

GROUPE DE TRAVAIL
AUTOSURVEILLANCE DES SYSTÈMES
D'ASSAINISSEMENT

METROLOGIE EN SYSTEME D'ASSAINISSEMENT
INSTRUMENTATION DES DEVERSOIRS D'ORAGE : ELEMENTS CLES

grai
PÔLE
EAU & TERRITOIRES



Les déversoirs d'orage

« DO »



Les Déversoirs d'orage

- Les déversoirs d'orage (DO) sont des **ouvrages de débord des eaux** équipant un système de collecte pouvant être partiellement ou totalement unitaire (mélange eaux usées/eaux pluviales). Ils permettent, en cas de fortes pluies, le rejet direct vers le milieu récepteur d'une partie des eaux usées circulant dans le système de collecte.
- Ils ont été **initialement conçus dans un objectif hydraulique pour « déverser »** afin de limiter le débit conservé dans le réseau unitaire lors d'évènement pluvieux important; ce qui le protège fonctionnellement et limite la quantité d'eau rejetée ou dirigée à l'aval.
- Cependant avec la prise de conscience de la pollution véhiculée par les effluents (eaux usées et eaux pluviales), selon leur position et leur nombre, les déversoirs d'orage peuvent également avoir un **objectif de préservation de la qualité du milieu** en limitant la fréquence, les volumes des déversements et les flux de pollution ainsi générés vers le milieu naturel.

Les DO des ouvrages très divers !

Les DO construits dans les réseaux d'assainissement ont **une diversité très importante de formes et donc de comportements.**

Si on s'appuie sur une classification géométrique, on peut distinguer les déversoirs :

- ▶ à seuils frontaux (minces ou épais ; crête haute ou basse, inclinés, multiples ...)
- ▶ à seuils latéraux (crête haute ou basse)
- ▶ à seuils ni frontaux ni latéraux

D'autres types de catégories existent, notamment sur la base de leur fonctionnement.



Les DO, des ouvrages soumis à une autosurveillance réglementaire par les collectivités

La réglementation française, prévoit que les collectivités surveillent les déversements au droit des DO les plus impactants.

Selon la charge brute de pollution organique collectée par temps sec au droit d'un déversoir, les collectivités doivent soit estimer, soit mesurer, ce débit.



POUR MÉMOIRE - Définition de l'estimation : une estimation est faite à partir d'une méthode qui ne serait pas normalisée et qui n'aurait pas fait l'objet d'une étude spécifique permettant de qualifier la donnée produite. Contrairement à la mesure.

Cf. Commentaire technique AM 21/07/2015 – Partie 2 Autosurveillance – Fiche 2

Estimation/Mesure au droit des DO

Zoom sur l'Arrêté du 21 juillet 2015

Pour les Déversoirs d'Orage DO ≥ 120 kg/j de DBO5, nécessité de

- mesurer le temps de déversement journalier
- estimer les débits déversés

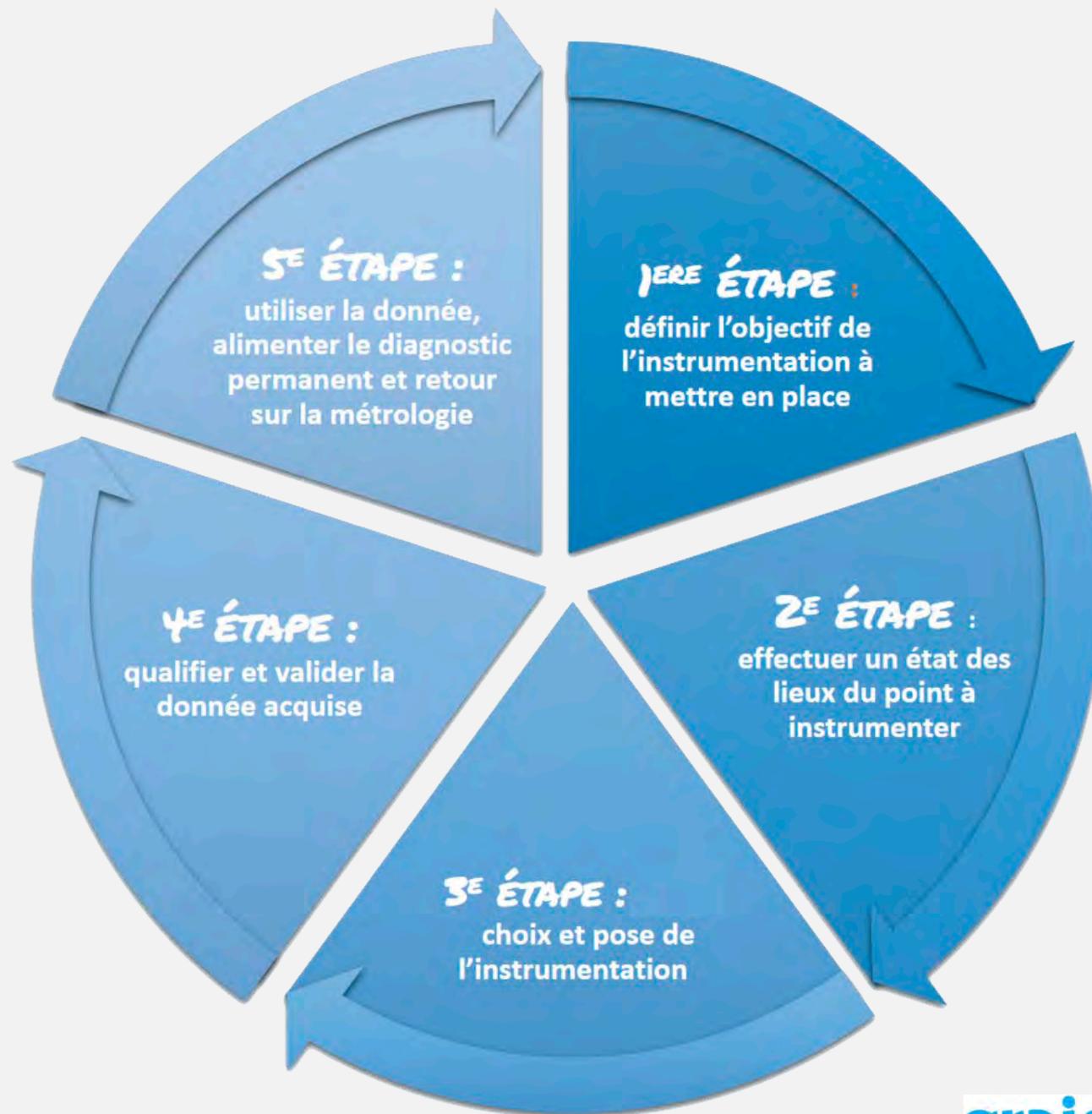
Pour les DO ≥ 600 kg/j de DBO5 et déversant plus de 10 j/an en moyenne quinquennale

- mesurer et enregistrer en continu les débits
- estimer la charge polluante (DBO5, DCO, MES, NTK, Ptot)
- si représentativité et fiabilité démontrées, les données issues d'une modélisation sont acceptées

Les DO comprennent également **les trop-pleins de poste de relèvement ≥ 120 kg/j de DBO5** pour lesquels il est nécessaire de mesurer le temps de déversement journalier.

**Instrumenter ces ouvrages
nécessite la mise en œuvre d'une
métrologie adaptée à l'ouvrage
et à la finalité de la donnée qui
sera produite !**

Dans ce contexte, **instrumenter un DO est complexe**, et nécessite d'avoir en tête **5 étapes clés** avant de se lancer !



1^{ère} étape : définir l'objectif de l'instrumentation à mettre en place

1^{ÈRE} ÉTAPE :

définir l'objectif de l'instrumentation à mettre en place

Réglementation

Faire un point sur les exigences réglementaires nationales et locales du point à équiper

Définir son objectif

- A quoi servira la donnée produite ?
- Quel est le but de l'instrumentation envisagée ?

Répondre aux enjeux réglementaires, locaux (environnementaux, sanitaires...), et autres ...

Comment vais-je utiliser la donnée ?

- Réalisation d'une estimation
- Réalisation d'une mesure
- Utilisation de la donnée pour caler un modèle

2^e étape : effectuer un état des lieux du point à instrumenter



Aller voir sur place l'ouvrage à équiper et effectuer un état des lieux

- accessibilité et sécurité du site
- repérer le sens de l'écoulement, les pentes, la hauteur, la charge de l'écoulement (traces d'eau sur les parois),
- prendre les cotes (crête, aval),
- regarder la place disponible pour mettre en place de l'instrumentation et l'alimentation électrique,
- repérer la disponibilité ou non d'électricité, de connexion internet à proximité
- échanger en amont avec les collectivités du domaine public (domanialité de certains territoires)

2^e étape : effectuer un état des lieux du point à instrumenter



Rédiger un état des lieux avant instrumentation

Effectuer un diagnostic préalable pour optimiser l'installation et la maintenance future est indispensable. Garder trace de cet état des lieux en détaillant les caractéristiques et contraintes du site notamment :

- **La situation et la configuration** de l'ouvrage (cotes, géolocalisation du point de rejets...)
- **Les caractéristiques** de l'ouvrage de déversement et de son exutoire (clapet, rejet au milieu, gamme de débit transitant...); identification du type / nature du DO et fonctionnement hydraulique
- Les caractéristiques des **accès** (ouvrage visitable, échelle, regard d'accès)
- **Prendre des photos ou vidéos de l'ouvrage**

2^e étape : effectuer un état des lieux du point à instrumenter



2^E ÉTAPE :
effectuer un état des
lieux du point à
instrumenter

3/3

Lancer des études complémentaires si nécessaire avant instrumentation

Si les informations collectées ou disponibles ne sont pas suffisantes, ne pas hésiter à lancer, par exemple :

- Une étude géométrique
- Une étude hydraulique
- ...

3^e étape : faire le choix de l'instrumentation et lancer l'instrumentation



3^e ÉTAPE :
choix et pose de
l'instrumentation

Choix de la
métrologie

Installation
du matériel

Penser à la
maintenance et au
contrôle dès l'installation
du matériel

De nombreuses possibilités et matériels de mesure existent. La solution parfaite n'existe pas, on cherche le meilleur compromis !

3^e étape : faire le choix de l'instrumentation et lancer l'instrumentation

3^e ÉTAPE :
choix et pose de
l'instrumentation

La métrologie 1/3

Rédiger un cahier des charges

Cette instrumentation est complexe (sauf DO simples mais ils sont rares...). En cas de délégation de la prestation, il est intéressant de rédiger un cahier des charges détaillé en envisageant les 5 étapes clés de la démarche

Nécessité de phasage de l'instrumentation

- A. pré-étude
- B. validation / modifications
- C. instrumentation finale
- D. itérations si nécessaire

Penser très en amont à l'installation, la maintenance et aux étalonnages

Prévoir si possible le maximum d'outils à demeure pour effectuer les actions en routine (leurres d'étalonnage, réglets, etc...) ou prévoir le démontage des capteurs pour les envoyer sur un banc de contrôle.

3^e étape : faire le choix de l'instrumentation et lancer l'instrumentation

3^E ÉTAPE :
choix et pose de
l'instrumentation

La métrologie 1/3

Type d'équipements

Favoriser l'instrumentation :

- légère et peu intrusive
- fiable avec le bon indice de protection
- robuste de façon à résister à l'environnement (flottants, embâcles, humidité, immersion, etc..)
- exploitable et contrôlable

Avoir une instrumentation adaptée à ses objectifs et à la plage de mesure nécessaire sur site

Redondance des équipements

Favoriser la redondance pour fiabiliser les mesurages (double mesure avec une technologie différente)

Attention : doubler la prise de données ne permet pas de faire d'une estimation une mesure !

Fiche de vie

Garder une traçabilité du choix en terme de capteurs, de leur positionnement et permettre leurs suivis



3^e étape : faire le choix de l'instrumentation et lancer l'instrumentation

3^e ÉTAPE :
choix et pose de
l'instrumentation

L'installation 2/3

Travaux de génie civil

Ne pas hésiter à faire des adaptations / reconstructions d'ouvrages afin d'instrumenter en se plaçant dans des conditions standards et normalisées

Accessibilité du site

Rendre le site accessible en toute sécurité pour les interventions de maintenance, d'étalonnage et de contrôle



VIGILANCE !

L'installation d'appareil de mesure dans un DO, nécessite fréquemment l'adaptation du collecteur et entraîne bien souvent une diminution de la section de passage et donc une influence aval dans le réseau. Cette influence ne doit pas mettre en péril le réseau pour des pluies exceptionnelles.

3^e étape : faire le choix de l'instrumentation et lancer l'instrumentation



3^e ÉTAPE :
choix et pose de
l'instrumentation

La maintenance 3/3

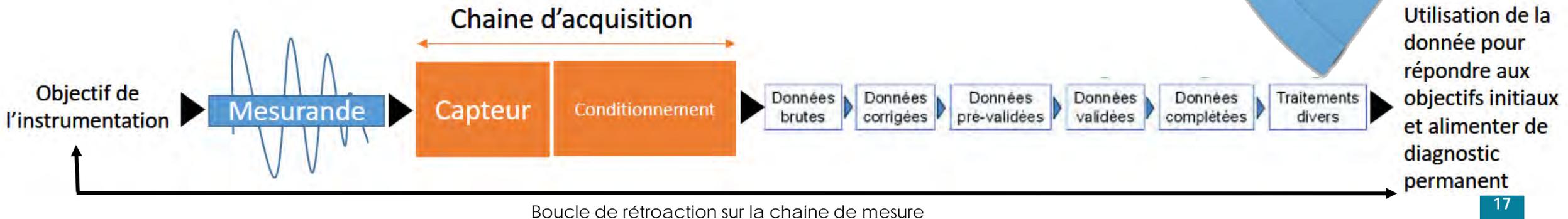
Effectuer des contrôles/vérifications systématiques de la chaîne de mesure

- Étalonnages des capteurs tous les ans
- Maintenance / vérification régulière
- Comparaison / validation (champs de vitesse, et/ou traçage, etc.)

4 & 5^e étapes : Qualifier, valider, se servir de la donnée et alimenter le diagnostic permanent puis revenir sur le système métrologique mis en œuvre



Un dispositif de mesure ne se limite pas à l'installation d'un capteur, il intègre toute la chaîne de mesure (y compris la validation) et l'utilisation de celle-ci.





Comment mesurer un débit déversé ?

Points Clés



Le débit peut-être :

 m^3/s

Volume/ temps

 $f(h)$

Une fonction de la hauteur

 $m^2 \times m/s$

Section/ vitesse

La mesure d'un débit déversé par une canalisation de décharge peut se réaliser selon 3 MÉTHODES :

Soit **A** : la différence entre le débit amont et le débit aval | $Q \text{ déversé} = Q \text{ amont} - Q \text{ aval}$

Soit **B** : il est fonction de la hauteur d'eau | $Q \text{ déversé} = f(h)$

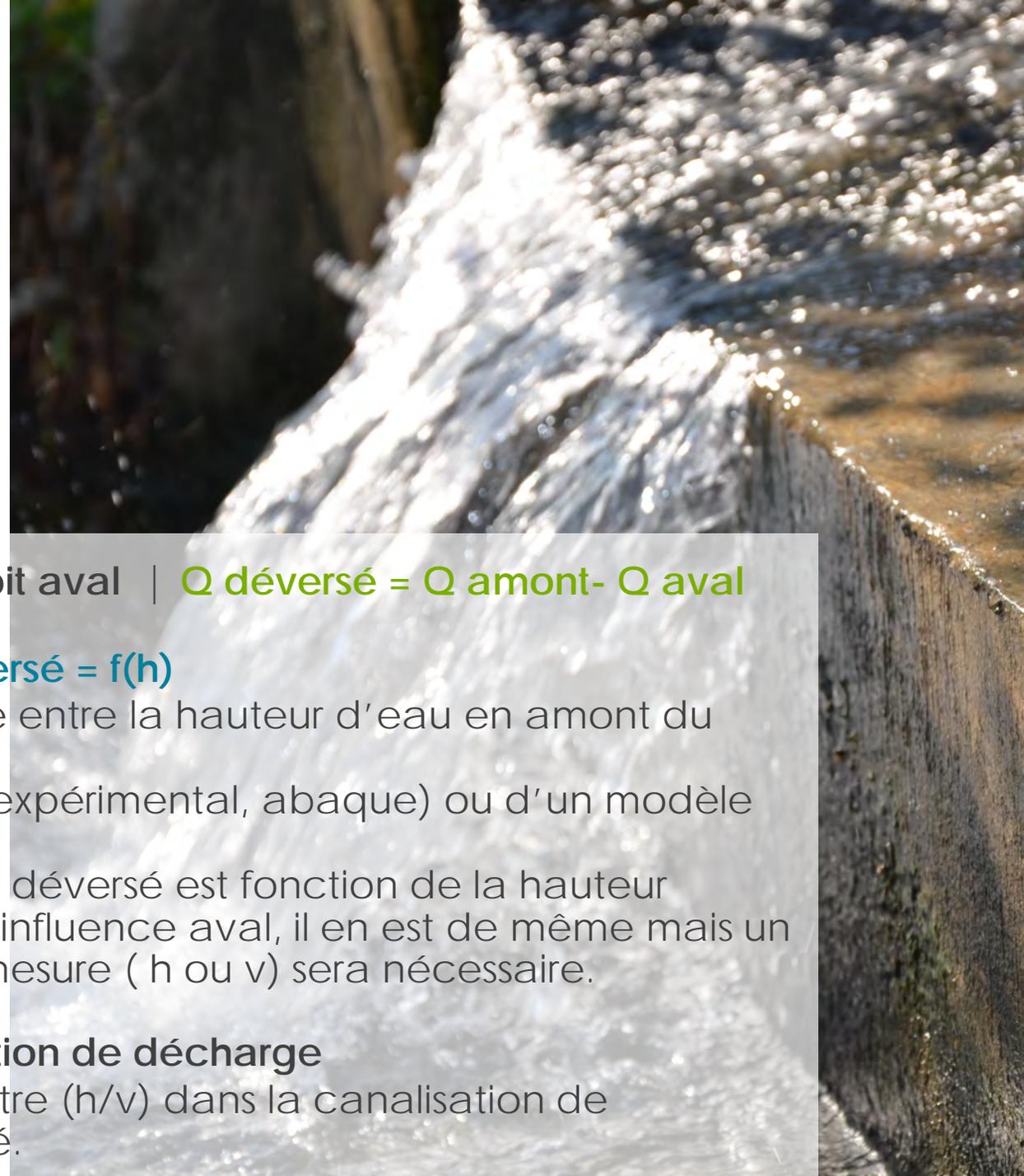
Dans ce deuxième cas, on a une relation univoque entre la hauteur d'eau en amont du seuil et le débit déversé.

Ainsi on dispose d'une relation empirique (calage expérimental, abaque) ou d'un modèle théorique pour effectuer ce calcul.

En absence d'influence aval par exemple, le débit déversé est fonction de la hauteur déversée et de la vitesse mesurée. En présence d'influence aval, il en est de même mais un facteur correctif devra intervenir et une seconde mesure (h ou v) sera nécessaire.

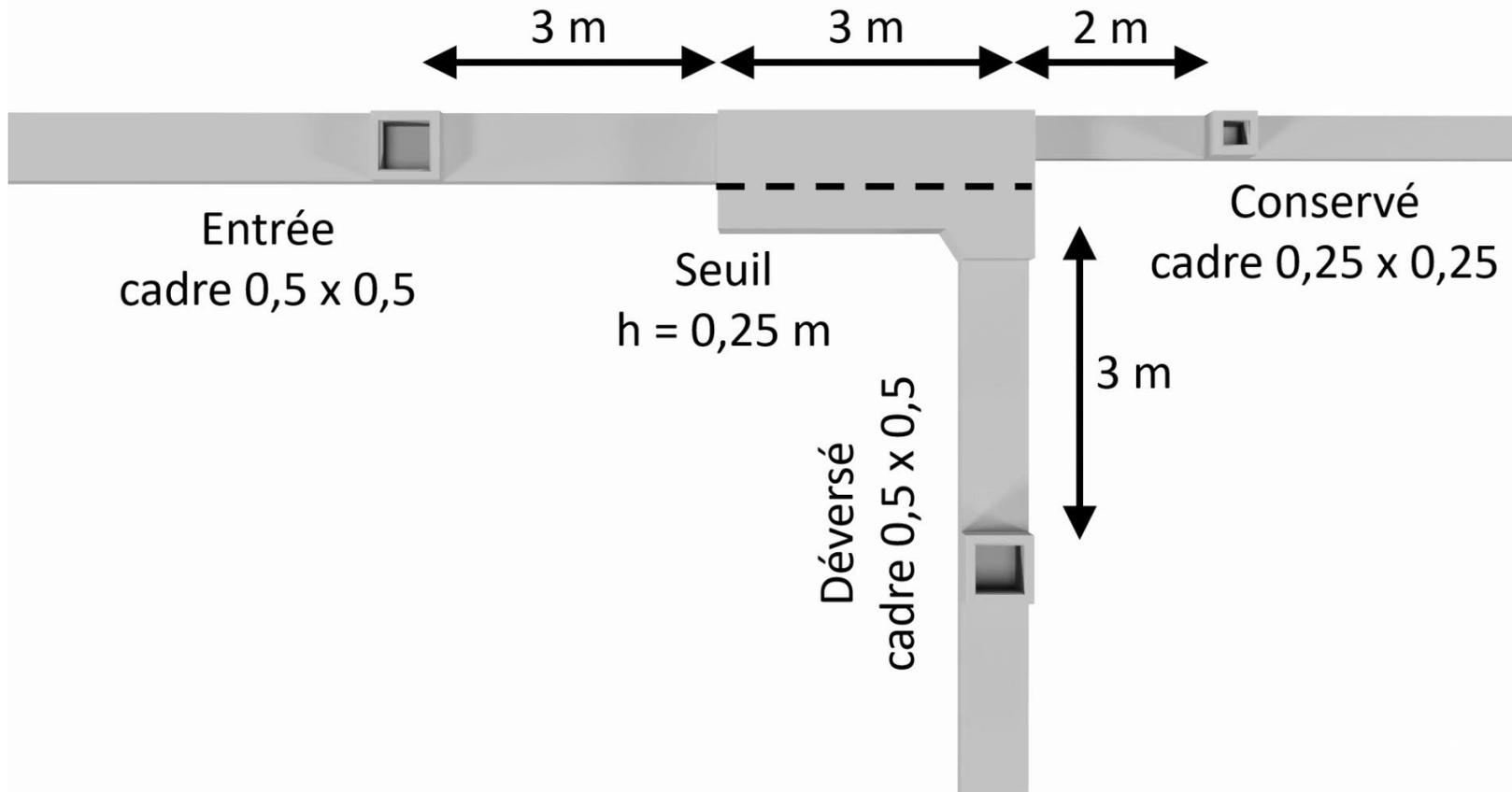
Soit **C** : il est mesuré directement dans la canalisation de décharge

Dans ce 3^e cas, grâce à l'installation d'un débitmètre (h/v) dans la canalisation de décharge, on mesure directement le débit déversé.

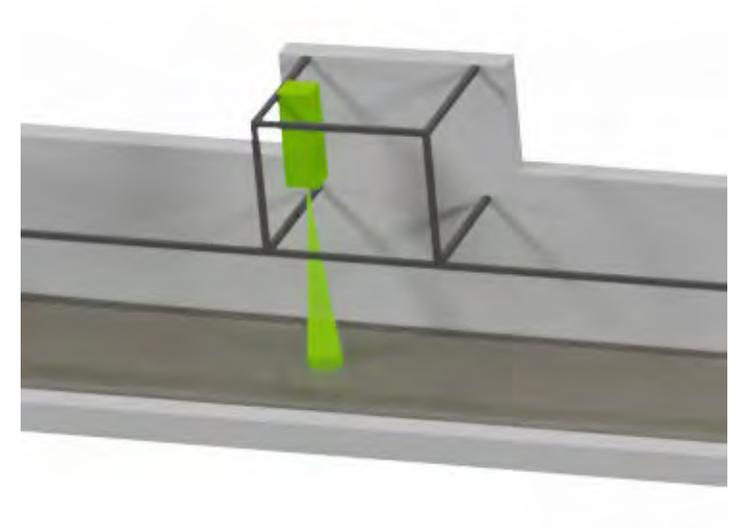


Présentation des méthodes et principes

Nous symboliserons le réseau et le déversement ainsi



Symbolisation d'un capteur et de son cône de mesure

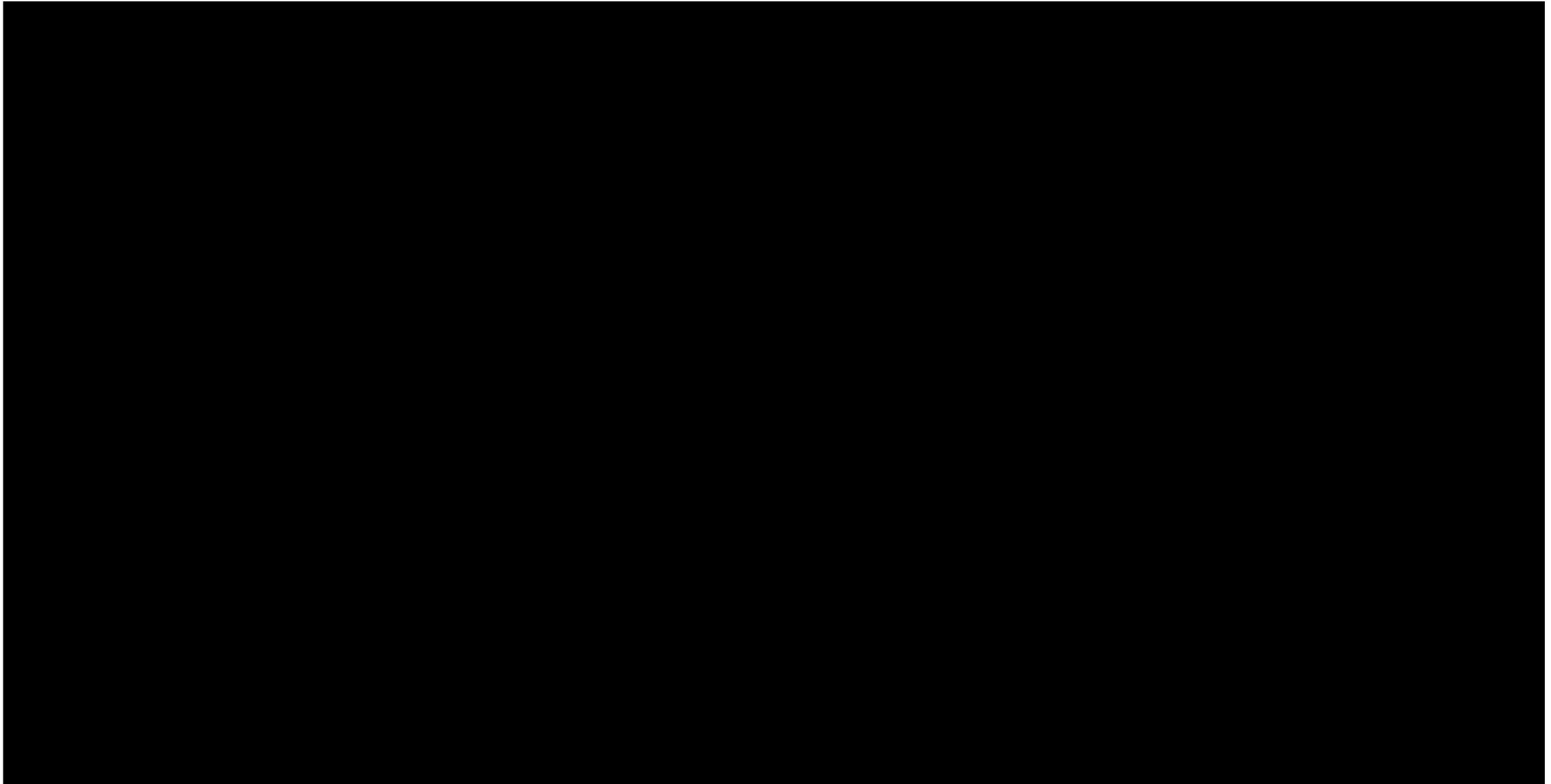


2 configurations différentes de réseaux seront présentées , l'une avec un seuil haut et l'autre avec un seuil bas

Les exemples vidéos ci-après, représentent des situations d'application proches de cas réels de terrain.

Ces situations ne sont en aucun cas des préconisations d'installation mais des illustrations.

AUCUNE MÉTHODE N'EST PARFAITE ET CHACUNE À SES LIMITES !



Comment choisir entre ces 3 méthodes ? 1/3



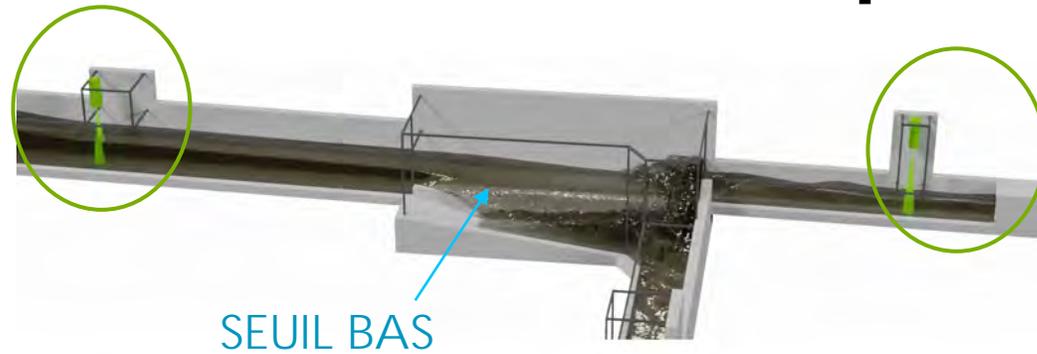
Méthode **A**

$$| Q \text{ déversé} = Q \text{ amont} - Q \text{ aval} |$$

Méthode **A** : la différence entre le débit amont et le débit aval

- Cette relation est **applicable de façon générale et simple**
- **Un doublement des points de mesure est nécessaire** donc les coûts d'entretien et de maintenance sont doublés
- **L'incertitude sur débit déversé mérite une comparaison...** l'évaluation des incertitudes est indispensable
- Cette méthode permet la **comparaison entre les débits**
- Elle **peut poser problème s'il y a de nombreuses entrées / sorties**
- Un **suivi par temps sec est nécessaire** pour fiabiliser la donnée (retrait des déversements faux positifs)
- Cette méthode permet d'avoir un **point de « diagnostic permanent »** car, au-delà de la mesure du débit déversé, elle permet de suivre le fonctionnement du réseau de collecte et de mieux identifier les origines des déversements

Méthode A - Exemples



SEUIL BAS

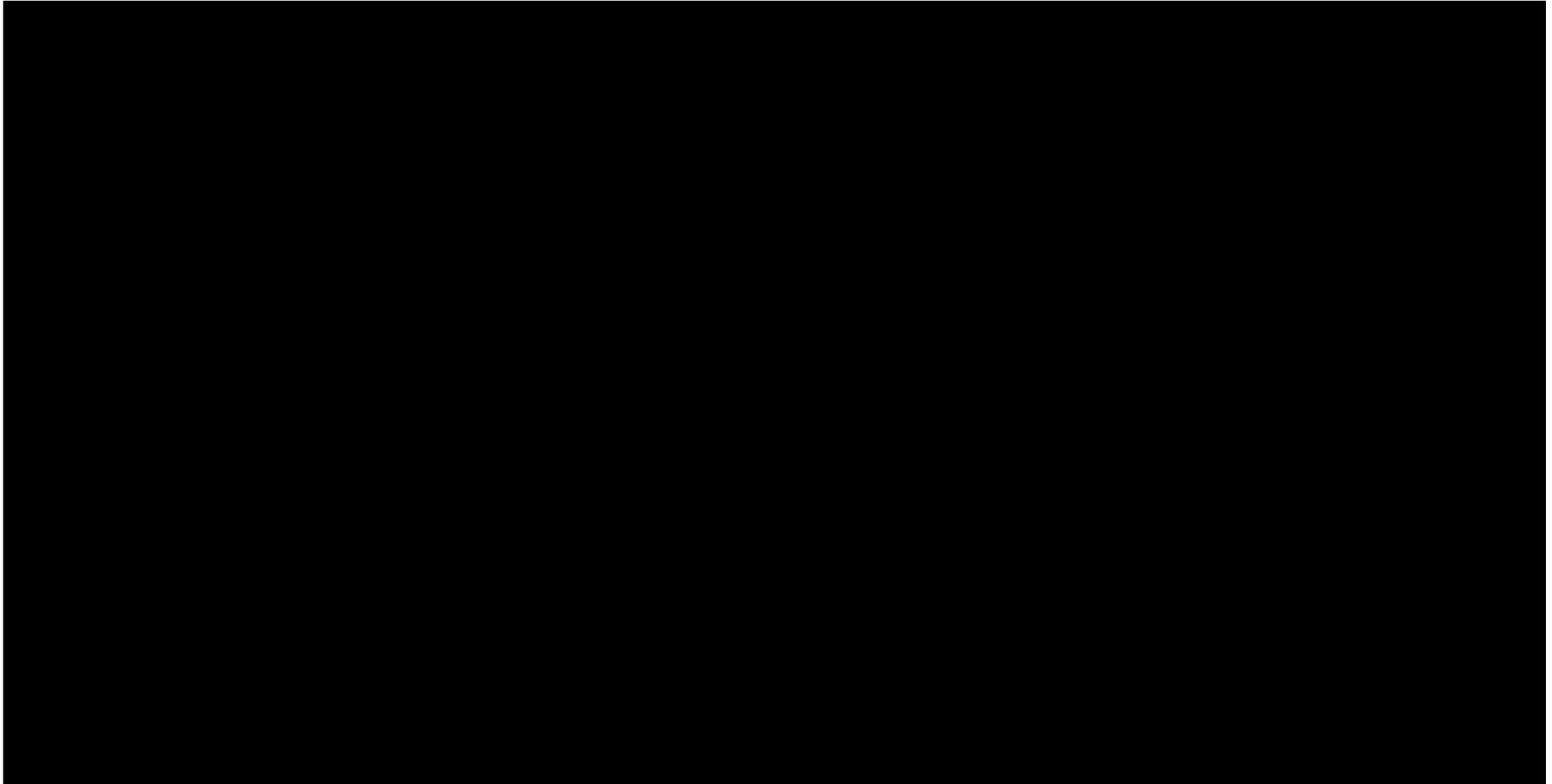


SEUIL HAUT



Exemples de situations avec seuil bas et seuil haut avec

- 2 capteurs de hauteur dans la canalisation d'entrée et dans la partie conservée
- Visualisation de la hauteur mesurée et du débit calculé grâce à la méthode A



Méthode A

$$| Q \text{ déversé} = Q \text{ amont} - Q \text{ aval} |$$

A retenir de ces exemples

Malgré une géométrie simple, la mesure n'est pas simple à effectuer

Dans ces exemples ,

Seuil haut : le débit entrant peut être relativement bien représenté avec une loi moyenne jusqu'à ce que le ressaut hydraulique dépasse le capteur. Au-delà la représentation est impossible, donc le débit calculé est faux,

Seuil bas : il existe une bonne corrélation entre la mesure sur le conservé et celle de l'amont. Une loi moyenne peut être établie sur chaque débit (droite). Ainsi la différence des débits permet d'avoir une bonne mesure du débit déversé, car la mesure amont est toujours en régime torrentiel.

▶▶ Dans les deux cas, une mesure plus éloignée de la hauteur dans le conservé permettrait d'améliorer cette méthode .

Comment choisir entre ces 3 méthodes ? 2/3



Méthode **B**

$$| \text{Q déversé} = f(h) |$$

Méthode **B** : le débit est fonction de la hauteur d'eau

- Facile sur DO simple
- Hors DO simple, nécessité d'avoir plusieurs capteurs (*sauf éventuellement en cas de modélisation 3D qui peut simplifier la métrologie mais nécessitera un investissement initial plus important (en étude)*)

2 capteurs si DO court
(L seuil < 2 D aval)

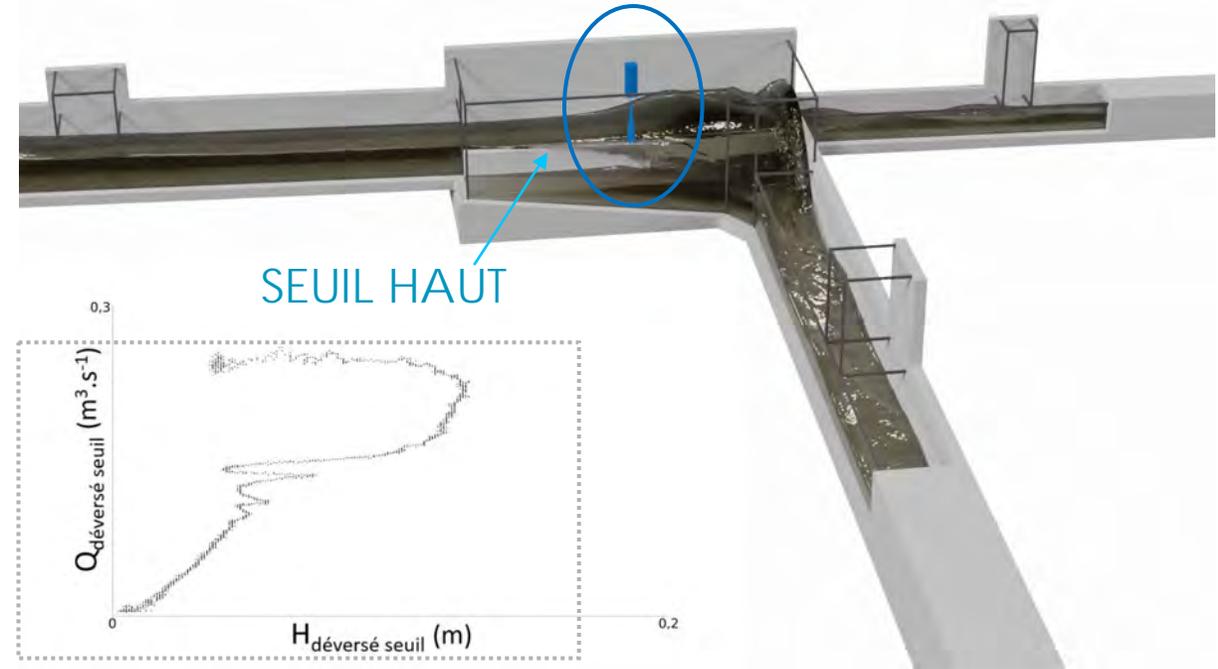
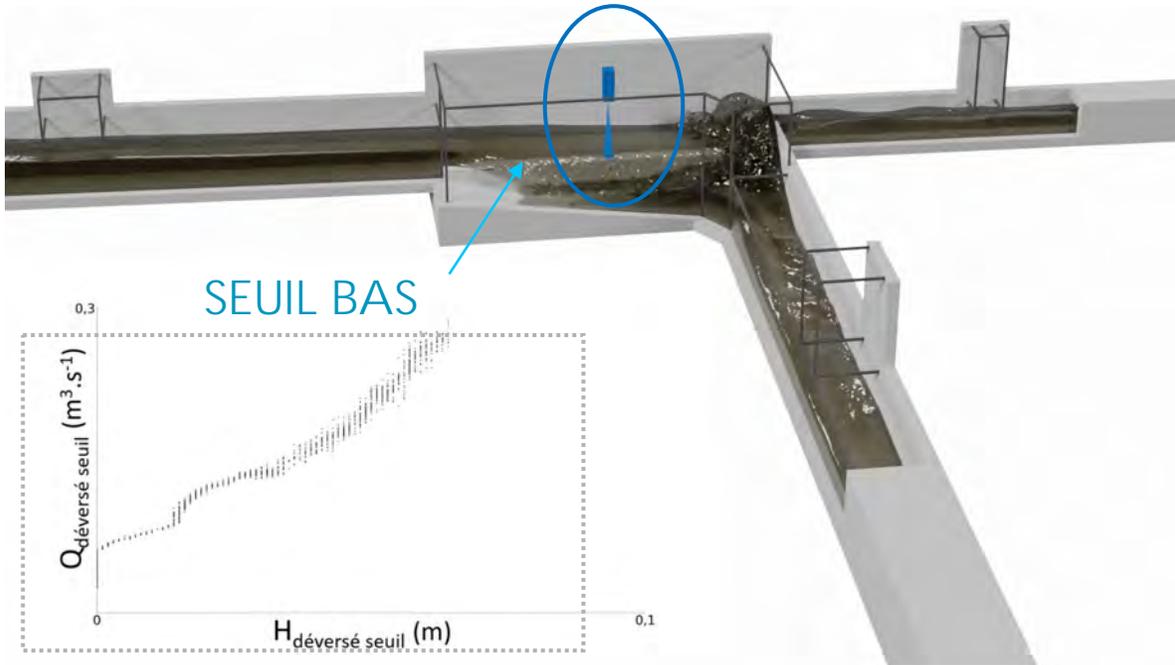
3 capteurs sinon

> 3 capteurs si DO
complexe

1 capteur si utilisation
modélisation 3D

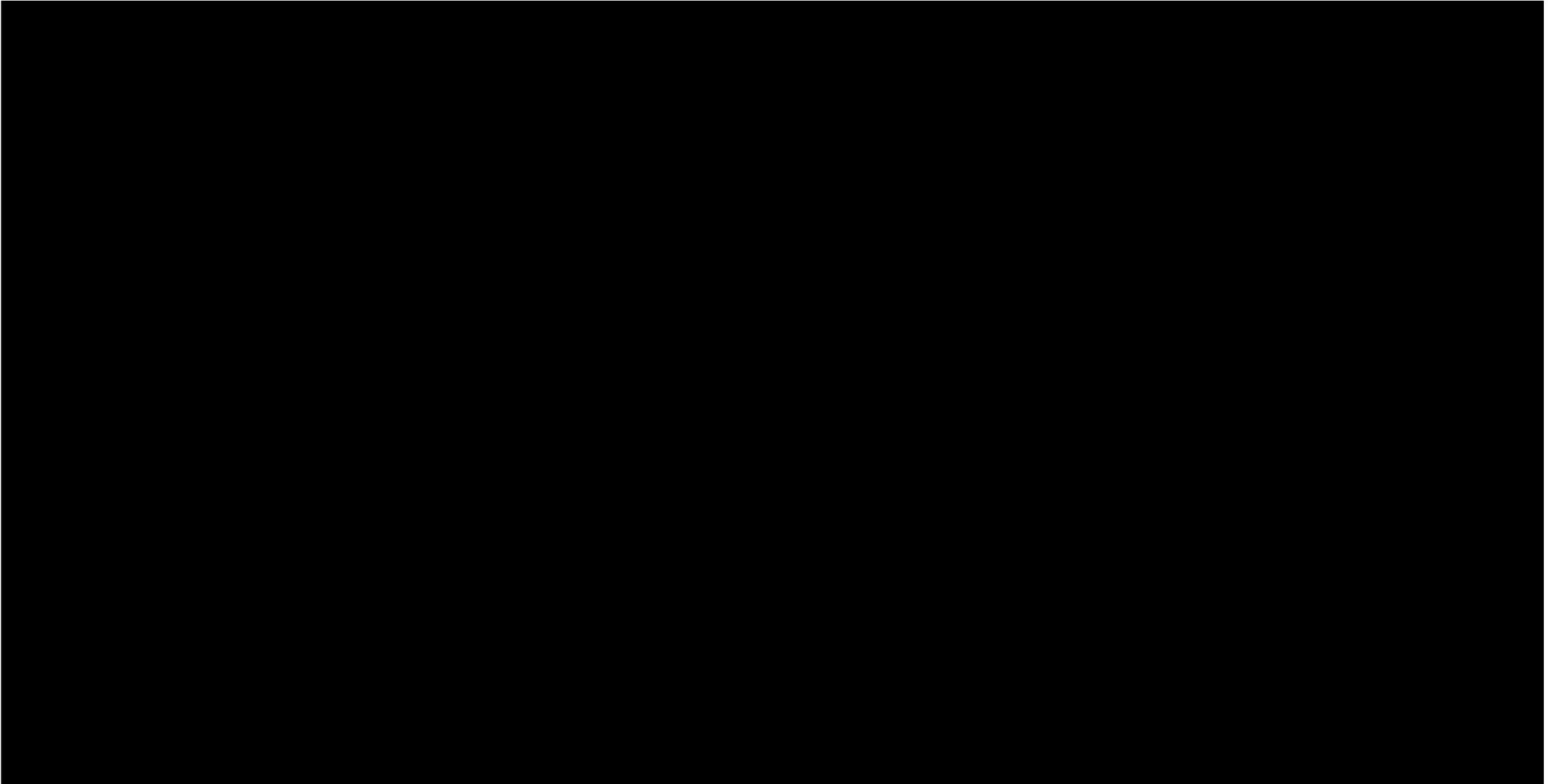
- Nécessite une **optimisation de l'emplacement du (des) capteur(s)** de mesure de hauteur
- Nécessite **un suivi par temps sec** (retrait des déversements faux positifs)
- Établissement d'une **loi de déversement spécifique à l'ouvrage** et à ses propriétés : la relation $f(h)$ sera non valide si présence de dépôt ou d'obstacle à l'écoulement

MÉTHODE B - Exemples



Exemples de situations avec seuil bas et seuil haut avec

- 1 capteur de hauteur dans la chambre de déversement au niveau du seuil
- Visualisation de la hauteur mesurée et du débit calculé grâce à la méthode B



Méthode B

$$| Q \text{ déversé} = f(h) |$$

A retenir de ces exemples

Le capteur positionné ainsi ne permet pas de déterminer tous les débits

Dans ces exemples ,

Seuil haut : le débit entrant peut être relativement bien représenté avec une loi moyenne jusqu'au ressaut hydraulique. Au-delà la représentation est impossible, donc le débit calculé est faux .

Seuil bas : à l'inverse, au début de l'événement et du déversement n'est pas vu par le capteur et il est donc impossible de déterminer le débit déversé en début d'événement. En fin d'événement, malgré les incertitudes, une loi moyenne pourrait permettre de déterminer le débit.

▶▶ Dans les deux cas, une étude hydraulique est nécessaire pour positionner correctement le capteur et utiliser la méthode.

Comment choisir entre ces 3 méthodes ? 3/3



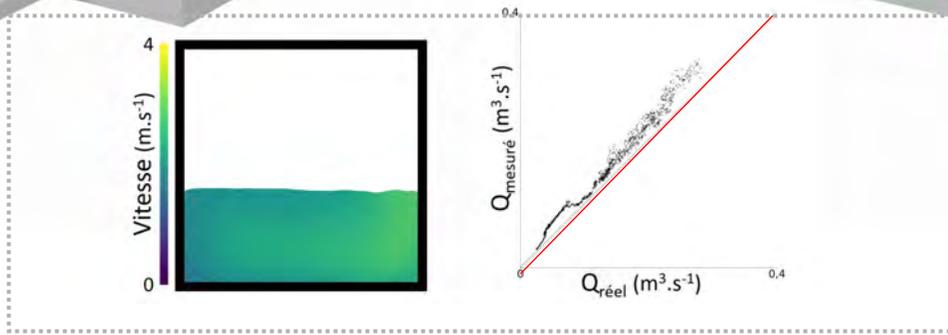
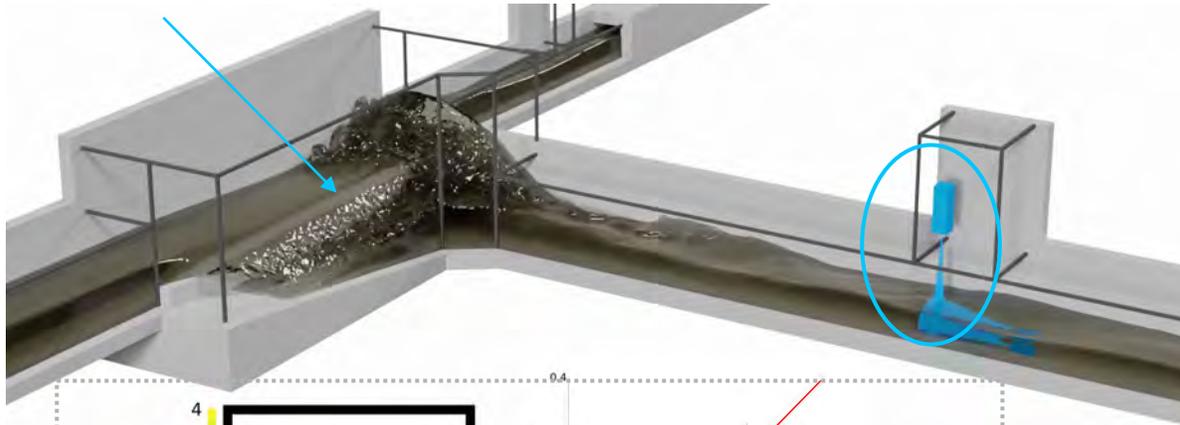
Méthode **C**

Méthode **C** : débit mesuré directement dans la canalisation de décharge par un h/v.

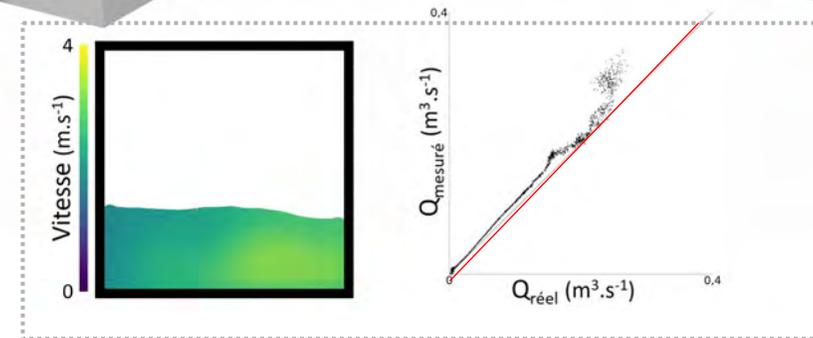
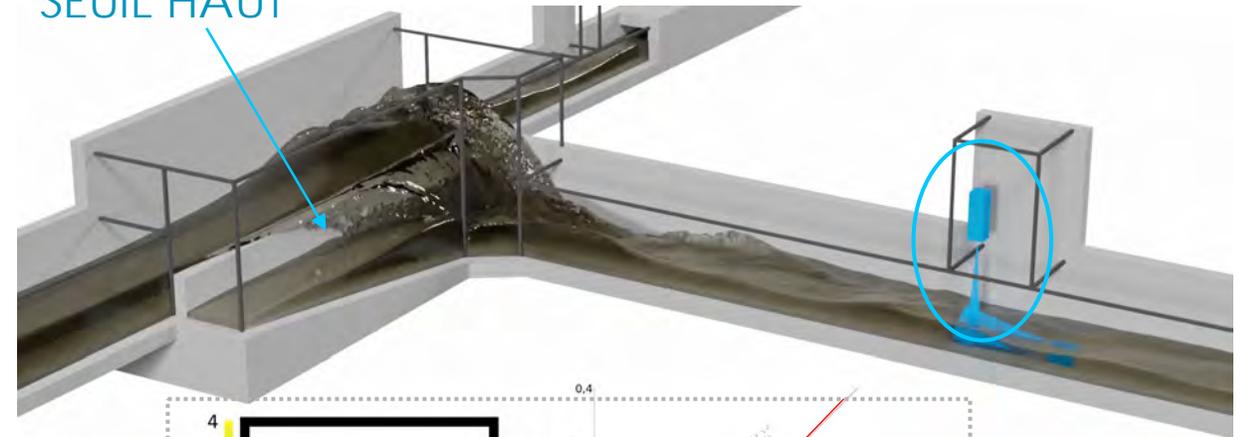
- Obtention directe du débit déversé avec un seul point de mesure
- Canalisation de décharge souvent accessible mais de forme/structure variables
- L'emplacement des capteurs au sein de la canalisation de décharge n'est **pas toujours approprié à la maintenance du capteur**
- Peut être **efficace sur des sites soumis à une influence aval**.
En cas d'intrusion du milieu aquatique nécessité de mettre en place une mesure hauteur/vitesse
- Ces capteurs (vitesse/hauteur) seront la plupart du temps « au sec » ce qui implique qu'un **suivi de la dérive n'est pas possible**
- Tout type de capteurs h/v est envisageable

Méthode C - Exemples

SEUIL BAS

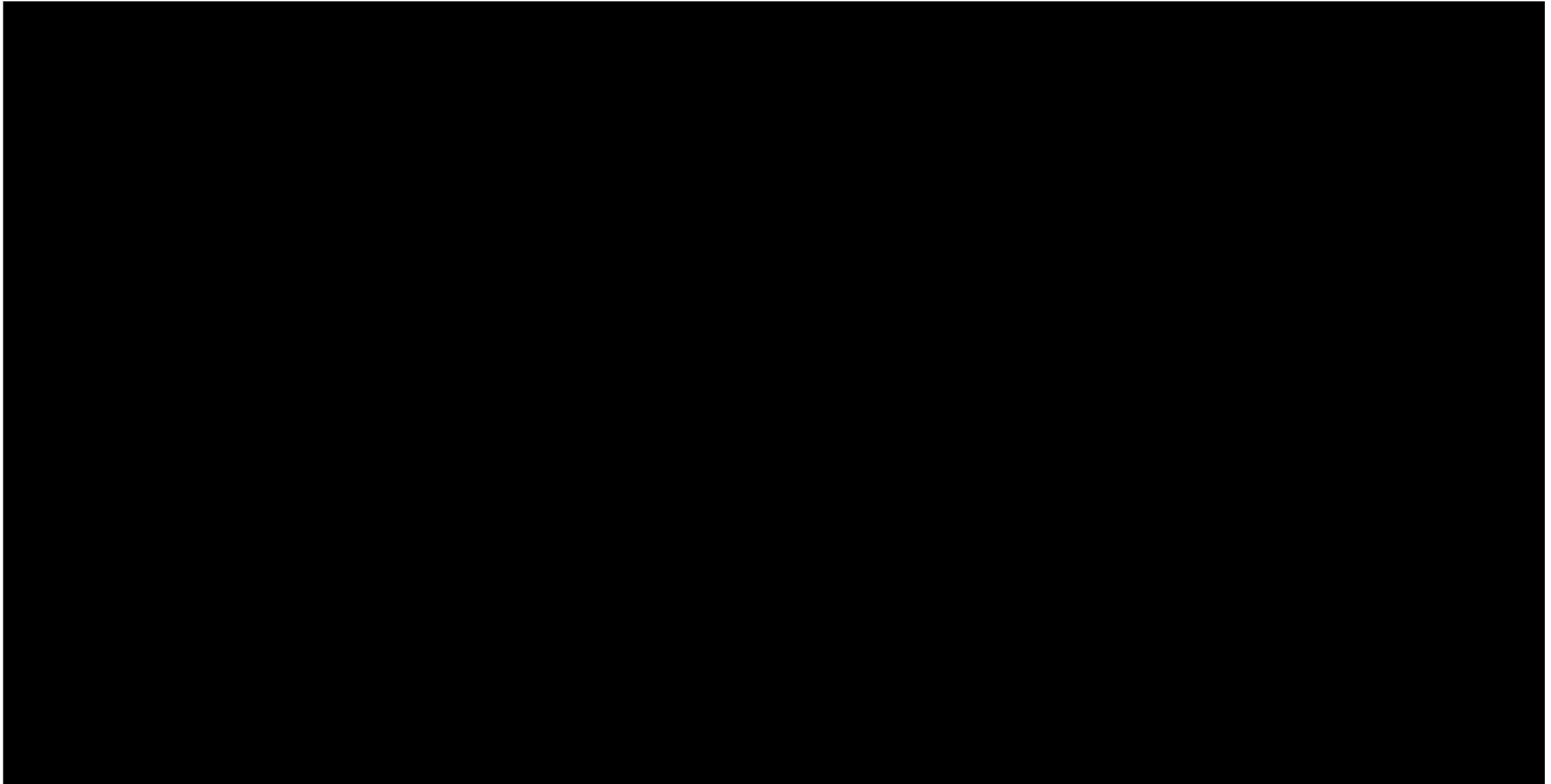


SEUIL HAUT



Exemples de situations avec seuil bas et seuil haut avec

- 1 capteur de hauteur/vitesse dans la canalisation de déversement
- Visualisation de la vitesse de remplissage de la conduite + comparaison entre débit calculé grâce à la méthode C et débit réel. *La droite rouge figure une parfaite similitude entre débit réel et débit mesuré.*



A retenir de ces exemples

Le capteur mal positionné trop près de l'entrée de la canalisation de décharge

Dans ces exemples ,

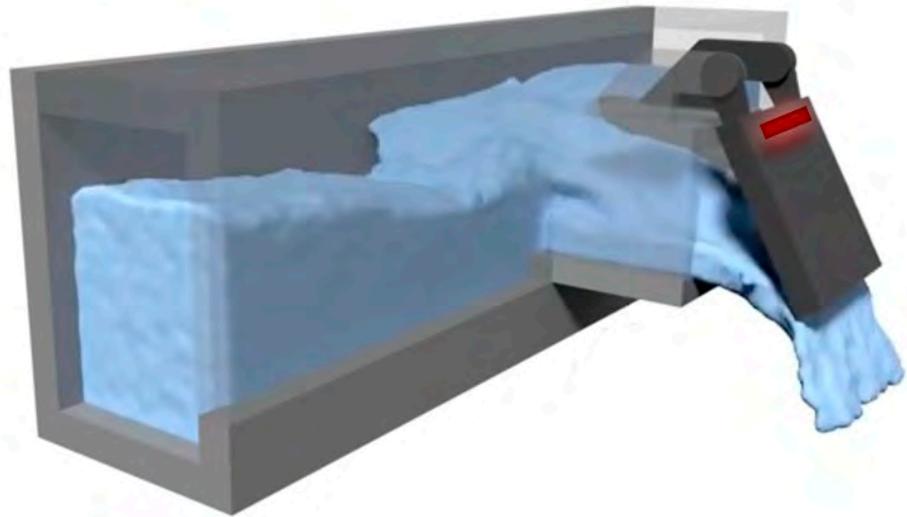
Seuil haut : débit entrant faible non représenté. Puis bonne tendance jusqu'à un certain seuil au-delà duquel, l'écoulement est trop turbulent et les incertitudes très élevées. Et rendent la mesure non fiable.

Seuil bas : même constat, la hauteur d'eau devient très instable et/ou le champ de vitesse lu par le capteur n'est plus représentatif de la vitesse moyenne.

▶▶ Dans les deux cas, le capteur h/v, pour une bonne utilisation de cette méthode C, doit être placé entre 20 et 50 fois la largeur de la canalisation (contrairement à la vidéo) .

Perspectives : Méthode **D** en devenir

| Q déversé = f (angle d'ouverture d'un clapet) |



Pour des DO accessibles :

- équipés de clapet lourd (ne pouvant être soulevé d'un doigt)
- qui ne fonctionnent pas continuellement entre noyé et dénoyé

Grâce à 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.

►► **Le débit peut alors être déterminé grâce à l'angle donné par un inclinomètre placé sur le clapet.**

Le mesurage du débit par un inclinomètre est une technique en développement, les connaissances, retours d'expériences sur les conditions limites d'utilisation et la maintenance sont en pleine évolution.

SYNTHESE A RETENIR

- ▶ Instrumenter un DO est **COMPLEXE**
 - ▶ Pensez à la vie de l'ouvrage : l'instrumentation *in situ* sera à maintenir, à contrôler et évoluera
 - ▶ N'oubliez pas les 5 étapes clés pour réussir votre instrumentation
 - ▶ Le choix de la méthode de mesure des débits déversés dépend de vos objectifs, de vos moyens financiers et humains, et des caractéristiques de votre DO !
 - ▶ Pour guider vos choix : n'hésitez pas à vous lancer dans une étude hydraulique du fonctionnement du déversoir
 - ▶ **AUCUNE MÉTHODE N'EST PARFAITE**
- ▶ Et la mesure des faibles débits reste toujours une difficulté importante au sein des DO

Remerciements aux contributeurs :

Agence de l'eau RMC, Agence de l'eau Loire Bretagne, Agglo Villefranche, G2C environnement - Altéréo, Grand Chambéry, INSA Lyon DEEP, Métropole de Lyon, SUEZ Eau France et Consulting, Valence Romans Agglo, Veolia EAU, Vienne Condrieu Agglomération, 3DEAU, AÉGIR.

© PHOTOS : GRAIE, OTHU, SEMERU, INSA Deep, Nina Cossais, ...
Animation images 3d -AÉGIR

Vidéo avec le soutien :



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



**PRÉFET
DE LA RÉGION
AUVERGNE-
RHÔNE-ALPES**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



GRANDLYON
la métropole



Établissement public du ministère
chargé du développement durable

Date : Mars 2021