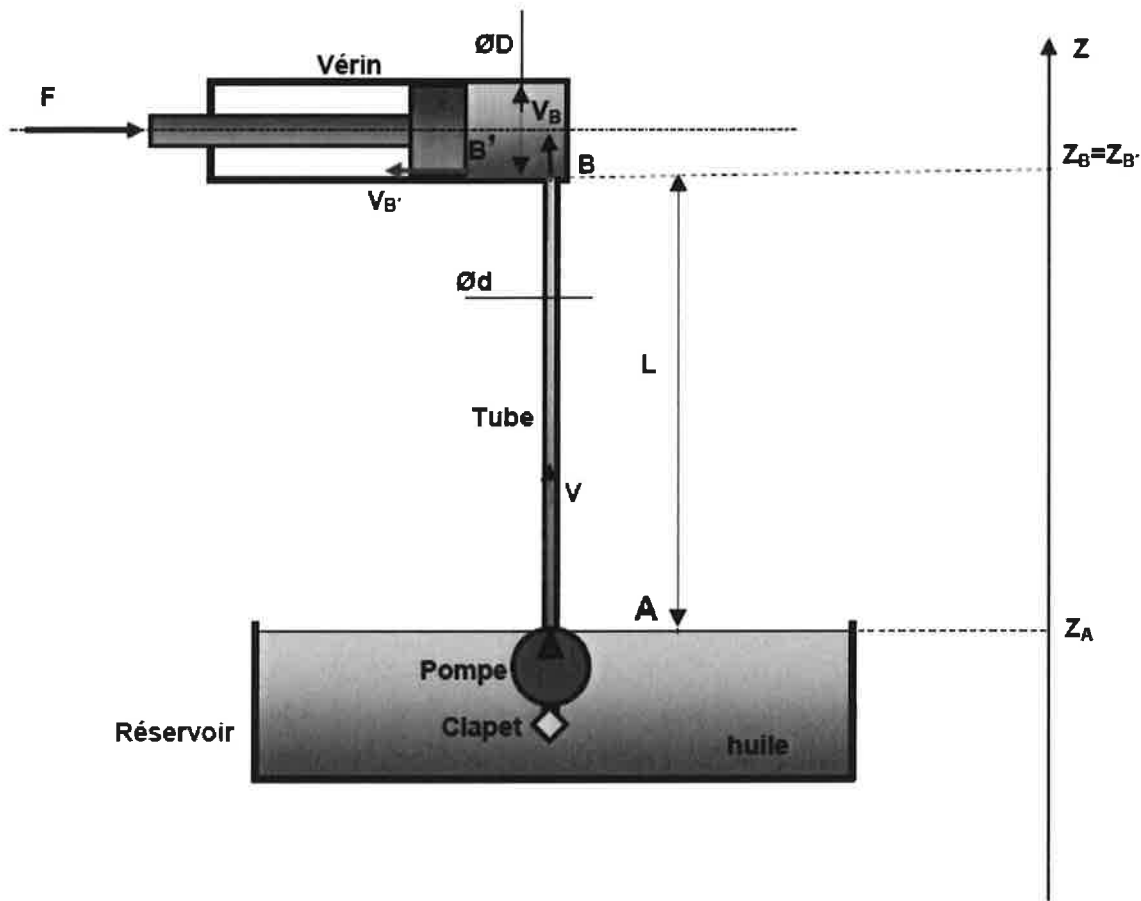
La relation de Bernoulli pour un fluide se déplaçant d'une Position 1 vers une Position 2 en échangeant une Puissance P et avec des Pertes de Charge Δp s'écrit :

$$p_1 + (1/2) \cdot \rho \cdot V_1^2 + \rho \cdot g \cdot Z_1 - \Delta p + (P/Qv) = p_2 + (1/2) \cdot \rho \cdot V_2^2 + \rho \cdot g \cdot Z_2$$

- g est l'accélération de la Pesanteur : $g = 9,81 \text{ m/s}^2$,
- ρ (fluide) est la masse volumique du fluide : $\rho(\text{fluide})$ en kg/m^3 ,
- Z_1 et Z_2 représentent les cotes des Positions 1 et 2 en m,
- V_1 et V_2 sont les vitesses du fluide aux Positions 1 et 2 en m/s,
- p_1 et p_2 sont les pressions du fluide aux Positions 1 et 2 en Pa,
- Δp sont les Pertes de Charges en Pa,
- P est la puissance échangée par le fluide entre les Positions 1 et 2 en W,
- Qv est le débit volumique en m^3/s .

Pour effectuer les Applications Numériques, prendre les valeurs suivantes :

- $\rho(\text{air})$ est la masse volumique de l'air : $\rho(\text{air}) = 1,2 \text{ kg/m}^3$,
- ρ (fluide = eau) est la masse volumique de l'eau : $\rho(\text{eau}) = 1000 \text{ kg/m}^3$,
- $p(\text{atmosphérique})$ est la pression atmosphérique : $p(\text{atmosphérique}) = 10^5 \text{ Pa}$.

SCHEMA DE L'INSTALLATION HYDRAULIQUE

Le schéma proposé ci-dessus représente une installation hydraulique composée :

- d'un réservoir contenant de l'huile de masse volumique $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ et de, Viscosité cinématique $\nu = 25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$,
- d'une pompe de débit volumique $q_v = 15 \text{ L/mn}$
- d'un tube vertical de longueur $L = 50 \text{ cm}$ et de diamètre $d = 5 \text{ mm}$ permettant d'acheminer de l'huile sous pression refoulée par la pompe,
- d'un vérin à simple effet horizontal équipé d'un piston qui se déplace en translation sous l'effet la pression d'huile dans une chemise,
- d'un clapet d'aspiration anti-retour placé en amont de la pompe qui a un coefficient de perte de charge singulière $K_s = 0,45$.

PARTIE DEUX : VERIN HYDRAULIQUE – POMPE 5 POINTS

ACTIVITE 1 : ETUDE DU VERIN.

On néglige dans cette partie toutes les pertes de charges.

1) A partir du débit de la pompe, calculer la vitesse d'écoulement V_B dans la conduite.

(Unité : m/s Précision : 3 décimales)

2) De même, déterminer la vitesse $V_{B'}$ de déplacement du piston sachant que son diamètre $D = 10$ cm.

(Unité : m/s Précision : 3 décimales)

3) Le piston est soumis à une force de compression $F = 6150$ N qui s'oppose à son déplacement. Calculer la pression d'huile $P_{B'}$ au point B'.

(Unité : Pa Précision : 0 décimale)

4) En appliquant le théorème de Bernoulli entre B' et B. Calculer la pression d'admission P_B dans le vérin. On suppose que $Z_{B'} = Z_B$.

(Unité : Pa Précision : 0 décimale)

PARTIE DEUX : VERIN HYDRAULIQUE – POMPE**5 POINTS****ACTIVITE 2 : Etude du circuit d'alimentation (clapet, pompe et tube).****On prendra en considération dans cette partie toutes les pertes de charges.**1) Calculer le débit massique q_m de la pompe.**(Unité : kg/s Précision : 3 décimales)**2) Calculer le nombre de Reynolds Re .**(Unité : AUCUNE Précision : 0 décimale)**

3) Préciser la nature de l'écoulement.

4) Déterminer le coefficient de perte de charge linéaire λ .**(Unité : AUCUNE Précision : 3 décimales)**5) En déduire la perte de charge linéaire J_L .**(Unité : J/kg Précision : 0 décimale)**

$$J_L = -\lambda \cdot \frac{V^2}{2} \cdot \left(\frac{L}{d} \right)$$

PARTIE DEUX : VERIN HYDRAULIQUE – POMPE**5 POINTS**

6) Calculer la perte de charge singulière J_s due au clapet d'aspiration.

(Unité : J/kg Précision : 0 décimale)

$$J_s = -K_s \cdot \frac{V^2}{2}$$

7) En appliquant le théorème de Bernoulli généralisé entre B et A, déterminer la puissance nette P_n de la pompe.

(Unité : W Précision : 0 décimale)

On suppose que :

- le niveau dans le réservoir varie lentement ($V_A \approx 0$),
- la pression $p_A = p_{\text{atmosphérique}} = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$,
- l'accélération de la pesanteur $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

PARTIE TROIS : VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE 10 POINTS

Le PROJET porte sur le dimensionnement d'une installation de renouvellement d'air :

Son objectif est d'extraire l'air vicié de deux salles d'un restaurant pour le remplacer par un air sain.

Le nombre de renouvellements par heure préconisé est égal à 10 (le volume d'air de la pièce doit être renouvelé 10 fois par heure).

Pour limiter le bruit, la vitesse de l'air dans les canalisations ne devra pas dépasser 5 m/s.

Le schéma ci-dessous représente l'installation :

Les salles ont les dimensions suivantes :

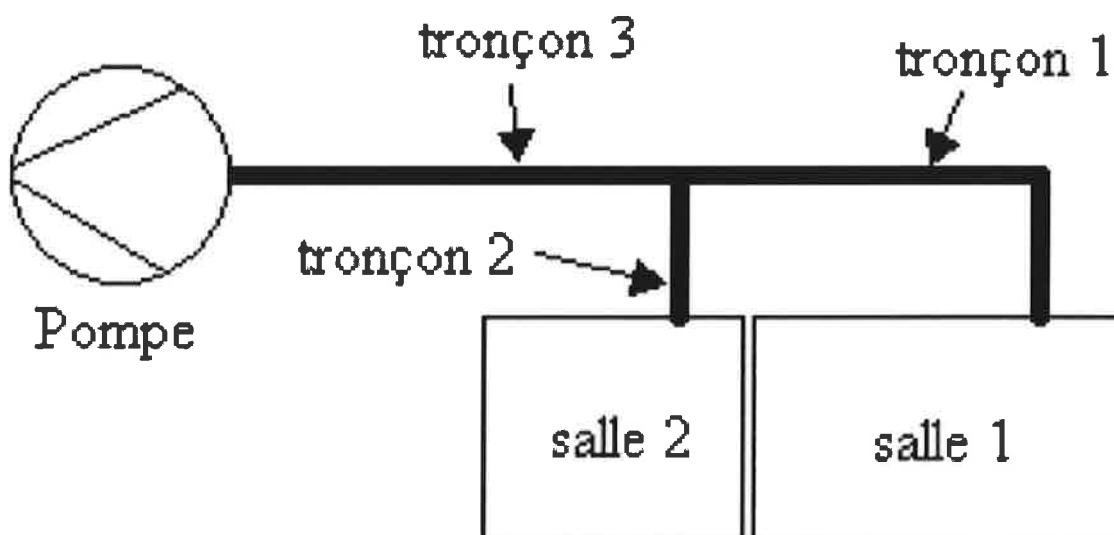
• salle 1 :

Hauteur sous plafond égale à 3,5 m ; longueur égale à 20 m et largeur égale à 8 m.

• salle 2 :

Hauteur sous plafond égale à 3,5 m ; longueur égale à 10 m et largeur égale à 6 m.

Les conduites de l'installation sont circulaires, le tronçon 3 a une longueur de 5 m, le tronçon 1 une longueur de 6 m et le tronçon 2 une longueur de 4 m.



PARTIE TROIS : VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE 10 POINTS

Pour la suite, la vitesse de l'air dans les conduites est prise égale à 5m/s.

2. Pertes de charge pour le tronçon 1

a. Utiliser l'abaque de la dernière page pour déterminer les Pertes de Charge Linéaires (en Pa), à partir des Pertes de Charges linéiques (en Pa/m) extraites de l'Abaque, dans la conduite du tronçon 1 et, écrivez ci-dessous votre démarche d'utilisation de l'Abaque.
(Unités : Pa Précision : 0 décimale)

b. Le tronçon 1 comprend deux coudes de rayons égaux à 100 cm et une bouche d'extraction. Calculer la somme des Pertes de Charges Singulières (en Pa) pour ce tronçon.
(Unités : Pa Précision : 0 décimale)

c. Déduire de ce qui précède les Pertes de Charge Totales (en Pa) Δp_1 pour le tronçon 1.
(Unités : Pa Précision : 0 décimale)

3. Pression au point E1

Le point E1 est le point du tronçon 1 juste avant la jonction avec le tronçon 2. On souhaite appliquer la relation de Bernoulli sur le tronçon 1 pour un filet d'air partant de la salle 1 (qui est à la pression atmosphérique) et allant à la pompe.

a. Justifier que la vitesse de l'air dans la salle est supposée nulle.

PARTIE TROIS : VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE 10 POINTS

b. La conduite est horizontale, écrire comment est modifiée la relation de Bernoulli ?

c. Dédurre des questions précédentes que $p_{E1} = -\Delta p_1 + p_{atm} - (1/2)\rho V_1^2$ avec p_{E1} la pression au point E_1 et p_{atm} la pression atmosphérique.

Calculer la différence entre la pression atmosphérique et p_{E1} .
(Unités : Pa Précision : 0 décimale)

4. Puissance de la pompe

La pression en sortie du « Té » de jonction des tronçons 1 et 2 avec le tronçon 3 est de 70 Pa en dessous de la pression atmosphérique, les pertes de charge dans le tronçon 3 sont égales à 15 Pa. Cette conduite est horizontale.

a. Quelle est la vitesse de l'air à travers la pompe ?
(Unités : m/s Précision : 3 décimales)

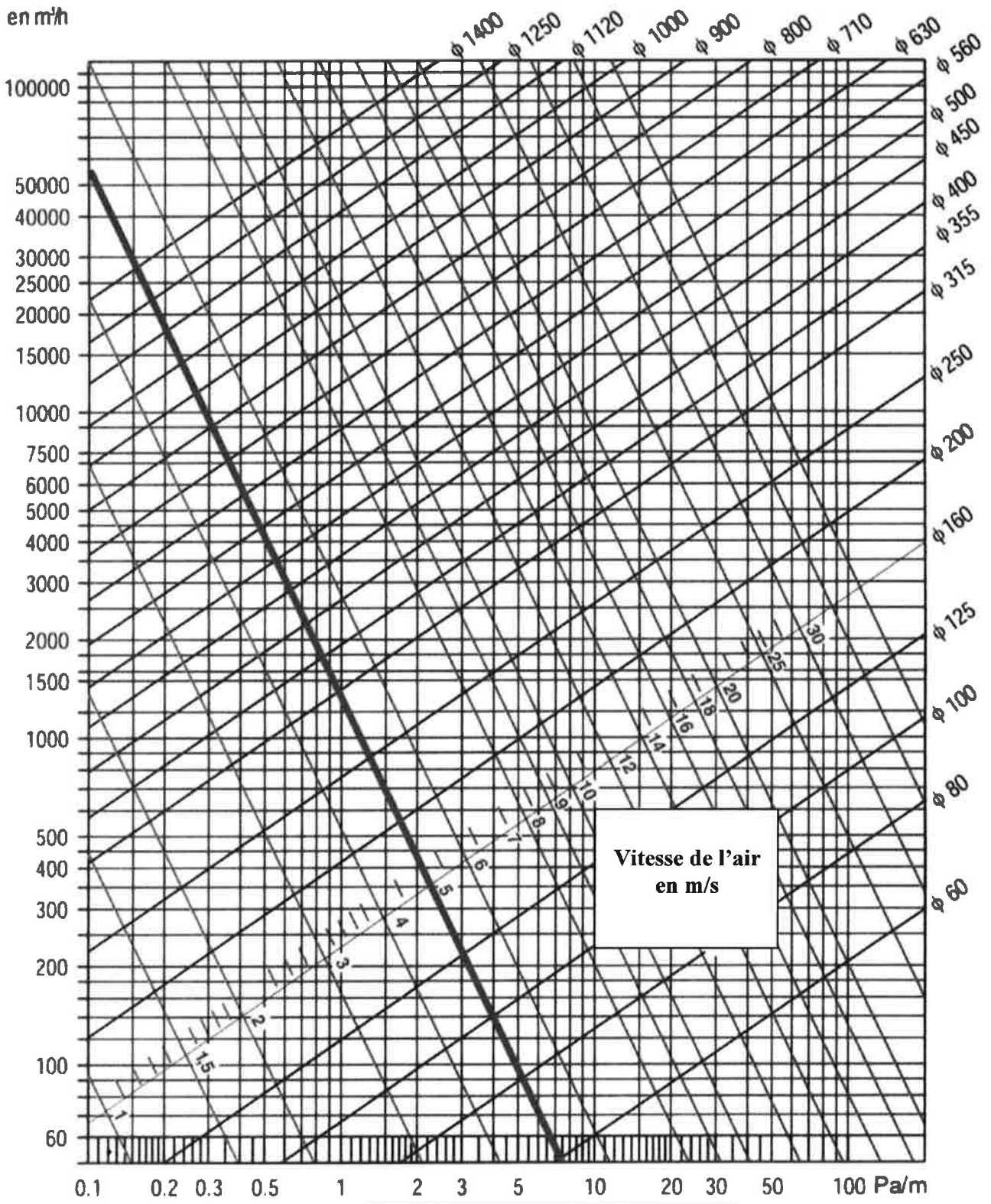
b. Déterminer la puissance de la pompe (l'air à sa sortie est à la pression atmosphérique).
(Unités : W Précision : 3 décimales)

PARTIE TROIS : VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE 10 POINTS

Débit - Volumique

Diamètre en mm

ABAQUE pour la détermination des pertes de charge dans les conduites



**Pertes de Charge linéiques par
mètre de canalisation en Pa/m**