



Fiche Technique n° 12 : Mesurage du débit par un Inclinomètre sur clapet existant

DOMAINE D'APPLICATION : Estimation ou Mesure du débit en sortie de DO équipé d'un clapet lourd (ne pouvant être soulevé d'un doigt) et accessible, qui ne fonctionne pas continuellement entre le noyé /dénoyé

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Les clapets en sortie de DO sont fréquemment utilisés pour protéger le réseau de remontées d'eau du milieu récepteur ou d'entrées de matériaux ou d'animaux au sein du réseau d'assainissement. De plus en plus d'inclinomètres sont installés pour mesurer l'ouverture des clapets sur les DO existants déjà équipés de clapets. Les DO n'étant pas à la base conçus/pensés pour être instrumentés, les inclinomètres permettent d'estimer/mesurer les débits déversés.

Cependant, la présence d'un clapet pose de nombreux problèmes métrologiques et notamment pour les mesures classiques hauteur et vitesse (h/v) du fait des très faibles ou très fortes vitesses à mesurer. Ceci conduit le maître d'ouvrage à multiplier les capteurs au niveau du point de mesure pour estimer les volumes déversés. Cette chaîne de mesure complexe, composée de x capteurs, multiplie les sources d'incertitudes, complexifie les lois mathématiques et les sources de maintenance/entretien/calage.

Pourquoi un clapet induit-il ces problèmes de mesures ? : le clapet induit des perturbations dans l'écoulement par la création d'une forte influence aval. Le champ de vitesse est perturbé : l'écoulement est ralenti à l'amont du clapet et accéléré en aval. Ces perturbations sont dues au poids du clapet lui-même et au niveau d'eau dans le milieu récepteur, sans compter les obstacles éventuels (végétaux, sables, ...).

De plus, lorsque le clapet est installé pour éviter les remontées d'eau, il passe d'un fonctionnement noyé par le milieu récepteur à un fonctionnement dénoyé, sans qu'il soit facile de distinguer ces deux états.

► **L'Inclinomètre** est un capteur simple qui sert à mesurer une inclinaison [mesure d'angles par rapport à la position de repos du clapet- précision intrinsèque 1° ; soit ~1% d'erreur si la plage de mesure théorique du capteur] ►► Installé sur un clapet existant, il peut alors simplifier la chaîne de mesure.

En effet, via une étude spécifique du comportement hydraulique de l'ouvrage, on peut relier l'inclinaison du clapet au débit sortant du DO grâce à une loi mathématique : ce débit peut-être alors être considéré comme une mesure puisqu'il fait appel à une étude spécifique. Cette loi mathématique, pour être établie, nécessite soit une maquette échelle 1 sur banc normé, soit une modélisation 3D, ou soit une campagne spécifique de mesure (traçage, courantmètre, ...) avec des points de contrôle.

Ce capteur peut être installé sur tous types de clapets (toutes formes, toutes tailles) car la loi est spécifique à une géométrie et à une résistance de clapet.

Pour un ouvrage donné (géométrie et matériau du clapet, pose de celui-ci, diamètre et pente de la canalisation) et une condition aval donnée (noyé ou dénoyé), la relation inclinaison/débit sera toujours la même. Mais il est assez rare de réunir toutes ces conditions.

On a généralement une loi pour le fonctionnement noyé et une autre pour le fonctionnement dénoyé.

Hormis le débit, l'inclinomètre peut également donner à minima une information binaire intéressante sur la présence (clapet ouvert : incliné) ou l'absence (clapet fermé) de déversement et ainsi fournir un temps de surverse.

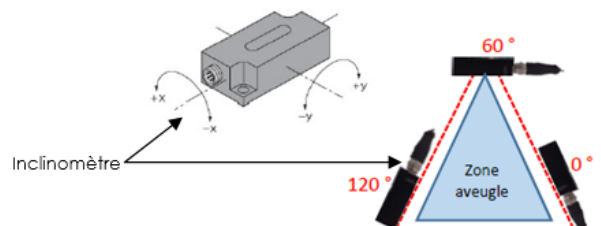


FIGURE 1 : SCHÉMATISATION D'UN INCLINOMÈTRE ET DE SON PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT © SEMERU
Un capteur +/- 60° va permettre de mesurer +/-60° à partir de la position horizontale du capteur dans les directions X et Y

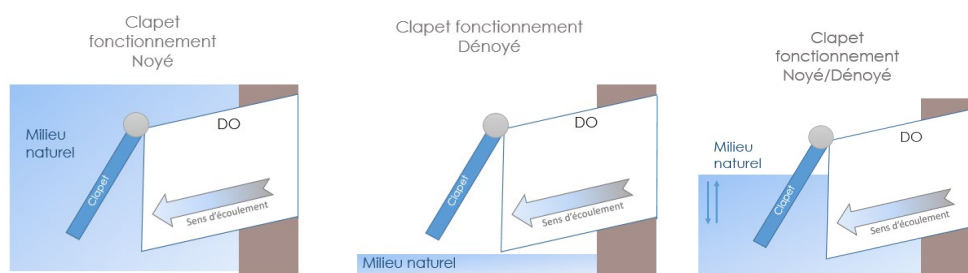


FIGURE 2 : VISUALISATION D'UN FONCTIONNEMENT NOYÉ OU DÉNOYÉ POUR UN CLAPET – VUE LATÉRALE

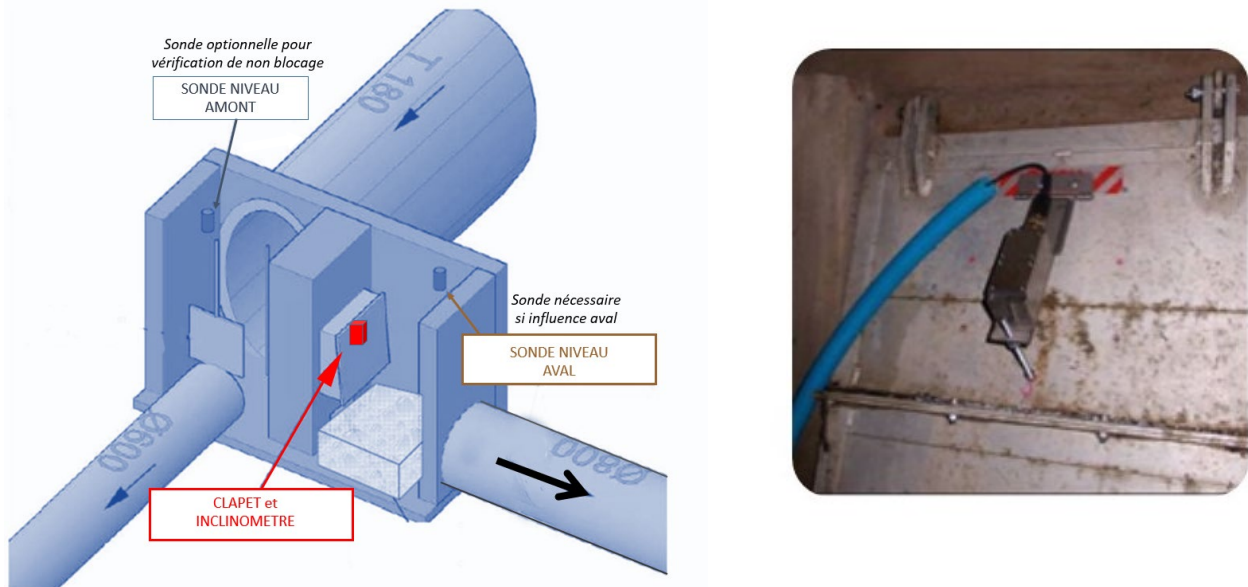


FIGURE 3 : (A) DÉVERSOIR À CLAPET ET SON INCLINOMÈTRE (B) PHOTO INCLINOMÈTRE © SEMERU

REMARQUE 0 | L'utilisation de l'inclinomètre pour évaluer les débits nécessite obligatoirement de connaître parfaitement son ouvrage et l'influence aval à laquelle il est soumis.

REMARQUE 1 | L'utilisation de l'inclinomètre pour évaluer les débits est donc plus simple et plus précise si le déversoir n'est jamais noyé par le milieu à l'aval.

REMARQUE 2 | Si l'ouvrage a une contrainte du milieu naturel à l'aval, une mesure de contrôle de la hauteur d'eau du milieu naturel ou un détecteur de présence d'eau est nécessaire en complément de l'inclinomètre afin de distinguer le fonctionnement noyé ou dénoyé de l'ouvrage.

REMARQUE 3 | Si l'ouvrage fonctionne toujours entre le noyé /dénoyé (exemple : milieu naturel situé à mi- clapet), la relation débit/inclinaison est trop complexe et les études spécifiques très lourdes. L'inclinomètre n'est pas conseillé.

REMARQUE 4 | Même avec l'ajout d'une mesure de hauteur à l'amont, la mesure par inclinomètre reste tout de même aisée car fréquemment les inclinomètres viennent en remplacement d'un doppler plus complexe à installer et à contrôler.

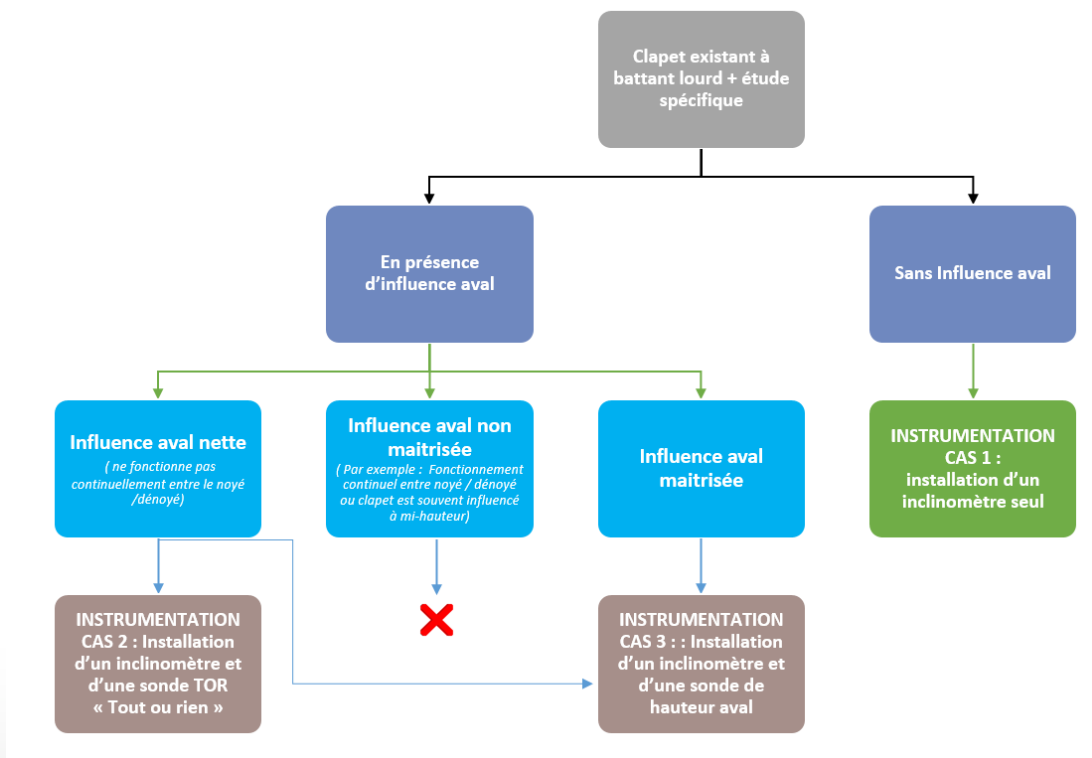


FIGURE 4 : SCHEMA DE SYNTHÈSE DOMAINES D'APPLICATIONS ET DES CONDITIONS LIMITES POUR L'UTILISATION D'UN INCLINOMÈTRE POUR LA MESURE DE DÉBIT

CRITÈRES DE CHOIX DE LA MESURE PAR UN L'INCLINOMETRE

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> - Facile à installer, calibrer et étalonner - Robuste et peu onéreux (de nombreux inclinomètres sont maintenant étanches) - Très facile à maintenir - Capteur non sensible à l'encrassement - Simple à mettre en œuvre (zone morte nulle) - Très peu de technicité - Très faible consommation électrique (Capteur 4/20 mA, alimentation en moyenne 2 secondes par mesure) - Niveau d'incertitude très bon moyennant une étude spécifique - Très bonne précision de l'angle et rapidité de réaction du capteur 	<ul style="list-style-type: none"> - Le contrôle n'est pas standardisé : besoin de l'adapter pour le moment (création de cale) - Si l'ouvrage fonctionne toujours entre le noyé /dénoyé, la relation débit/inclinaison est trop complexe et les études spécifiques très lourdes. - Nécessite obligatoirement d'avoir un clapet avec un poids significatif et bien fermé hors déversement (attention « fermé » ne signifie pas obligatoirement qu'il soit vertical) - Vérifier le non blocage ou une éventuelle résistance à l'ouverture du clapet pour être sûr de réaliser une mesure réelle : il est souvent utile pour cela d'installer une mesure de contrôle telle que la hauteur d'eau amont - TRES RAREMENT : On a une inclinaison au-delà de laquelle l'augmentation du débit n'est plus liée à l'inclinaison. Plus le débit s'approche de cette valeur seuil, moins on est sensible.

Rappel : Une chaîne de mesure simplifiée ne comportant qu'un seul capteur (ici l'inclinomètre), permet de réduire les incertitudes cumulées dans la chaîne en l'absence d'influence aval du milieu récepteur.

INSTALLATION

L'installation de l'inclinomètre sur un clapet existant est simple. Il est préférable de l'installer de façon directe sur le clapet coté exutoire (milieu naturel) afin d'éviter les arrachements et l'encrassement dû au réseau. Une protection supplémentaire sur des ouvrages de grandes dimensions peut même être ajoutée pour plus de sécurité, par exemples des capots de protection et une protection du câble par un fourreau spécifique (cf. illustration capot de protection Métropole de Lyon)

Un dispositif affichant le degré d'ouverture du clapet et le débit associé devra être installé sur site pour faciliter les contrôles à réaliser (trimestriellement par l'exploitant, annuellement par un organisme compétent et indépendant).

En terme de fréquence de mesure, une mesure minimum par minute lors du déclenchement/ouverture du clapet est nécessaire. Le niveau de déclenchement peut être réglé directement dans les paramètres de l'inclinomètre ou lié à la mesure d'une hauteur fixe en amont. Le choix d'une alimentation autonome ou de raccorder au réseau d'électricité sera fait en fonction de la fréquence reconnue *in-situ*.

NB : Attention au choix de l'inclinomètre s'il fonctionne avec une alimentation autonome : Certaines marques effectuent des mesures en permanence et consomment la batterie rapidement.

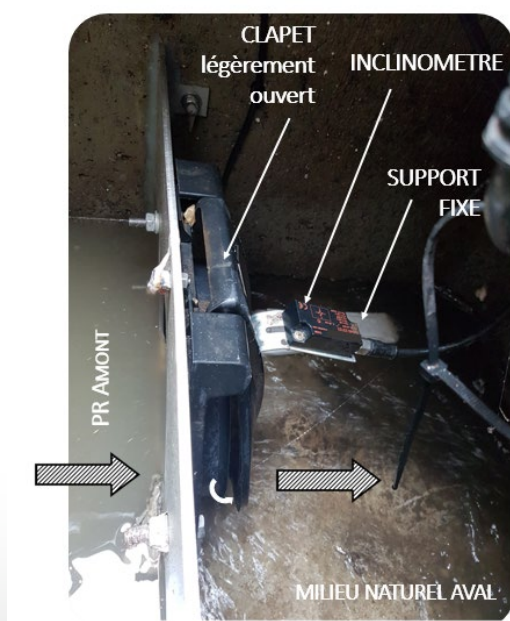


ILLUSTRATION 1 : INCLINOMETRE SUR PR Ø300 EN TRAIN DE DÉVERSER - INSTALLATION EN DIRECT À L'AIDE D'UN BRAS DE LEVIER FIXE SUR LE CLAPET
(© GRAND CHAMBÉRY)



ILLUSTRATION 2 : INCLINOMETRE SOUS CAPOTAGE IN DO218 – TISSOT – MÉTROPOLE GRAND LYON
(©SEMERU)

MAINTENANCE

En règle générale, les inclinomètres nécessitent peu de maintenance ; ils ne sont pas sensibles à l'encrassement. La mesure n'est pas influencée si des lingettes se posent sur le capteur.

Concernant le clapet en lui-même, il est essentiel de graisser régulièrement les charnières pour ne pas entraver l'ouverture. Il est nécessaire de ne pas changer le moment de résistance du clapet.

ATTENTION : Comme tout système métrologique, il est nécessaire de le maintenir et d'éviter son obstruction même si celle-ci est peu fréquente.

CONTRÔLE, VÉRIFICATION ET REGLAGE

CONTROLE : Le contrôle initial du capteur peut se résumer à vérifier une verticale et une horizontale avant de l'installer sur site.

VERIFICATION :

La dérive est facile à vérifier, le 0° se faisant par rapport à la position de repos du clapet. Ainsi la vérification consiste à vérifier que l'inclinomètre indique 0 lorsque le clapet est fermé, puis vérifier différentes ouvertures (x° d'inclinaison) grâce à des cales calibrées ou à un goniomètre (rapporteur automatique qui mesure l'angle d'ouverture).

Il est nécessaire de faire 4 fois par an, à minima 3 vérifications d'angle et le zéro (par exemple 0/20°/60°/80° ou au choix selon la plage d'ouverture du clapet). Compte tenu du poids de certains clapets, pour des questions de sécurité les clapets devront être ouverts et vérifiés à 2 personnes. Dans des cas de clapets externes un treuil peut être utilisé pour ouvrir le clapet depuis la surface.

Il est à noter que les cales standards n'existent pas, elles devront être réalisées pour chaque ouvrage.

La seule vigilance consiste à s'assurer que **l'ouverture ou la fermeture** du clapet ne sont pas gênées par des obstacles ou encombrants, l'inclinaison n'étant alors plus reliée aux volumes d'eau déversés.

Ceci peut être contrôlé in situ en continu avec l'installation d'une sonde de hauteur d'eau, coté réseau.

REGLAGE-AJUSTAGE DE L'APPAREIL : il est possible d'ajuster simplement l'inclinomètre, mécaniquement ou en gérant un offset sur le 4/20 mA.

Le mesurage du débit par un inclinomètre est une technique en développement. Les connaissances sur les conditions limites d'utilisation et de maintenance sont en pleine évolution, au fil de retours d'expériences. Il est important de contacter les acteurs référents sur cette thématique au sein de votre territoire (Agence de l'eau et SPE) pour valider la possibilité d'utiliser cette mesure à des fins d'autosurveillance réglementaire.

CONTACTS GROUPE DE TRAVAIL & RETOURS D'EXPÉRIENCE :

- Agence de l'eau RMC et LB
- Grand Lyon – La métropole
- Grand Chambéry
- SEMERU – Fayat – Environnement - Instrumentiste
- AEGIR – Bureau d'études
- 3DEAU – Bureau d'études

Travail réalisé avec le soutien du Ministère de la Transition Écologique, les Agences de l'eau RMC et Loire Bretagne, la Métropole de Lyon et l'OTHU