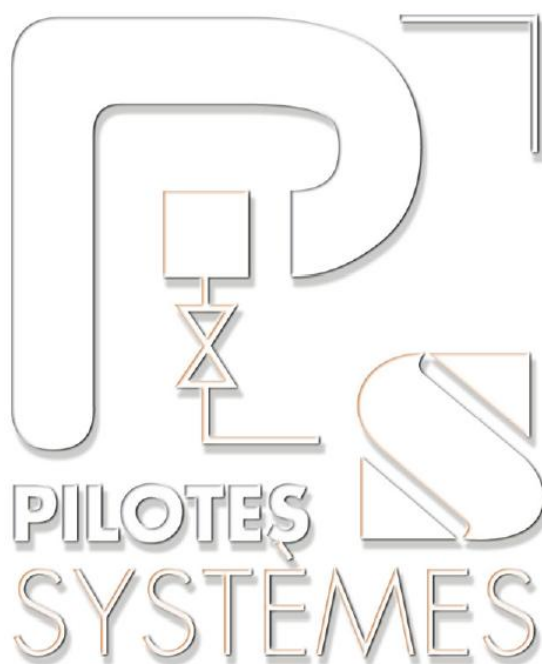




MANUEL PEDAGOGIQUE
Banc de Dynamique des Fluides
07-1055G

SOMMAIRE

1 - Objectifs.....	3
2 - Mise en Place.....	4
3 - Préliminaires.....	5
4 - Indications d'utilisation	6
4 . 1 – Précautions des opérateurs.....	6
4 . 2 – Utilisation de produits	6
4 . 3 – Utilisation de produits	6
5 - Première Mise en Route	8
6 - Mesure des Pertes de Charge.....	12
7 - Mesures sur la Pompe Centrifuge	14
8 - Arrêt de la Manipulation.....	15
9 - Utilisation des Afficheurs de Mesure.....	16
10 - Repérage des Mesures	17
11 -Sécurités Locales.....	20
12 - Manipulations	21

1 - OBJECTIFS

Vérifier à l'aide de plusieurs séries de mesures les lois de l'écoulement des fluides réels :

- pertes de charge par frottements dans une conduite droite et horizontale,
- pertes de charge par accident pour différents accessoires de tuyauteries,
- relations débit - chute de pression statique à la traversée d'organes déprimogènes.

2 - MISE EN PLACE

- Installer le pilote dans un local correspondant à son utilisation sur un support plan, stable et horizontal,
- L'éclairage du poste de travail doit être de 300 lux (minimum),
- Relier un tuyau souple d'alimentation d'eau à votre réseau,
- Relier le tuyau souple d'évacuation d'eau de la cuve de stockage à votre réseau d'égout,
- Relier le tuyau souple d'évacuation d'eau du circuit colorant à votre réseau d'égout,
- Vérifier que l'interrupteur principal soit sur la position arrêté.
- Raccorder la prise d'alimentation électrique du pilote à votre réseau électrique (230 V, 50 Hz, 2 kW),
- Le pilote est installé.

3 - PRELIMINAIRES

- Prendre connaissance du manuel d'utilisation fourni avec le banc,
- Lire attentivement toutes les consignes de sécurité mentionnées dans ce bulletin technique et vérifier les différents points de sécurité du banc,
- Déterminer vos conditions opératoires.

4 - INDICATIONS D'UTILISATION

4.1 - PRECAUTIONS DES OPERATEURS

Les opérateurs doivent être munis des vêtements de sécurité obligatoires :

- Blouse lors de toute manipulation ou réglage,
- Lunettes de sécurité lors de toute manipulation ou réglage,
- Gants de sécurité lors de la manipulation de produits toxiques, irritants ou corrosifs.

4.2 - UTILISATION DE PRODUITS

Le banc doit être utilisé avec des fluides non agressifs et non oxydants à la température ambiante (eau, glycérine par exemple).

N.B. Dans le cas d'utilisation de l'eau naturelle, il convient de protéger l'installation contre les éventuels développements de bactéries et d'algues : utilisation exclusive de produits non corrosifs (l'eau de javel est à proscrire par exemple).

N.B. Si la réserve de fluide est remplie d'eau naturelle, il convient également de vidanger celle-ci toutes les deux semaines environ pour éviter les développements ci-dessus mentionnés.

4.3 - ELIMINATION DES PRODUITS

L'eau éliminée du pilote doit être de pH neutre avant son rejet dans l'environnement.

Si l'eau éliminée du pilote a été la source de prolifération bactérienne importante, il convient de la traiter avant son rejet dans l'environnement.

Le produit éliminé du pilote doit être ni oxydant ni réducteur avant son rejet dans l'environnement.

N.B. Dans le cas contraire, il convient de le stocker dans des récipients appropriés puis de le traiter (oxydation ou réduction suivant le type de produit) avant son rejet.

Le produit éliminé du pilote ne doit pas être toxique avant son rejet dans l'environnement.

N.B. Dans le cas contraire, il convient de le stocker dans des récipients appropriés puis de le traiter avant son rejet.

Le produit éliminé du pilote ne doit pas être la source de pollution organique importante avant son rejet dans l'environnement (utilisation de glycérine par exemple).

N.B. Dans le cas contraire, il convient de le stocker dans des récipients appropriés puis de le traiter avant son rejet.

5 - PREMIERE MISE EN ROUTE

- Fermer la vanne de vidange du bac d'alimentation,
- Fermer la vanne de vidange de la canalisation du circuit diaphragme - venturi située sous la vanne trois voies de cette canalisation,
- Remplir le bac d'alimentation avec de l'eau propre et claire,
- Vérifier que le bouton « MARCHE / ARRET » de la pompe d'alimentation est sur la position « ARRET »,
- Mettre sous tension l'armoire électrique du pilote par l'interrupteur général,
- Mettre en marche l'armoire électrique du pilote par le bouton général « MARCHE / ARRET » sur la position « MARCHE »,
- Ouvrir toutes les vannes d'arrêt (sur les sept lignes parallèles),
- Fermer la vanne de réglage de mise à l'air du multimanomètre,
- Positionner la vanne trois voies du circuit diaphragme - venturi dans le sens de la circulation,
- Fermer la vanne de réglage du débit,
- Mettre en marche la pompe centrifuge par le bouton « MARCHE / ARRET » situé sur l'armoire électrique sur la position « MARCHE »,
- Ouvrir lentement la vanne de réglage du débit,
- Attendre que l'air s'évacue de toutes les canalisations,
- Fermer les vannes d'arrêt des six lignes inférieures,
- Purger l'air de la canalisation supérieure,
- Lorsque la canalisation supérieure est purgée (absence de bulles d'air au retour), il convient de purger la canalisation située immédiatement en dessous,
- Ouvrir la vanne d'arrêt de la ligne DN 25,
- Fermer la vanne d'arrêt de la ligne DN 32,
- Purger l'air de la canalisation DN 25,
- Lorsque la canalisation DN 25 est purgée (absence de bulles d'air au retour), il convient de purger la canalisation située immédiatement en dessous,
- Procéder de la même manière pour toutes les autres canalisations,

- Positionner la vanne trois voies du circuit diaphragme et du tube de VENTURI dans le sens de la vidange,
- A ce stade l'eau circule dans les tubes du multimanomètre,
- Fermer la vanne de réglage du débit,
- Ouvrir la vanne d'arrêt de la ligne supérieure,
- Ouvrir la vanne d'arrêt du circuit de mise « sous pression » du multimanomètre,
- Manœuvrer légèrement la pompe à vélo (une à deux fois) de manière à faire rentrer de l'air dans les tubes manométriques,
- Vérifier que tous les niveaux dans le multimanomètre sont égaux,

N.B. Si ces niveaux ne sont pas égaux, il convient dans un premier temps de s'assurer qu'il n'y a pas de gêne au passage de l'air (élimination de bulles de liquide contenues dans les tubes ou dans le collecteur supérieur du multimanomètre),

- Manœuvrer la pompe à vélo plus fermement de manière à obtenir un niveau de liquide situé à moitié des tubes manométriques,

N.B. Si ces niveaux ne sont pas de nouveau égaux, il convient de recommencer la procédure de purge du multimanomètre,

- Fermer la vanne d'arrêt de la ligne supérieure,
- Fermer la vanne d'arrêt du circuit de mise « sous pression » du multimanomètre,
- Ouvrir la vanne de réglage du débit,
- Vérifier que l'eau qui circule dans les tubes du multimanomètre ne contient pas de bulles d'air,
- Ouvrir la vanne supérieure du multimanomètre de manière à éliminer toutes les bulles d'air présentes dans les circuits de mesure,
- Fermer la vanne supérieure du multimanomètre après élimination des bulles d'air présentes dans les circuits de mesure,
- Fermer la vanne de réglage du débit,
- Ouvrir la vanne d'arrêt du circuit de mise « sous pression » du multimanomètre,
- Ouvrir la vanne d'arrêt de la ligne supérieure,
- Manœuvrer légèrement la pompe à vélo (une à deux fois) de manière à faire rentrer de l'air dans les tubes manométriques,
- Vérifier que tous les niveaux dans le multimanomètre sont égaux,

N.B. Si ces niveaux ne sont pas égaux, il convient à nouveau de s'assurer qu'il n'y a pas de gêne au passage de l'air (élimination de bulles de liquide contenues dans les tubes ou dans le collecteur supérieur du multimanomètre),

- Manœuvrer la pompe à vélo plus fermement de manière à obtenir un niveau de liquide situé à moitié des tubes manométriques,

- Lorsque les niveaux sont équilibrés, il convient de fermer la vanne d'arrêt de la canalisation supérieure,
- Fermer la vanne d'arrêt de la ligne supérieure,
- Arrêter la pompe centrifuge par le bouton « MARCHE / ARRET » situé sur l'armoire électrique sur la position « ARRET »,
- Le pilote est prêt pour vos manipulations.

6 - MESURES DES PERTES DE CHARGE

- Mettre en route le pilote,
- Vérifier que les vannes d'arrêt de toutes les lignes sont fermées,
- Vérifier l'égalité de niveau dans les tubes manométriques,
- Vérifier que les vannes d'arrêt des tubes manométriques sont fermées,
- Vérifier que la vanne de réglage de débit est fermée,
- Mettre en marche la pompe centrifuge par le bouton « MARCHE / ARRET » situé sur l'armoire électrique sur la position « MARCHE »,
- Ouvrir la vanne correspondant à la canalisation à étudier,

N.B. La vanne d'arrêt de la canalisation droite DN 32 et la vanne trois voies du circuit diaphragme - venturi ne doivent pas être ouvertes complètement (à 30° environ) pour créer une contre - pression sur la prise de faible valeur de pression,

- Attendre la stabilisation des niveaux concernés (si on veut vérifier l'égalité des niveaux, refermer la vanne de réglage de débit),
- Régler le débit à la valeur choisie,
- Relever la perte de charge,

N.B. Prendre soin de vérifier les niveaux dans les autres tubes du multimanomètre : si ceux ci montent trop haut (au niveau du collecteur commun), il y a risque de circulation d'eau dans les tubes du multimanomètre correspondant à la canalisation étudiée ; il convient pour prévenir cet incident, de pomper à nouveau légèrement avec la pompe à vélo pour augmenter la pression dans des tubes du multimanomètre. **Attention cette manœuvre** : les niveaux de liquide dans les tubes du multimanomètre ne doivent en aucun cas descendre trop bas (en dessous des raccordements inférieurs des tubes du multimanomètre où vous ne pourrez plus faire de mesure de perte de charge) ; si le niveau est bas, il faut chasser un peu d'air par la vanne supérieure du collecteur des tubes du multimanomètre tout en vérifiant les niveaux dans les autres tubes,

N.B. Ces manœuvres ne doivent pas être faites pendant une série de mesure ; il convient donc de s'assurer avant d'effectuer les mesures que l'échelle disponible est correcte pour l'organe ou la canalisation étudié,

- Fermer la vanne de réglage de débit lorsque toutes les mesures de perte de charge ont été effectuées sur la canalisation étudiée,
- Ouvrir une des six autres vannes d'arrêt,
- Seulement à ce moment là, fermer la vanne d'arrêt précédente,

- Attendre la stabilisation des niveaux concernés,
- Mesurer les pertes de charge en fonction du débit sur la nouvelle canalisation étudiée,

N.B. Attendre que les niveaux soient stabilisés pour prendre les mesures (en principe le temps de stabilisation est d'une dizaine de secondes),

N.B. Vérifier votre débit avant de noter votre mesure de perte de charge,

N.B. Travailler à débit croissant.

7 - MESURES SUR LA POMPE CENTRIFUGE

- Ouvrir la vanne de la canalisation tube lisse DN 25,
- Régler le débit à la valeur choisie,
- Relever les pressions d'aspiration et de refoulement sur les manomètres correspondants,

N.B. Vérifier votre débit avant de noter vos mesures de pressions,

- Modifier le débit de manière à couvrir toute la gamme disponible,

N.B. Travailler à débit croissant.

8 - ARRET DE LA MANIPULATION

- Fermer la vanne de réglage de débit,
- Fermer la vanne d'arrêt de la dernière canalisation étudiée,
- Arrêter la pompe centrifuge par le bouton « MARCHE / ARRET » situé sur l'armoire électrique sur la position « ARRET »,
- Arrêter le pilote par l'interrupteur situé sur l'armoire électrique du pilote.

9 - UTILISATION DES AFFICHEURS DE MESURE

9.1 - TI 1

Cet appareil mesure la température du fluide avec une sonde Platine 100 Ohms ; deux alarmes sont associées à cette mesure :

- * AL1 : alarme basse, modifiable par l'opérateur,
- * AL2 : alarme haute, modifiable par l'opérateur.

N.B. Ces deux alarmes ne sont que visuelles (par des diodes électroluminescentes situées sur la face avant de l'afficheur) ; elles n'ont donc aucune action sur le procédé.

10 - REPERAGE DES MESURES

10 . 1 - FI 1

Cet appareil mesure le débit d'alimentation du fluide par un débitmètre à flotteur de faible échelle (rotamètre).

10 . 2 - FI 2

Cet appareil mesure le débit d'alimentation du fluide par un débitmètre à flotteur de forte échelle (rotamètre).

10 . 3 - PI 1

Cet appareil mesure la pression d'aspiration de la pompe centrifuge de circulation par un manomètre à tube de bourdon.

10 . 4 - PI 2

Cet appareil mesure la pression de refoulement de la pompe centrifuge de circulation par un manomètre à tube de bourdon.

10 . 5 - PI 3

Cet appareil mesure la pression en amont de la vanne quart de tour « passage direct » par un manomètre à tube de bourdon.

10 . 6 - PI 4

Cet appareil mesure la pression en aval de la vanne quart de tour « passage direct » et en amont de la vanne de réglage à membrane par un manomètre à tube de bourdon.

10 . 7 - PI 5

Cet appareil mesure la pression en aval de la vanne de réglage à membrane par un manomètre à tube de bourdon.

10 . 8 - PI 6

Cet appareil mesure la pression en amont de la vanne trois voies quart de tour « passage d'équerre en T » par un manomètre à tube de bourdon.

10 . 9 - PI 7

Cet appareil mesure la pression en aval de la vanne quart de tour « passage d'équerre en T » par un manomètre à tube de bourdon.

10 . 10 - ΔPI 1 = A-B

Ces tubes mesurent la différence de pression sur la canalisation PVC de diamètre intérieur 34.3 mm ; la longueur de mesure est 1.5 m.

10 . 11 - ΔPI 2 = C-D

Ces tubes mesurent la différence de pression sur la canalisation PVC de diamètre intérieur 27.2 mm ; la longueur de mesure est 1.5 m.

10 . 12 - ΔPI 3 = E-F

Ces tubes mesurent la différence de pression sur la canalisation PVC de diamètre intérieur 19.5 mm ; la longueur de mesure est 1.5 m.

10 . 13 - ΔPI 4 = G-H

Ces tubes mesurent la différence de pression sur la canalisation PVC rugueux de diamètre intérieur 19.5 mm ; la longueur de mesure est 1.5 m.

10 . 14 - ΔPI 5 = I-J

Ces tubes mesurent la différence de pression sur la singularité « augmentation de section » de diamètre intérieur 19.5 mm - 42.5 mm.

10 . 15 - ΔPI 6 = J-K

Ces tubes mesurent la différence de pression sur la singularité « restriction de section » de diamètre intérieur 42.5 mm - 19.5 mm.

10 . 16 - $\Delta P I 7 = L-M$

Ces tubes mesurent la différence de pression sur huit coudes à 45 ° en série de diamètre intérieur 19.5 mm.

10 . 17 - $\Delta P I 8 = M-N$

Ces tubes mesurent la différence de pression sur huit coudes à 90 ° en série de diamètre intérieur 19.5 mm.

10 . 18 - $\Delta P I 9 = O-P$

Ces tubes mesurent la différence de pression du tube de VENTURI (cf. schéma en annexe).

10 . 19 - $\Delta P I 10 = Q-R$

Ces tubes mesurent la différence de pression du diaphragme normalisé (cf. schéma en annexe).

11 - SECURITES LOCALES

11 . 1 - LAL 1

Cet appareil détecte le niveau bas du bac d'alimentation et prévient toute fausse manœuvre quant au démarrage de la pompe centrifuge de circulation s'il est vide (impossibilité de mettre en route la pompe).

N.B. IL EST INTERDIT DE MODIFIER CETTE SECURITE SOUS PEINE DE DETERIORATION DE LA POMPE CENTRIFUGE.

12 - MANIPULATIONS

12 . 1 - RAPPELS

Relation générale de calcul de la perte de charge :

$$\Delta P = f \times \left(\frac{L}{D} \right) \times \frac{\rho \times u_m^2}{2}$$

Où :

- f = Coefficient de friction donné par $Re/64$, pour le régime laminaire
- L = Longueur du tube
- D = Diamètre du tube
- ρ = Masse volumique du liquide
- u_m = Vitesse moyenne

Coefficient de friction pour le régime transitoire ou le régime turbulent

Le coefficient de friction pour le régime transitoire ou le régime turbulent est donné par l'abaque de MOODY en fonction du nombre de REYNOLDS.