

REPLACEMENT DE LA VANNE SEGMENT SUR LA PRISE D'EAU DE MOLLIERES SUITE A LA TEMPETE ALEX

Replacement of the segment gate on Mollières water intake following the Alex storm

Arnaud GRANDPERRET, Benoit LEVASSEUR

EDF CIH, 13290 Aix-en-Provence

arnaud.grandperret@edf.fr ; benoit.levasseur@edf.fr

MOTS CLEFS

Vanne segment, fabrication, grue à montage rapide (GMR), génie civil, tempête Alex, prise d'eau, Mollières

KEY WORDS

Segment gate, manufacturing, fast-assembly crane, civil engineering, ALEX storm, water intake

RÉSUMÉ

Suite au passage de la tempête Alex du 2 Octobre 2020 et de la crue associée, la prise d'eau de Mollières est ensevelie sous les gravats au 2/3 et le lit de la rivière s'est déplacé de quelques mètres. De plus, la piste d'accès est détruite à cinq endroits.

La remise en service de la prise d'eau dans les meilleurs délais, à l'été 2022, était l'un des enjeux fort du projet. La prise d'eau est équipée d'une vanne segment (dite V1) de largeur x hauteur 6 m x 3 m et de deux vannes à glissières, d'un clapet, d'un plan de grilles et d'un dégrilleur. Le projet s'est articulé autour de la fabrication de cette nouvelle vanne segment V1 et de son installation sur site. La conception et la fabrication de cette dernière étaient sur le chemin critique du projet.

Cet article expose les leviers qui ont été actionnés pour remplir cet objectif ambitieux.

ABSTRACT

Following the flood caused by the storm Alex on October 2, 2020, the water intake of Mollières river was 2/3 buried under rubble and the river bed was moved by a few meters. In addition, the access track was destroyed in 5 places.

Unclogging the water intake as soon as possible was one of the key challenges of the project to restart in the summer of 2022. The water intake is equipped with a segment valve of 6 m large x 3 m high, two slide gates, a flap gate, a grid plan and a screener. The project revolved around the manufacturing of this new V1 segment valve (called V1) and its installation on site. Its design and manufacturing were the most important challenges of this project.

This article outlines the stages carried out to achieve this ambitious objective.

1. PRESENTATION DE L'AMENAGEMENT

L'usine hydro-électrique de Valabres est située sur la Tinée dans le département des Alpes Maritimes (06). Elle turbine les eaux de la Tinée et celles du torrent de Mollières. La Prise d'Eau des Mollières a été construite dans les années 50. La prise d'eau est constituée de la rive droite vers la rive gauche :

- ✓ D'un seuil déversant latéral d'une longueur de 17 m ;
- ✓ D'une vanne segment V1 de dimension (L x H) 6 m x 3 m ;
- ✓ D'une passe de dégrèvement constituée d'une vanne glissière V2 de dimension (L x H) 1,7 m x 0,95 m, surmontée par un clapet de dimension (L x H) 1,5 m x 1,2 m pour l'évacuation des corps flottants. La vanne wagon est équipée de 2 ajutages calibrés pour la restitution du débit réservé (165 l/s) ;
- ✓ De grilles de prise d'eau en rive gauche ;
- ✓ D'un dégrilleur à marche automatique ;
- ✓ D'une vanne à glissières V3 entrée galerie.



Figure 1- Vue aérienne de la prise d'eau de Mollières avant la tempête Alex

2. MOTIFS ET OBJECTIFS DU CHANTIER

Suite au passage de la tempête Alex du 02 octobre 2020, la crue associée a entraîné un engrèvement complet de la prise d'eau (2 m à 3 m, plus par endroits). Ce qui a conduit à une submersion de cette dernière et à la déviation du lit vif du torrent en Rive Droite, le faisant passer au-dessus du déversoir latéral (non visible) puis en Rive Droite du coursier (cf. photos ci-après).



Vue aérienne



Vue depuis l'aval RG de la prise d'eau



Aval prise d'eau



Bordé supérieur vanne V1



Passe 2

Figure 2- Etat des lieux de la prise d'eau après le passage de la tempête

Les observations faites lors des expertises sont les suivantes :

- ✓ Disparition complète du local d'exploitation situé en rive droite de l'aménagement,
- ✓ Destruction du dégrilleur,
- ✓ Endommagement de la vanne segment V1 et de la vanne V2,
- ✓ Disparition/endommagement irrémédiable des garde-corps et grillage de chaque rive ainsi que des chemins de câble,
- ✓ Endommagement des bétons de surface des nez des piles aval, dû au charriage qui est passé par-dessus (érosion jusqu'à 10 – 20 cm),
- ✓ A priori disparition du mur en enrochements en aval rive droite, et probablement en amont rive droite,
- ✓ Exhaussement du niveau fil d'eau d'environ 2-3 m de façon générale.

La prise d'eau n'est plus exploitable, générant des pertes importantes de production. Sa remise en exploitation au plus vite est une priorité avec un objectif de remise en exploitation définitive de la prise d'eau fixé **pour fin de l'été 2022**.

3. HYPOTHESES DANS LES ETUDES

Le bilan de l'état hydromécanique de la prise d'eau de Mollières était incertain, car les organes étaient encore ensevelis sous les gravats au moment de faire l'état des lieux préalable au remplacement des équipements. Il fallait attendre le dégravement de la prise d'eau pour avoir un bilan exhaustif. Or, les délais d'approvisionnement de la vanne V1 étaient relativement longs (8 mois), et n'étaient pas compatibles avec la réalisation d'un état de lieux de la prise d'eau dégravée qui ne pouvait pas être programmé avant l'été 2021. Il a donc fallu partir sur une hypothèse quant à l'état des équipements hydromécaniques de manière à respecter les délais exigés par le maître d'ouvrage (**Eté 2022**).

Les observations mettent en évidence un mauvais état de la vanne post crue, avec des déformations structurelles notables sur le bordé amont, les bras et le contrepoids (Cf. Figure 3). Bien que non visible dans la totalité, il est fort probable que la vanne a subi de nombreuses déformations significatives.

La possibilité de réhabiliter la vanne V1 dans un délai et un coût raisonnable (versus un remplacement à neuf), compte tenu des observations est jugée "très peu probable". L'assemblage riveté du treillis complexifie davantage la réhabilitation de la vanne d'origine. Ces éléments confrontent l'hypothèse d'un remplacement à neuf de la vanne segment V1, en conservant les pièces fixes latérales et les axes des tourillons. La pièce fixe du seuil sera remplacée à neuf, car des travaux de remise en état du blindage sont programmés par les équipes génie civil.

Ces hypothèses prises ont permis d'accélérer considérablement les études en moins d'un an et de lancer l'appel d'offre sans attendre le dégravement complet de la prise d'eau. Dès que le dégravement a été terminé en octobre 2021, une expertise a été réalisée pour remettre à jour et valider les orientations techniques prises antérieurement. L'expertise a confirmé l'endommagement irrémédiable de la vanne segment V1 et la nécessité d'un remplacement à neuf.



Figure 3-Vue de l'état de la vanne V1 en cours de dégravement



Figure 4-Résultat final du dégravement de la Prise d'Eau sans la vanne V1

L'organisation du projet retenue est l'établissement d'un GME (*Groupement Momentané d'Entreprises*) pour les lots génie civil et hydromécanique sous le même marché. Le lot contrôle-commande a fait l'objet d'un marché séparé.

La vanne V1 est une vanne segment de surface d'une largeur de 6 m et d'une hauteur de 3 m pour une masse de 4 tonnes avec les bras. Il a été fait le choix de conserver les axes existants. Par dérogation exceptionnelle aux exigences du cahier des charges EDF (Cahier des Prescriptions Communes) et à la DIN 19704, l'épaisseur du bordé a été fixée à 10 mm pour limiter le poids de la nouvelle vanne et pour pouvoir se reprendre sur les tourillons existants. La géométrie de la vanne est inchangée pour garder les mêmes capacités de débitances. La nouvelle vanne V1 n'est plus équipée d'un contrepoids, et est motorisée uniquement par un vérin central. Et le dispositif de manœuvre secours de la V1 par accumulateur a été conservé (*Cf. Figure 5*).

Les deux évolutions apportées sur la vanne sont les suivantes :

1. Augmenter l'arase de la crête du bordé de 50 cm. Cette disposition permet d'utiliser en premier le déversoir de la prise d'eau sans avoir recours à la vanne. Cette disposition va permettre de réduire le nombre de manœuvres de la vanne et de simplifier la régulation de la prise d'eau.
2. Augmenter le tirant d'air de la vanne à 1 m. L'ancienne vanne avait un très faible tirant d'air d'environ 50 cm. Cette disposition a nécessité une réhausse de la passerelle et une course du nouveau vérin plus importante.

Un système automatique de verrouillage de la vanne en position ouverte a été intégré. Les études d'exécution ont duré 4 mois de janvier à avril 2022.

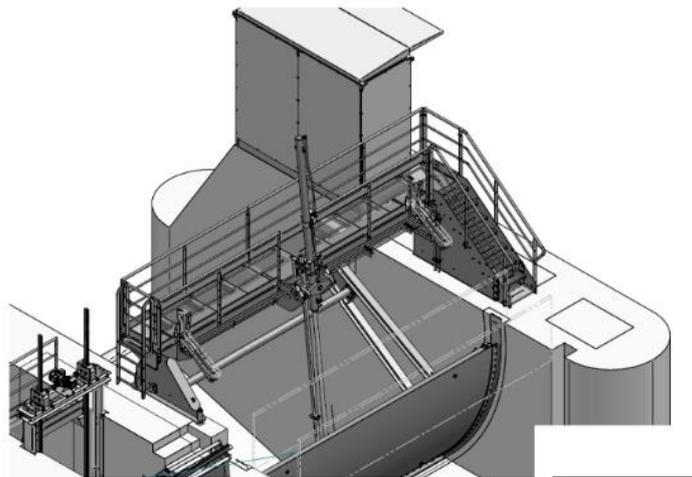


Figure 5- Vue de la vanne segment V1 et sa passerelle depuis l'amont

4. LA FABRICATION

La fabrication a été réalisée dans l'atelier du titulaire **ROUBY à Cognac (16)**. Un contrôle qualité sur la fabrication de la vanne (relevé dimensionnel et soudures) a été supervisé par EDF DTG. Le début de fabrication a démarré en mai pour une fin en juillet 2022. La structure de la vanne a été traitée par un revêtement anticorrosion du type HAG 600. Un montage à blanc de l'ensemble de la vanne en atelier a été exigé pour vérifier la bonne exécution de la fourniture (*Cf. Figure 6*).



Figure 6-Montage à blanc du bordé et des bras de la V1

5. LES TRAVAUX PREPARATOIRES

L'installation du chantier a demandé au préalable une forte contribution des équipes génie civil pour remettre en état la piste d'accès pour faire cheminer les engins de chantier, en particulier le convoi de la grue (Cf. Figure 7). Des adaptations de la piste (*reprofilage de la pente, élargissement des virages*) ont été nécessaires pour accueillir le convoi de la grue (Cf. Figure 8). L'installation de la grue a demandé la création d'une plateforme de grutage en rive droite de l'aménagement en dehors du lit du torrent. Le titulaire a opté pour une grue à montage rapide (GMR) de type **POTAIN IGO 50**. La grue à tourelle mesure 26 m en hauteur et dispose d'une flèche de 40 m, capable de soulever 4 tonnes à 15 m, en adéquation avec la masse de la vanne V1 (Cf. Figure 11).

Le chantier est situé au cœur du Parc du Mercantour. Les contraintes environnementales étaient nombreuses et exigeantes :

- ✓ Contrôle de la qualité des eaux de la rivière en permanence via un préleveur automatique de mesure MES (Matière En Suspensions) ;
- ✓ Pêche électrique sur les activités de dévoiement du lit du torrent ;
- ✓ Limiter la remise en suspension de sédiment dans le lit du torrent en installant des passages busés pour le passage des engins ;
- ✓ Eviter le risque de pollution d'hydrocarbures avec une bâche de protection sous les engins et un bac de rétention sur leurs zones de stockage.



Figure 7-Vue de la remise en état de la piste d'accès



Figure 8-Vue du convoi de la grue sur la piste réaménagée à l'occasion

Le montage de la vanne segment V1 va se dérouler dans le lit vif de la prise d'eau, nécessitant des travaux préparatoires de génie civil permettant de gérer le torrent de Mollières. Ces travaux correspondent à la mise en place de merlons de déviation, de passages busés et de piste d'accès au pied de la passe V1 (Cf. Figure 9 & Figure 10). Afin de limiter les risques de sureté sur le chantier, la période d'étiage (Juillet à octobre 2022) a été retenue pour réaliser ces travaux.



Figure 9- Vue de la mise à sec de la passe V1 depuis l'amont



Figure 10- Vue en aval de la mise à sec de la passe V1

6. LA REALISATION ET LE CHANTIER

Le bordé de la vanne et les accessoires (bras, paliers) ont été transportés sur un châssis en semi-remorque depuis l'atelier de Cognac jusqu'à l'usine de Valabres en bord de la route départementale. Un camion à plateau a convoyé les éléments de la vanne sur la piste d'accès jusqu'au chantier. Le bordé a été gruté à l'aide de son châssis et posé sur le radier de la passe (Cf. Figure 11). Les opérateurs ont commencé le montage de la vanne par la pose des 2 paliers. Ensuite, ils ont assemblé les paliers sur les bras de la vanne. **Les bras** ont été assemblés sur le bordé à l'aide de palans disposés à chaque extrémité (Cf. Figure 12). La pose de la vanne segment V1 n'a pas rencontré de difficultés particulières et a duré environ deux semaines à deux opérateurs.

Les problèmes rencontrés se sont concentrés sur **les interfaces entre la mécanique et le génie civil** au niveau des ancrages. En effet, l'arrivée tardive des notes de calculs a nécessité de reprendre en phase chantier les ancrages génie-civil qui supportent la passerelle et sur laquelle est installé l'organe de manœuvre de la vanne (Cf. Figure 13 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

L'autre point est la vigilance sur le montage et le scellement **des pièces fixes de seuil** afin que l'étanchéité de la vanne soit garantie. Pour cela, le montage du seuil doit respecter une rectitude parfaite avec une tolérance maximum de 1 mm sur tout son linéaire soit sur une longueur de 6 m ici, selon la norme DIN 19704 (Cf. Figure 13 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Un contrôle géométrique du seuil a été mené pour vérifier la bonne réalisation de cette exigence.

La vanne a d'abord été requalifiée partiellement, commande en local, hors d'eau puis en charge avec une colonne d'eau d'1 mCE, fin août afin de vérifier l'étanchéité du seuil et sa bonne manœuvrabilité avant la remise en eau définitive de la prise d'eau (Cf. Figure 14). Pour cela, un coffret électrique provisoire a été mis en place, raccordé au groupe électrogène du chantier pour qualifier la vanne en attendant l'alimentation définitive de la ligne 20 kV d'ENEDIS et le raccordement au 1^{er} rang du contrôle-commande barrage. Ce coffret temporaire a permis de réaliser une manœuvre en local et de vérifier les protections de la centrale oléo-hydraulique. Pour mémoire, la retenue normale (RN) correspond à une colonne d'eau de 2,4 mCE.

La requalification a été finalisée lors de la remise en eau de l'aménagement à retenue normale (RN), le 16 octobre 2022 (Cf. Figure 14). L'étanchéité de la vanne est conforme aux exigences du cahier des prescriptions communes CPC aux vanne charpentées (absence de fuite de type jet bâton notamment). Les temps de manœuvres ne présentent pas d'anomalie et sont conformes aux exigences du site (de l'ordre de 2 min à la montée ainsi qu'à la descente).



Figure 11-Manutention du bordé de la vanne segment V1 sur son châssis



Figure 12-Assemblage des bras sur le bordé sur site



Figure 13- Vue de la vanne ouverte avec sa passerelle de support de la manœuvre et ses pièces fixes de seuil

7. CONCLUSION

La remise en état de la prise d'eau des Mollières a été réalisée dans un délai particulièrement court, en moins d'un an pour les études et la passation des marchés, et en moins d'un an pour la phase réalisation (*dont une phase de conception/fabrication des vannes de 8 mois*).

Les hypothèses prises en début de projet, à savoir un remplacement à neuf de cette vanne, en conservant les tourillons, se sont révélées gagnantes pour respecter les délais.

Cette opération s'est déroulée dans un environnement contraint. Situé au cœur du Parc du Mercantour, les contraintes environnementales étaient strictes (*Pêche électrique, Mesure des Matières en suspension en continue durant le chantier*) et les travaux de préparation (*Réalisation de pistes d'accès et de plateforme pour le grutage*) étaient accrus par les dégâts causés par la tempête Alex.

L'articulation du GME (*Groupement Momentané d'Entreprises*) avec un portage génie civil a été privilégié sur ce projet, compte tenu de la capacité culturelle de ces entreprises à piloter la co-traitance et à coordonner ce type de projet. Cependant, une attention particulière a été portée sur les interfaces entre la mécanique et le génie civil (*ancrages et pièces fixes*), bien que le marché soit sous la responsabilité du GME.

Le chantier a duré 6 mois avec de très bons résultats en termes de sécurité. La qualité des équipements installés est à l'attendu des spécifications techniques d'EDF. Les délais ont été respectés, permettant de rendre l'ouvrage en exploitation dans les délais contractuels.

Après 2 ans, la prise d'eau de Mollières a retrouvé son état d'origine, prête à entonner l'eau pour l'hiver 2023.

Le projet de remise en état de Mollières représente :

- ✓ Un investissement de l'ordre de 2 M€,
- ✓ 5 000 h d'ingénierie,
- ✓ 5 entreprises sollicitées



Figure 14- Remise en eau de l'aménagement

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier toutes les personnes de la maîtrise d'œuvre d'EDF Hydro, CIH (Romaric REBOULIN, Sebastien LARROQUE, Laurent DEUX) qui ont contribué au succès de ce projet.

Nous souhaitons exprimer notre reconnaissance envers vos collègues maîtres d'ouvrage (Elise OUKHEMANOU, Didier MENCUCCI et Philippe WOHLEBER) de nous avoir accordé leur confiance sur nos solutions proposées et de nous avoir apporté de précieux conseils tout au long du projet.

La réalisation de ce projet a été possible grâce au concours de plusieurs personnes des entreprises d'Eiffage Malijai, Roubay et Clemessy à qui nous voudrions témoigner toute notre gratitude.

RÉFÉRENCES ET CITATIONS

[1] Cahier des Prescriptions Communes EDF Hydro applicables aux Vannes et Batardeaux Charpentés

[2] Norme DIN 19704 édition de 2014 relative à la conception et au calcul des constructions de matériels hydrauliques en acier