

EN-CAPE 14.021 C – V0

Essais sur clapet anti-odeur STINK-SHIELD

Xavier FAURE, Emmanuel MORNET et Dominique ORDITZ

Département Climatologie – Aérodynamique – Pollution – Epuration

Essais sur clapet anti-odeur STINK-SHIELD

**Xavier FAURE, Emmanuel MORNET
et Dominique ORDITZ**

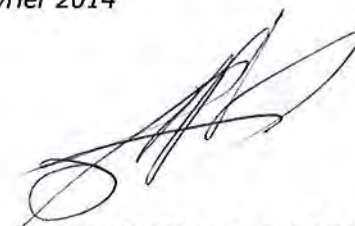
Département Climatologie – Aérodynamique
Pollution – Epuration

*Cette étude a été réalisée
à la demande de NORHAM
suivant la commande n° 300535
en date du 13/11/2013
Offre n°6089*

Nantes, le 11 février 2014



Xavier FAURE
Ingénieur Projets
Climatologie-Aérodynamique-
Pollution-Epuration



Marc DUFRESNE de VIREL
Responsable thématique
Air-Confort-Environnement
Climatologie-Aérodynamique-
Pollution-Epuration

Mots clés : cycle, aéraulique, fuite, clapet anti-odeur

*Nbre de pages : 9
Version n° : 0*

CSTB
le futur en construction

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT
11 RUE HENRI PICHERIT, BP 82341, 44323 NANTES CEDEX 3
Tél : 02.40.37.20.00 - Fax : 02.40.37.20.60
Email : cape@cstb.fr - Site Web : www.cstb.fr/nantes

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION	1
2. BANC D'ESSAI DE CYCLAGE	1
3. CONFIGURATIONS TESTEES ET PROTOCOLE DE TRAITEMENT	3
4. RESULTATS	6
5. ESSAIS COMPLEMENTAIRES	8
6. CONCLUSION	9

1. INTRODUCTION

Des essais sur un clapet anti-odeur STINK-SHIELD de la société Norham ont été réalisés au CSTB de Nantes. Conformément à l'offre 6089, un banc d'essai a été conçu pour réaliser des cyclages en eau et en air afin de mesurer les lois de perméabilité à l'air du clapet entre chaque cycle en eau.

Dans une première partie, le banc d'essai est présenté ainsi que l'instrumentation mise en place.

Une deuxième partie présente les différentes configurations testées suivi du protocole de post-traitement mis en œuvre. Les résultats sont enfin présentés dans une dernière partie.

2. BANC D'ESSAI DE CYCLAGE

Le banc d'essai comprend :

- un bac de récupération d'eau,
- un bac intermédiaire en matériau transparent simulant un regard d'eau pluviale,
- un clapet STINK-SHIELD monté sur un coude 90°, DN200 (PVC),
- une longueur droite en DN 200 (PVC),
- un T DN200 (PVC) connecté d'un côté à une gaine souple reliée à un appareil déprimogène et un ventilateur et de l'autre à une électrovanne.

La Figure 1 représente le banc mis en œuvre.

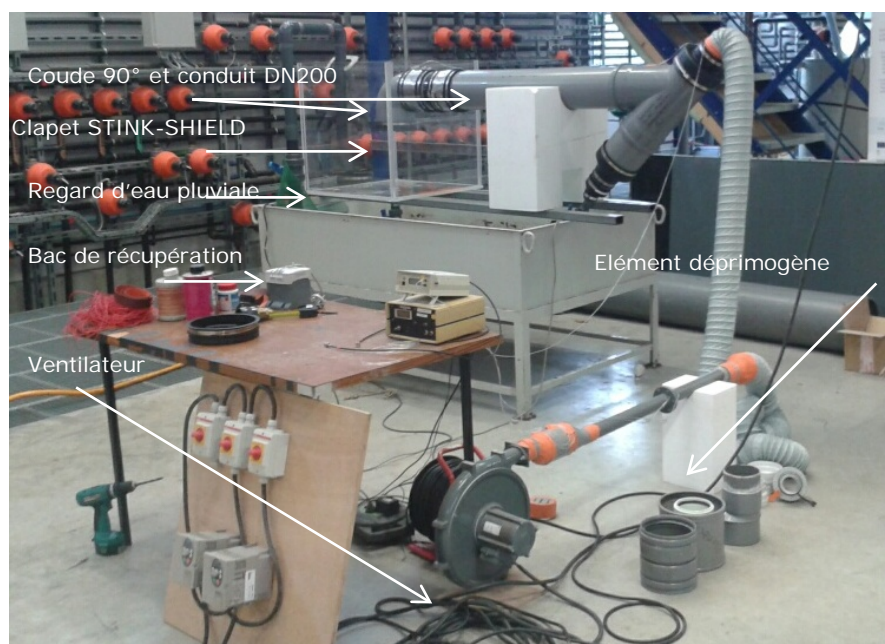


Figure 1 : Banc d'essai mis en place au CSTB de Nantes

Le banc a été conçu de manière à réaliser des cycles de fonctionnement en eau (évacuation des eaux pluviales au travers du clapet anti-odeur) et en air (mise en surpression dans la canalisation DN200 et mesures des débits traversant le clapet anti-odeur du conduit vers l'extérieur). La Figure 2 représente de manière schématique le principe de fonctionnement sur les deux cycles.

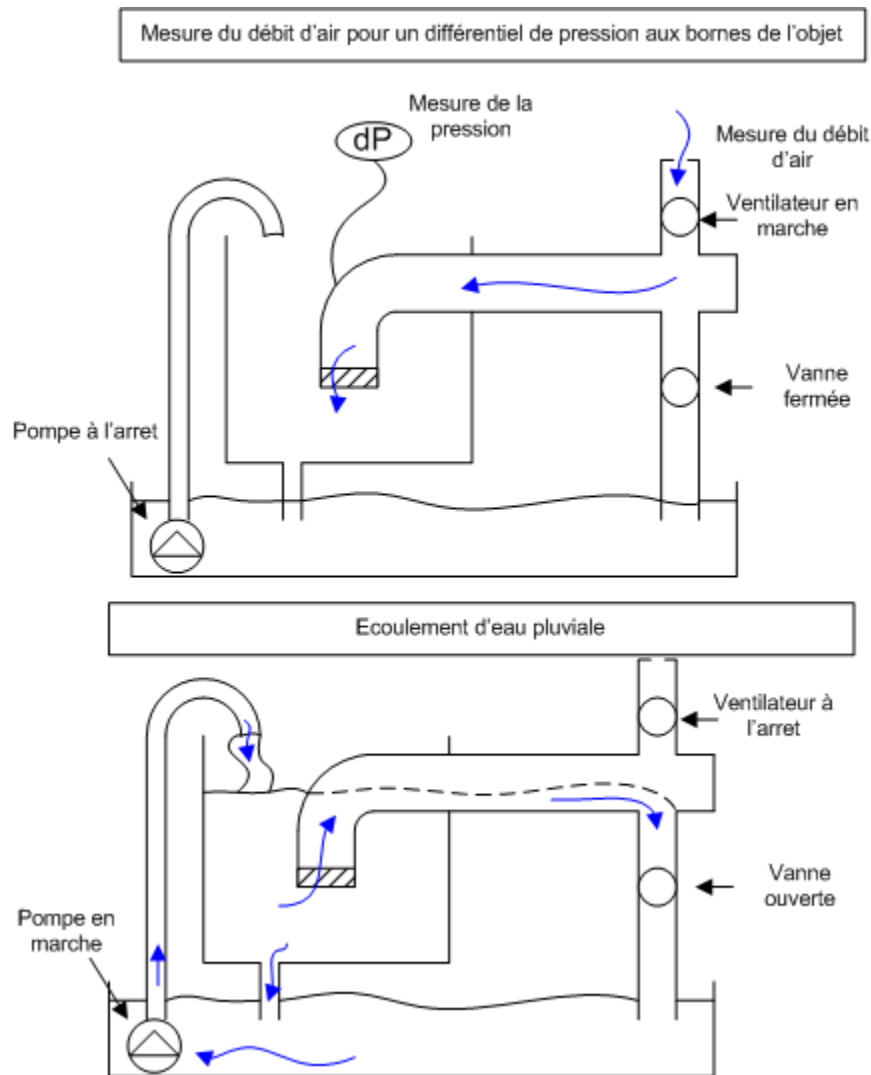


Figure 2 : Présentation schématique des modes de fonctionnement en air et en eau respectivement en niveaux haut et bas.

Les mesures ne sont pas réalisées en phase écoulement. Les effets de pression sont négligés lors de cette phase du fait du maintien de la pression atmosphérique dans la canalisation au travers de la liaison avec le ventilateur.

L'instrumentation relative au comportement aéraulique du clapet comprend une mesure de pression à l'intérieur de la canalisation DN200 au niveau du coude à 90° et une mesure de la pression aux bornes de l'élément déprimogène pour la mesure du débit.

L'élément déprimogène est un diaphragme de faible section de manière à mesurer des faibles débits d'air. Ce dernier a été préalablement calibré sur les bancs d'essais aérauliques du laboratoire CESA (Composants Et Systèmes Aérauliques) du CSTB de Nantes, sous accréditation COFRAC.

Le débit est défini par la relation suivante :

$$Q = 3600.C.0.598.S \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}$$

Avec :

C : Coefficient de calibration (sans unité),

S : Section de passage du diaphragme (m²),

ΔP : Différentiel de pression aux bornes du diaphragme (Pa)

ρ : Densité de l'air (kg/m³). Celle-ci est fixée à 1,18 kg/m³ pour l'ensemble des essais.

La mise en pression à l'intérieur de la canalisation DN 200 est assurée par un ventilateur piloté par un variateur de fréquence. La rotation du ventilateur est ainsi augmentée progressivement jusqu'à une pression intérieure de consigne au niveau du coude à 90°. Une fois cette consigne atteinte (ou légèrement dépassée) la vitesse de rotation est maintenue constante pendant une durée limitée (variable selon les essais). Il a été programmé une augmentation de la vitesse de rotation très lente de manière à limiter les effets de l'injection de masse sur le clapet et ainsi mesurer pour chaque valeur de pression le débit réel traversant le clapet (les mesures de débit ne considèrent donc pas la masse nécessaire à l'obtention de la pression de consigne, mais uniquement le débit traversant le clapet sous un différentiel de pression aux bornes du clapet).

Le débit d'alimentation en eau est de l'ordre de 0,3l/s. Ce débit est obtenu pour l'équilibre entre l'alimentation en eau de la pompe et les deux débits de fuite au travers du bac simulant le regard d'eau pluviale et la canalisation DN200, tout en maintenant une hauteur d'eau de 4 à 6cm dans le conduit.

L'étanchéité du banc a fait l'objet d'une vérification préalable sous l'effet d'une pression de 150Pa avec mise en eau du clapet.

3. CONFIGURATIONS TESTEES ET PROTOCOLE DE TRAITEMENT

Plusieurs configurations ont été testées avec deux clapets (nommés dans la suite clapet 1 et clapet 2).

Les deux clapets ont été testés en eau claire avec un essai de répétabilité pour le clapet 1.

Le deuxième clapet a fait l'objet de mesures de fuite aéraulique avant mise en eau (mesures dites « à sec »). Ensuite des mesures en eau chargée ont été réalisées, consistant à analyser séparément le comportement du clapet en présence de feuilles mortes, de lamelles de papier et de mégots de cigarette.

Pour chaque essai, ou cycle aéraulique du clapet, l'évolution de la pression interne est mesurée de manière synchrone avec la mesure du débit. La pente d'augmentation de la pression interne étant faible, il est possible de définir une loi de comportement aéraulique sur une gamme de pression ne modifiant pas le comportement du clapet. Selon la pression de consigne, il est en effet observé un comportement dépendant de la pression. Ces deux exemples sont présentés ci-dessous.

Des essais de cyclage ont été réalisés avec une pression interne de consigne de 30Pa. La Figure 3 présente les résultats des mesures.

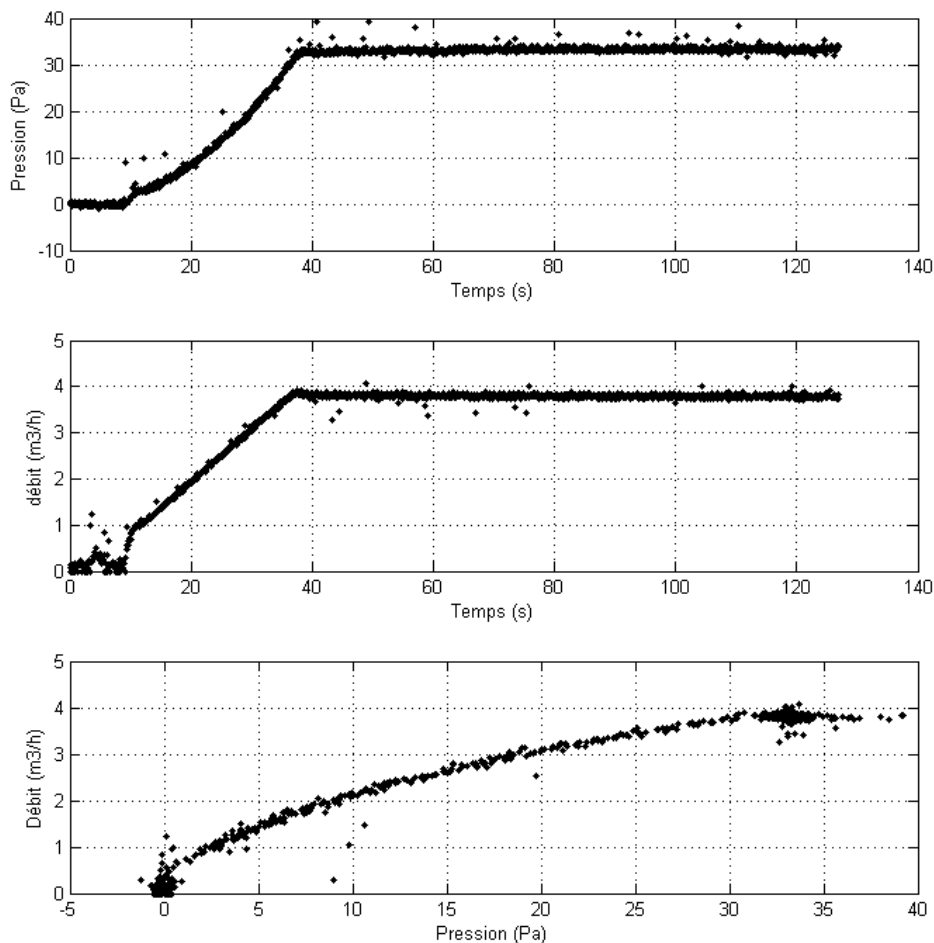


Figure 3 : Pression interne, débit loi débit/pression pour un essai jusqu'à 30Pa

Le dernier graphique montre un comportement aéraulique tout à fait semblable à un orifice de section fixe dont la loi de perméabilité serait, pour la gamme 0-30Pa de $Q = 0.6dP^{0.54}$. Le coefficient de corrélation R^2 pour cette loi est de 0,97.

D'autres essais ont été réalisés sur le même clapet mais avec des pressions de consigne plus élevées. La Figure 4 représente, de la même manière que précédemment les résultats obtenus.

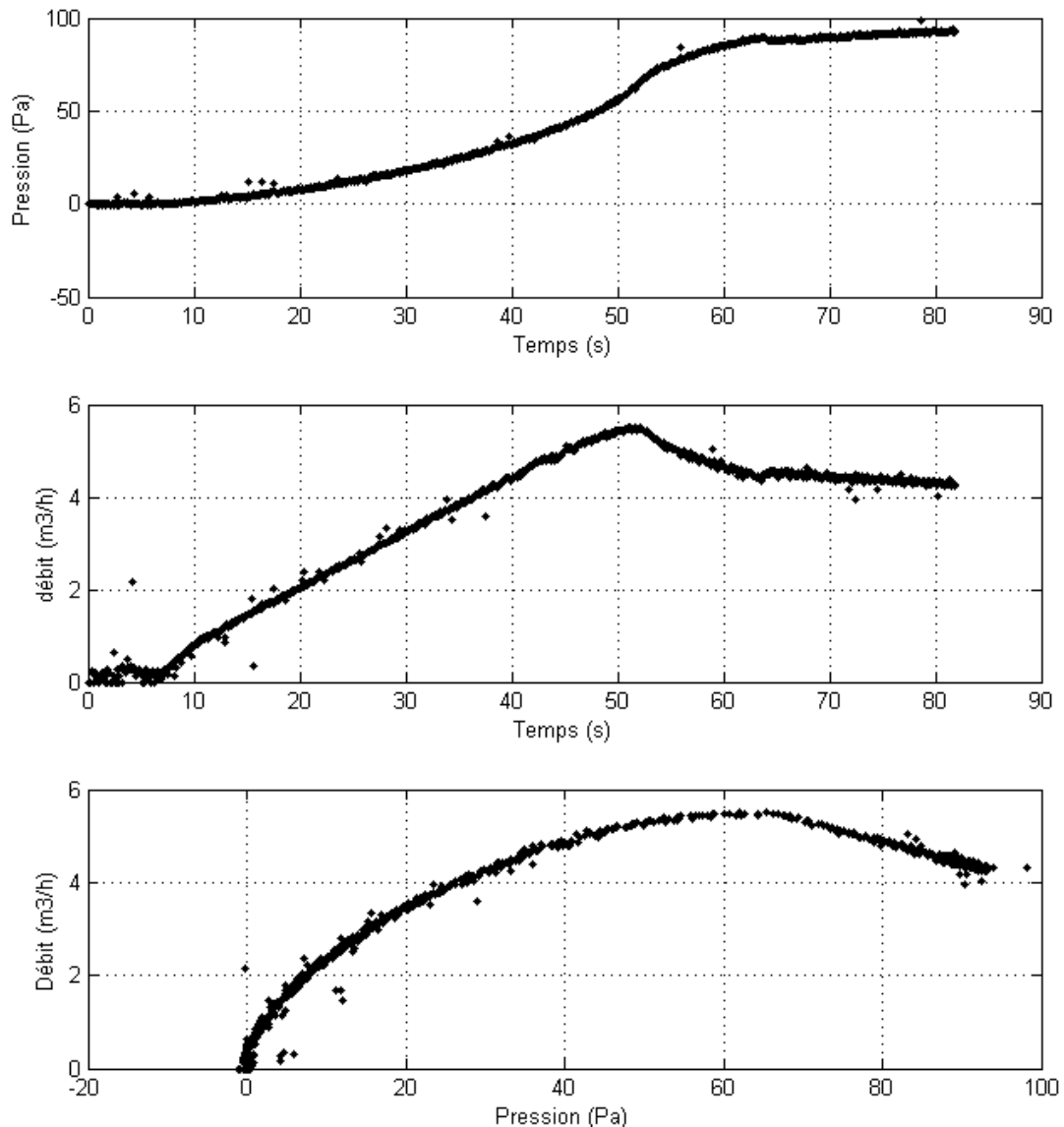


Figure 4 : Pression interne, débit loi débit/pression pour un essai jusqu'à 90Pa

Le comportement aéraulique du clapet est très proche des précédentes mesures jusqu'à 50Pa environ. En effet, la loi interpolée entre 0 et 40Pa est de $Q=0,64dP^{0.55}$ avec un coefficient de corrélation R^2 de plus de 0,98. La Figure 4 montre toutefois un comportement complètement différent au-delà de 50-60Pa avec une diminution des débits observés pour une augmentation de la pression interne. Cet effet

s'explique par une diminution des sections de passage d'air au niveau du clapet. L'augmentation de la pression interne au clapet tend à minimiser ses fuites.

4. RESULTATS

L'ensemble des essais (plus de 60 mesures) sont traitées sous forme de loi interpolées jusqu'à 30Pa. Ces lois sont interpolables jusqu'à la modification du comportement du clapet avec la pression (autour de 50Pa dans l'exemple présenté dans la partie précédente). La synthèse proposée ci-dessous présente ces lois interpolées uniquement dans le cas d'une corrélation supérieure à 0,8 (confiance dans la loi interpolée). Sur le reste des essais, des manipulations en cours d'acquisition ou des débits en dessous des seuils de sensibilité des capteurs ont été obtenus. La Figure 5 représente la synthèse des lois pour les débits non nuls, jusqu'à 30Pa et pour les différentes configurations testées.

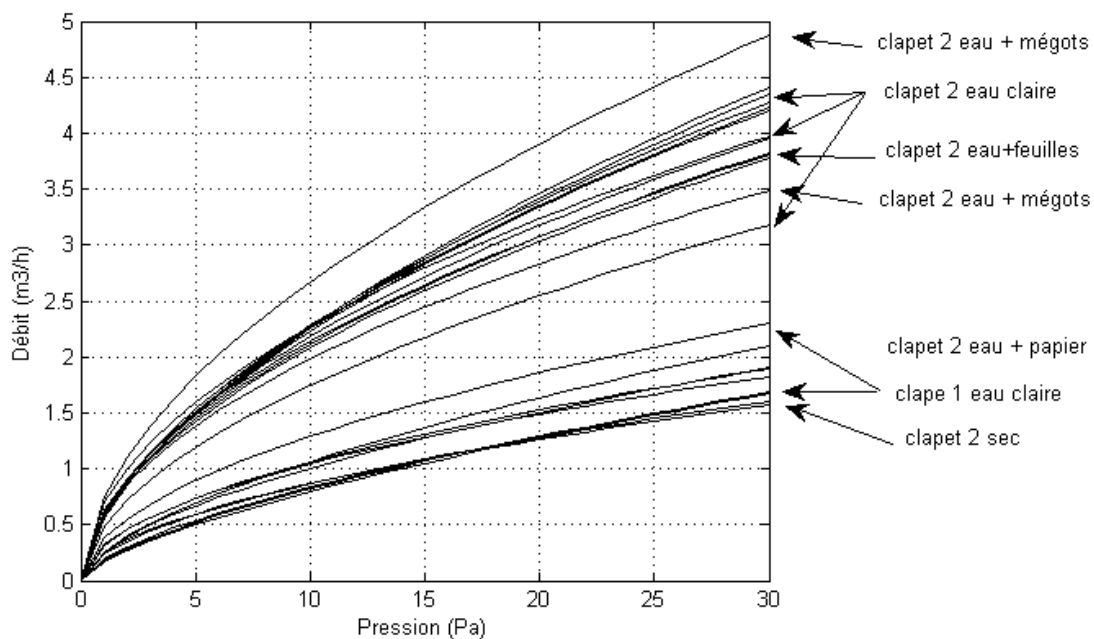


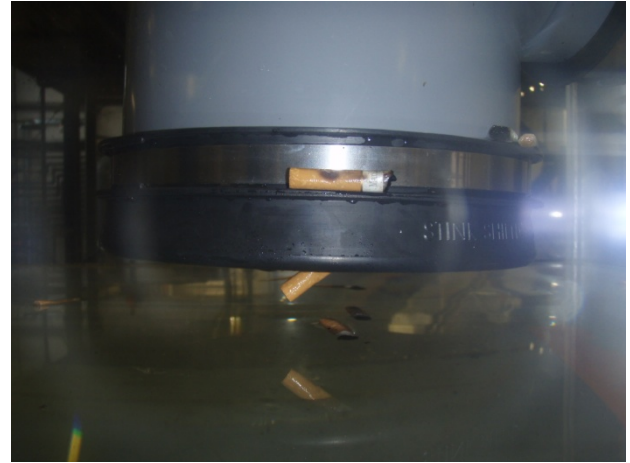
Figure 5 : Synthèse des résultats sous forme de loi interpolée pour les mesures présentant un coefficient de corrélation supérieur à 0,8.

Au cours des essais, une première série de mesures sur le clapet 1 a montré un comportement étanche (pression inférieure à la sensibilité des capteurs).

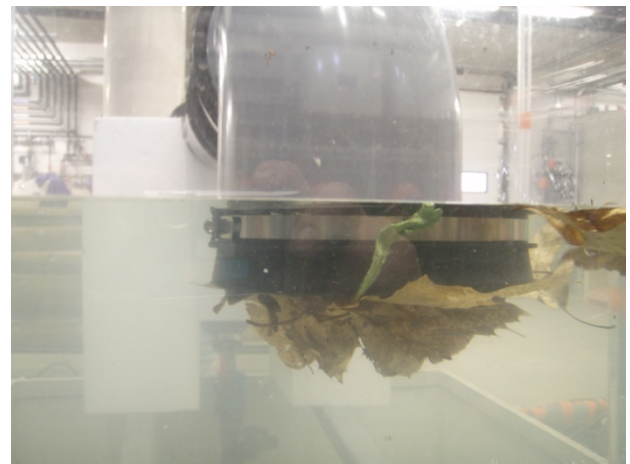
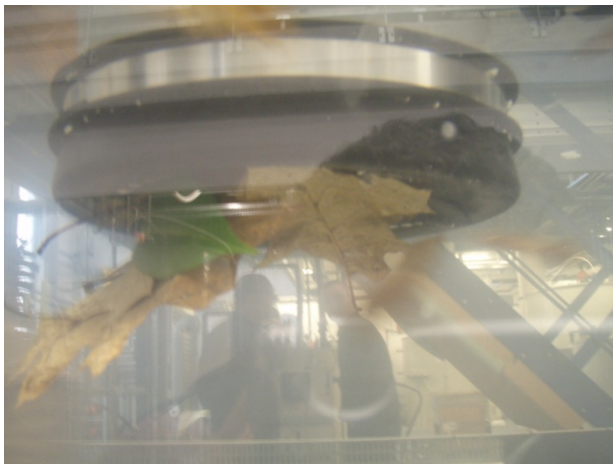
Les configurations *clapet 1 eau claire* sont issues d'essais de répétabilité après démontage du clapet 2 et remise en place du clapet 1.

Pour le clapet 2 un premier montage a été réalisé. Le clapet a ensuite été démonté puis remonté. La dispersion des lois présentées dans la Figure 5 illustre l'effet de la manipulation. Le deuxième montage s'est avéré plus étanche que le premier pour les mêmes conditions d'essai.

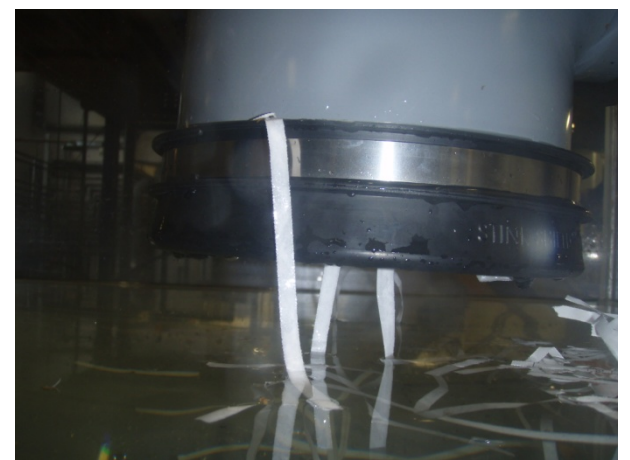
Pour le clapet 2 uniquement, des essais ont été réalisés en ajoutant des feuilles mortes, des lamelles de papier (environ 0,5 X 20cm) et des mégots usagés. Les photographies ci-dessous illustrent les différentes configurations en eaux chargées.



Configuration avec « mégots usagés »



Configuration avec « feuilles mortes »



Configuration avec « lamelles de papier »

Ces différentes configurations n'affectent que peu le comportement aérouique du clapet anti-odeur.

Sur l'ensemble des lois interpolées présentées ci-dessous, il est possible d'identifier quelle serait la surface d'un orifice équivalent ayant le comportement aéraulique similaire au cas le plus critique (configuration « avec mégots »).

La Figure 6 présente les mêmes résultats avec l'ajout d'une loi débit pression calculée à partir d'une loi d'orifice simple, par la formule suivante :

$$Q = 3600 \cdot C_d \cdot A \cdot \sqrt{\frac{2P}{\rho}}$$

Avec C_d le coefficient de décharge (pris égal à 0,6), A la surface de l'orifice (m^2), P la pression aux bornes de l'orifice (Pa) et ρ la densité de l'air (prise à $1,18kg/m^3$).

Remarque :

- La courbe en trait gras ajoutée sur la Figure 6 représente la loi débit pression d'un orifice rond de 2 cm de diamètre. Cette comparaison n'est valable que pour des pressions inférieures à 30Pa. En effet, les lois interpolées présentent des exposants plus proches de 0,6 alors qu'une loi d'orifice s'exprime avec un exposant de 0,5 (racine carré).

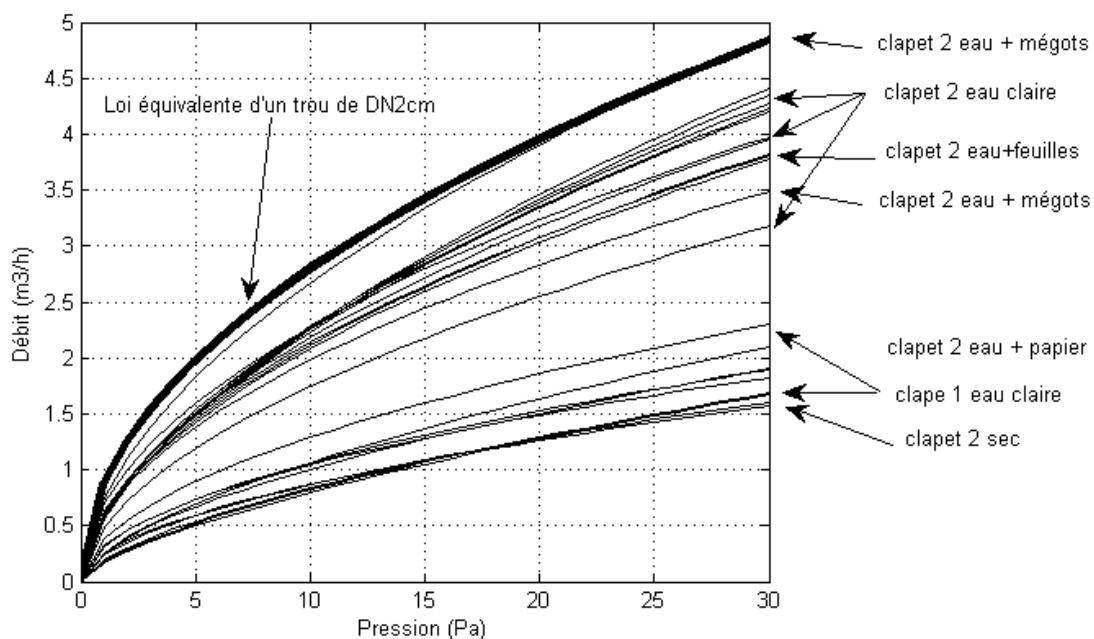


Figure 6 : Synthèse des lois interpolées avec en trait gras une loi d'orifice d'un trou rond de 2 cm de diamètre

5. ESSAIS COMPLEMENTAIRES

A titre informatif, des essais complémentaires, sans mesure aéraulique, ont été réalisés avec des débits d'alimentation de la pompe de 3 l/s pour les configurations

en eau chargée de manière à identifier si les déchets ajoutés (feuilles, mégots et papiers) pouvaient passer au travers du clapet.

Il a été observé le passage d'une feuille pour la configuration « avec feuilles ». Aucun mégot ni lamelle de papier n'est passé au travers du clapet lors de l'essai.

6. CONCLUSION

- Les clapets testés peuvent présenter une fuite, à l'état sec ou humide. Cette fuite peut dépendre du clapet et/ou des conditions de mise en œuvre.
- Des déchets peuvent subsister en fin de cycle au niveau du siège du clapet.

Les niveaux de fuite maximum observés, pour l'ensemble des configurations testées, correspondent à ceux obtenus par un orifice de 20 mm de diamètre.

Sur la base des mesures effectuées, le débit de fuite peut être estimé à un 1% du débit d'air pouvant transiter dans la canalisation de DN 200 (dépendance linéaire du débit vis-à-vis de la surface d'un orifice)