



Accréditation n°3-1004, Inspection  
Portée disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr)



## DECLARATION DE VERIFICATION ETV – Environmental Technology Verification

Entreprise	F-REG	N° d'enregistrement	VN20190034
Technologie	Vanne hydrodynamique autonome DN400	Date de délivrance	28/05/2019

### Description du produit

La vanne hydrodynamique autonome DN 400 a pour objectif de réguler les écoulements dans les canalisations des réseaux d'assainissement existants de diamètre 400mm en leur donnant une fonction de stockage. La vanne est constituée d'un clapet mobile, d'un système de fermeture par deux vérins à gaz ainsi que d'un percement ou ajutage. L'ajutage permet de limiter le débit transféré vers l'aval lorsque le clapet est fermé. Les vérins permettent d'ouvrir progressivement le clapet en cas de mise en charge.

Lorsque le clapet est fermé, l'écoulement de l'eau est limité par l'ouverture dans le clapet nommée ajutage. Lorsque le débit entrant ( $Q_{\text{amont}}$ ) résultant du ruissellement est supérieur à la capacité d'évacuation de l'ajutage de la vanne hydrodynamique autonome, la conduite stockante commence à se remplir. Le débit en sortie est donc limité par l'ajutage du clapet fermé.

Tant que la pluie continue, le débit sortant ( $Q_{\text{aval}}$ ) délivré à l'aval reste limité par l'ajutage (mais dépend néanmoins de la hauteur d'eau amont) et le niveau d'eau amont ( $H_{\text{amont}}$ ) monte dans la conduite. Lorsque le niveau de déclenchement ( $H_{\text{lim}}$ ) est atteint, le clapet commence progressivement à s'ouvrir, augmentant le débit sortant relâché à l'aval.

Si le niveau d'eau amont continue à augmenter et atteint la hauteur ( $H_{\text{eff}}$ ), le clapet mobile finit alors par être complètement ouvert, délivrant le débit clapet ouvert ( $Q_{\text{eff}}$ ).

### Paramètres vérifiés

Dans le cadre de cette vérification, les paramètres suivants ont été mesurés et vérifiés :

Les paramètres de performances pour les essais sans charge aval ( $H_{\text{aval}} = 0$ )

- Courbe de tarage expérimentale (Figure 1)
- Biais entre la courbe de tarage expérimentale et la courbe de tarage théorique (Tableaux 1, 2 et 3)
- Répétabilité du fonctionnement de la vanne (Figure 1 et Tableaux 4, 5 et 6)

Les paramètres de performances pour les essais avec charge aval ( $H_{\text{aval}} = h_a$ )

- Courbe de tarage expérimentale (Figure 2)
- Biais entre la courbe de tarage expérimentale et la courbe de tarage théorique (Tableau 7 et 8)
- Répétabilité du fonctionnement de la vanne (Figure 2 et Tableau 9, 10 et 11)

Les paramètres suivants tels que le débit amont, la hauteur d'eau amont, la hauteur d'eau aval, l'ouverture du clapet ont donc été mesurés pour calculer les paramètres de performances. Pour les paramètres de fonctionnement tels que la température de l'air et de l'eau ainsi que la durée des paliers ont également été suivis.

**José Alcortá, Rescoll**

Gérant

05 47 74 69 00, [etv@rescoll.eu](mailto:etv@rescoll.eu)  
8 allée Geoffroy Saint Hilaire  
33165 Pessac, France

**Emmanuel Curinier, F-Reg**

Président

06 61 41 26 04, [e.curinier@f-reg.fr](mailto:e.curinier@f-reg.fr)  
63 boulevard Simone Veil  
06 200 Nice, France

## Application

La vanne hydrodynamique autonome s'installe dans les réseaux d'assainissement existants dans une canalisation de diamètre 400mm, ou bien à l'aval de réseaux d'eaux pluviales surdimensionnés.

Dans le cadre de cette vérification, il s'agit d'un réseau test en diamètre DN 500 qui est alimenté par la Durance.

L'objectif de la vanne hydrodynamique DN 400 est de donner une fonction de stockage aux canalisations de collecte des eaux urbaines en y limitant les écoulements grâce à son orifice calibré, sans modifier leurs capacités d'évacuation, grâce à l'ouverture progressive du clapet mobile.

Avant son installation, l'utilisateur définit les caractéristiques de la vanne (cf courbe de tarage théorique figure 1 et 2) :

- Hauteur d'eau amont déclenchant le début de l'ouverture du clapet ( $H_{lim}$ )
- Débit d'eau amont limité par l'orifice calibré avant ouverture du clapet mobile ( $Q_{lim}$ )
- Hauteur d'eau amont lorsqu'il y a effacement du clapet ( $H_{eff}$ ) : hors cadre de la vérification
- Débit maximal devant être atteint pour que l'effacement soit réel ( $Q_{eff}$ ) : hors cadre de la vérification

Dans le cadre de cette vérification, la société F-REG a défini les caractéristiques suivantes :

- Surface d'ajutage : 0,024m<sup>2</sup>
- Puissance globale des vérins : 2 000 N
- Angles du vérin (3 points d'implantation) : données confidentielles

## Conception des tests et des analyses

Aucune donnée existante n'a été utilisée. L'ensemble des essais a été réalisé dans le cadre de la vérification par le Laboratoire de Mesures Hydrauliques (LMH).

Le Laboratoire de Mesures Hydrauliques situé à Aix-les-milles a réalisé les essais sur un réseau test en diamètre DN 500 qui est alimenté par la Durance. Ces essais sont listés ci-dessous :

- Mesure du débit amont et de la pression amont afin de définir les points de la courbe de tarage pour les essais sans charge aval
- Mesure du débit amont, de la pression amont et de la hauteur aval afin de définir les points de la courbe de tarage pour les essais avec charge aval.

La vérification a été menée dans le cadre de deux contextes hydrauliques différents. Deux cas ont été testés :

**Cas sans charge aval** : Le premier essai a consisté à mettre en relation la hauteur d'eau observée en régime permanent à l'amont de la vanne avec le débit injecté à l'amont en ayant une hauteur d'eau aval nulle.

**Cas avec charge aval** : Le second essai a consisté à mettre en relation la différence entre la hauteur d'eau à l'amont et à l'aval de la vanne avec le débit injecté à l'amont tout en maintenant la hauteur d'eau aval à une valeur constante.

# Essais sans charge aval ( $h_{\text{aval}}=0$ ) lors de la montée du débit

## ⇒ Courbes de tarage de la vanne

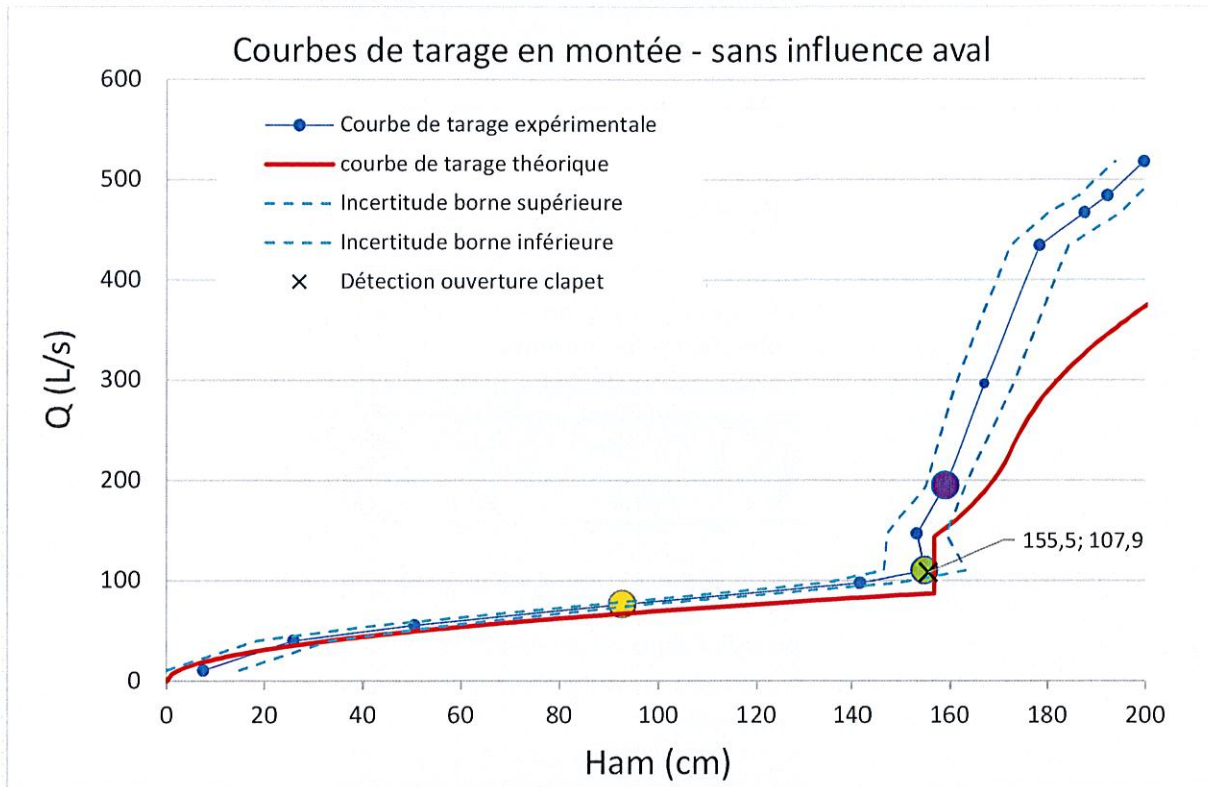


Figure 1 : Courbe de tarage théorique et courbe de tarage expérimentale.

## ⇒ Biais entre la courbe de tarage expérimentale et la courbe de tarage théorique

Tableau 1 : Calcul du biais et de la différence entre la courbe de tarage expérimentale et théorique pour la hauteur d'eau amont.

Gamme du débit	Débit mesuré (L/s)	$\overline{H_i^0}$ mesuré (cm)	Débit théorique (L/s)	$\overline{H_i^0}$ théorique (cm)	Biais (cm)	Biais (%)
Q < Q <sub>lim</sub>	10,65	7,37	9,86	2,00	-5,37	-268,50
	39,83	25,77	39,43	32,00	6,23	19,47
	55,22	50,43	55,32	63,00	12,57	19,95
	76,32	92,74	76,03	119,00	26,26	22,06
	97,4	141,62	97,00	156,00	14,38	9,22
Q <sub>lim</sub> (montée)	109,85	154,72	110,00	156,00	1,28	0,82
	146,82	153,05	148,72	157,96	4,92	3,12
	194,58	158,99	194,86	168,00	9,01	5,36
Q <sub>lim</sub> < Q < Q <sub>eff</sub>	295,90	166,99	295,21	181,17	14,18	7,83
	433,91	178,24	435,37	221,17	42,93	19,41
	466,99	187,5	466,2596	232,96628	45,47	19,52
	483,46	192,18	482,71	239,97	47,79	19,91
	517,65	199,63	519,03	258,17	58,54	22,67

Tableau 2 : Moyenne des biais en fonction de la gamme du débit (valeurs absolues)

Gamme du débit	Q < Q <sub>lim</sub> Q < 109,85 L/s	Q <sub>lim</sub> (montée) Q ∈ [109,85 ; 146,82] L/s soit une hauteur constante = 154 cm	Q <sub>lim</sub> < Q < Q <sub>eff</sub> 146,82 L/s < Q < 300
<b>Moyenne des biais (cm)</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>36</b>

⇒ **Biais entre la courbe de tarage expérimentale et la courbe de tarage théorique lors de l'ouverture de la vanne**

Tableau 3 : Biais sur le débit et la hauteur amont entre la courbe de tarage expérimentale et théorique lors de la détection de l'ouverture de la vanne

$\overline{H_{lim}^0}$ mesuré (cm)	$\overline{Q_{lim}^0}$ mesuré (L/s)	$H^0$ théorique (cm)	$Q^0$ théorique (L/s)	Biais Q (L/s)	Biais Q (%)	Biais H (cm)	Biais H (%)
155,5	107,9	156,6	87,2	<b>-20,7</b>	<b>-23,8</b>	<b>1,1</b>	<b>0,7</b>

⇒ **Répétabilité du fonctionnement de la vanne et intervalle de confiance de la courbe de tarage**

Tableau 4 : Valeurs des moyennes des hauteurs amont mesurées  $\overline{H_i^0}$  pour un débit donné  $\overline{Q_i^0}$ , résultats de répétabilité lors de la montée du débit pour les valeurs répétées et intervalle de confiance de la courbe de tarage mesurée.

Nb de mesure	Gamme de débit (Etat du clapet)	$\overline{H_i^0}$ (cm)	$\overline{Q_i^0}$ (L/s)	$\sigma_{repet}(H_i^0)$	$\Delta H_{repet}$ (cm)	IC (cm)
1	Q < Q <sub>lim</sub> (Clapet fermé)	7,37	10,65	2,3 <sup>1</sup>	4,9 <sup>1</sup>	7,40
1		25,77	39,83	2,3 <sup>1</sup>	4,9 <sup>1</sup>	7,40
1		50,43	55,22	2,3 <sup>1</sup>	4,9 <sup>1</sup>	7,40
<b>3</b>		<b>92,74</b>	<b>76,32</b>	<b>0,96</b>	<b>2,4</b>	<b>4,90</b>
1		141,62	97,4	2,3 <sup>1</sup>	4,9 <sup>1</sup>	7,40
<b>4</b>	Q <sub>lim</sub> (Début d'ouverture du clapet en montée)	<b>154,72</b>	<b>109,85</b>	<b>3,72</b>	<b>5,9</b>	<b>8,40</b>
2	Q <sub>lim</sub> (Clapet ouvert)	153,05	146,82	0,62	3,5 <sup>2</sup>	4,00
<b>6</b>	Q <sub>lim</sub> < Q < Q <sub>eff</sub> (Clapet ouvert)	<b>158,99</b>	<b>194,58</b>	<b>1,38</b>	<b>1,5</b>	<b>4,00</b>
2		166,99	295,90	1,31	3,5 <sup>2</sup>	5,96
2		178,24	433,91	4,53	3,5 <sup>2</sup>	5,96
1		187,5	466,99	2,3 <sup>1</sup>	4,9 <sup>1</sup>	7,40
2		192,18	483,46	0,23	3,5 <sup>2</sup>	3,10
2		199,63	517,645	1,92	3,5 <sup>2</sup>	5,96

<sup>1</sup> Pour les valeurs ne disposant pas de répétition, il s'agit de l'écart type global de répétabilité calculé à partir des écart type de toutes les expériences avec répétitions. L'intervalle de confiance moyen a été calculé à partir de la loi de Student pour l'écart type global de répétabilité donnant un intervalle de confiance moyen de 4,9 cm.

<sup>2</sup> Pour deux répétitions, l'intervalle de confiance est très variable. Il a donc été décidé de reprendre l'intervalle de confiance moyen divisé par  $\sqrt{2}$ .

⇒ **Répétabilité lors de l'ouverture de la vanne et intervalle de confiance des coordonnées du point caractéristique  $H^0_{lim}$**

Tableau 5 : Ecart type des valeurs obtenues lors des essais de répétabilité et intervalle de confiance du point caractéristique  $H^0_{lim}$  lors de l'ouverture de la vanne.

Nb de mesure	Gamme de débit (Etat du clapet)	$\overline{H^0_{lim}}$ (cm)	$\overline{Q^0_{lim}}$ (L/s)	$\sigma_{repet}(H^0_{lim})$	$\Delta H_{répét}$ (cm)	IC (cm)
3	Qlim (montée)	155,5	107,9	4,2	10,4	12,9

Tableau 6 : Ecart type des valeurs obtenues lors des essais de répétabilité et intervalle de confiance du point caractéristique  $Q^0_{lim}$  lors de l'ouverture de la vanne.

Nb de mesure	Gamme de débit (Etat du clapet)	$\overline{H^0_{lim}}$ (cm)	$\overline{Q^0_{lim}}$ (L/s)	$\sigma_{repet}(Q^0_{lim})$	$\Delta Q_{répét}$ (L/s)	IC (L/s)
3	Qlim (montée)	155,5	107,9	1,5	3,7	4,2

# Essais avec charge aval ( $h_{\text{aval}}=h_a$ ) lors de la montée du débit

## ⇒ Courbes de tarage de la vanne

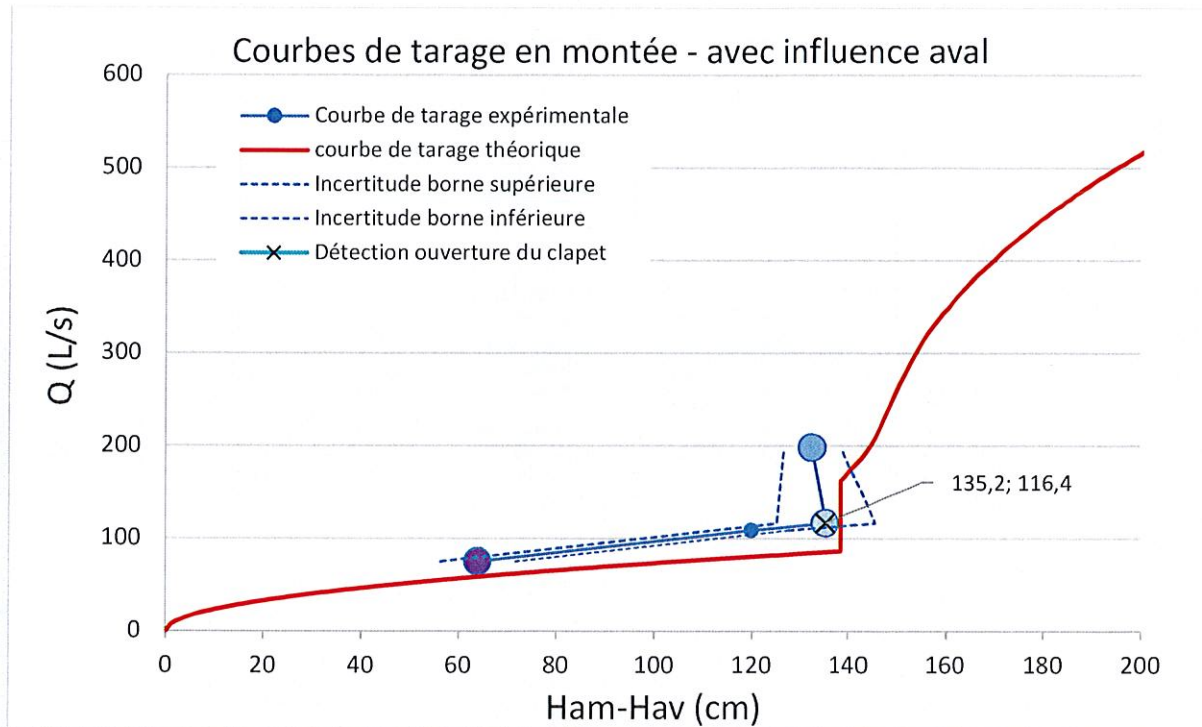


Figure 2 : Courbes de tarage expérimentale et théorique avec une charge aval (avec pour la courbe de tarage théorique  $H=h_{\text{amont}}-h_{\text{aval}}$  et  $h_{\text{aval}}=50\text{cm}$ ).

## ⇒ Biais entre la courbe de tarage expérimentale et la courbe de tarage théorique

Tableau 7 : Biais entre la courbe de tarage expérimentale et la courbe de tarage théorique avec charge aval sur la hauteur ( $h_{\text{amont}} - h_{\text{aval}}$ )

Gamme du débit	Débit mesuré (L/s)	$\overline{H_i^{ha}}$ (cm)	Débit théorique	$\overline{H_i^{ha}}$ théorique (cm)	Biais(cm)	Biais (%)
$Q < Q_{\text{lim}}$	74,9	63,9	74,85	104,00	40,13	<b>38,6</b>
$Q = Q_{\text{lim}}$	108,8	119,8	108,80	138,36	- 18,56	<b>-13,4</b>
	116,4	135,2	116,4	138,36	- 3,19	<b>-2,3</b>
$Q > Q_{\text{lim}}$	197,9	132,5	200,93	144,46	11,99	<b>8,3</b>

## ⇒ Biais entre la courbe de tarage expérimentale et la courbe de tarage théorique lors de l'ouverture de la vanne

Tableau 8 : Biais sur le débit et la hauteur ( $h_{\text{amont}} - h_{\text{aval}}$ ) entre la courbe de tarage expérimentale et théorique lors de la détection de l'ouverture de la vanne

$\overline{H_{\text{lim}}^{ha}}$ mesuré (cm)	$\overline{Q_{\text{lim}}^{ha}}$ mesuré (L/s)	$H^{ha}$ théorique (cm)	$Q^{ha}$ théorique (L/s)	Biais Q (L/s)	Biais Q (%)	Biais H (cm)	Biais H (%)
135,2	116,4	138,36	86,33	<b>-30</b>	<b>-34,8</b>	<b>-3,2</b>	<b>-2,3</b>

⇒ **Répétabilité du fonctionnement de la vanne et intervalle de confiance de la courbe de tarage**

Tableau 9 : Valeurs des moyennes des hauteurs ( $h_{\text{amont}} - h_{\text{aval}}$ ) mesurées  $\overline{H_i^{ha}}$  pour un débit donné  $\overline{Q_i^{ha}}$ , résultats de répétabilité lors de la montée du débit pour les valeurs répétées et intervalle de confiance de la courbe de tarage mesurée.

Nb de mesure	Gamme de débit (Etat du clapet)	$\overline{H_i^{ha}}$ (cm)	$\overline{Q_i^{ha}}$ (L/s)	$\sigma_{\text{repet}}(H^{ha}_i)$	$\Delta H_{\text{répét}}$ (cm)	IC (cm)
3	Q<Qlim	63,9	74,9	2,1	5,2	7,7
1	Q<Qlim	119,8	108,8	2,2 <sup>3</sup>	5,3 <sup>3</sup>	7,8
3	Q=Qlim	135,2	116,4	3,1	7,7	10,2
3	Q>Qlim	132,5	197,9	1,4	3,5	6,0

⇒ **Répétabilité lors de l'ouverture de la vanne et intervalle de confiance des coordonnées du point caractéristique  $H^{ha}_{lim}$**

Tableau 10 : Ecart type des valeurs obtenues lors des essais de répétabilité et intervalle de confiance du point caractéristique  $H^{ha}_{lim}$  lors de l'ouverture de la vanne.

Nb de mesure	Gamme de débit (Etat du clapet)	$\overline{H^{ha}_{lim}}$ (cm)	$\overline{Q^{ha}_{lim}}$ (L/s)	$\sigma_{\text{repet}}(H^{ha}_{lim})$	$\Delta H_{\text{répét}}$ (cm)	IC (cm)
3	Qlim (montée)	135,2	116,4	3,1	7,7	10,2

Tableau 11 : Ecart type des valeurs obtenues lors des essais de répétabilité et intervalle de confiance du point caractéristique  $Q^{ha}_{lim}$  lors de l'ouverture de la vanne.

Nb de mesure	Gamme de débit (Etat du clapet)	$\overline{H^{ha}_{lim}}$ (cm)	$\overline{Q^{ha}_{lim}}$ (L/s)	$\sigma_{\text{repet}}(Q^{ha}_{lim})$	$\Delta Q_{\text{répét}}$ (L/s)	IC (L/s)
3	Qlim (montée)	135,2	116,4	1,6	3,9	4,5

<sup>3</sup> Pour les valeurs ne disposant pas de répétition, il s'agit de l'écart type global de répétabilité calculé à partir des écart type de toutes les expériences avec répétitions. L'intervalle de confiance moyen a été calculé à partir de la loi de Student pour l'écart type global de répétabilité donnant un intervalle de confiance moyen de 5,3 cm.

## Paramètres de fonctionnement

Les paramètres de fonctionnement font référence aux conditions ambiantes dans lesquelles se sont déroulées les essais. La température de l'eau mesurée était en moyenne de 17,3°C et la température de l'air mesurée était en moyenne de 31,0°C. La durée des paliers pour la mesure des paramètres de performance était de 2 min.

## Informations additionnelles\*

Aucune information additionnelle n'a été fournie par F-REG.

*\*Ces informations sont fournies par l'entreprise à titre informatif et n'ont pas été vérifiées par l'Organisme de Vérification Rescoll*

## Assurance qualité et écarts

La vérification a été conduite suivant le plan d'assurance qualité décrit dans le protocole de vérification spécifique.

Le LMH est accrédité selon la norme NF EN IS/CEI 17025 :2005 pour la réalisation d'étalonnage de débits. Les équipements pour la mesure du débit amont ; de la pression amont (équivalent à la hauteur amont) et les températures de l'eau et de l'air sont étalonnés.

Un audit sur site lors du lancement des essais a été réalisé par RESCOLL afin de s'assurer que les essais menés répondent aux exigences du General Verification Protocol (GVP) et au protocole de vérification spécifique.

Par ailleurs, RESCOLL applique, lors de ses vérifications ETV, l'ensemble des exigences de la norme ISO 17020 ainsi que l'ensemble des exigences du GVP.

Quatre déviations par rapport au protocole de vérification spécifique ont été relevées (cf rapport de vérification). Aucune de ces déviations n'a été considérée comme ayant un impact significatif sur la vérification.

Tous les détails de la vérification sont consignés dans le rapport de vérification disponible sur demande à F-Reg.

## Notations

$h_{\text{amont}}$	hauteur mesurée à l'amont de la vanne
$h_{\text{aval}}$	hauteur contrôlée à l'aval de la vanne
$h_a$	valeur fixée de $h_{\text{aval}}$ non nulle
$H$	= $h_{\text{amont}} - h_{\text{aval}}$ : hauteur d'eau équivalente (=corrigée de la hauteur aval)
$H_{\text{lim}}$	hauteur équivalente observée en limite fermeture/ouverture de la vanne
$\overline{H}_i^0$	Moyenne des hauteurs équivalentes observées pour un débit $Q_i$ avec $h_{\text{aval}}=0$
$\overline{H}_{\text{lim}}^0$	Moyenne des hauteurs équivalentes observées pour un débit $Q_{\text{lim}}$ avec $h_{\text{aval}}=0$
$\overline{H}_i^{h_a}$	Moyenne des hauteurs équivalentes observées pour un débit $Q_i$ avec $h_{\text{aval}}=h_a$
$Q_{\text{lim}}$	Débit observé en limite fermeture/ouverture de la vanne
$\overline{Q}_i^0$	Moyenne des débits observés avec $h_{\text{aval}}=0$
$\overline{Q}_{\text{lim}}^0$	Moyenne des débits observés en limite fermeture/ouverture de la vanne avec $h_{\text{aval}}=0$
$\overline{Q}_i^{h_a}$	Moyenne des débits observés avec $h_{\text{aval}}=h_a$