

## VERIN A EAU GLYCOLEE DES CLAPETS DES VANNES DU BARRAGE DE TUILIERES ET DE LA VANNE AQUEDUC DU GRAND SAS DE L'ECLUSE DE VOGELGRUN

*Glycol cylinder for the flap gates of Tuilières dam and the aqueduct  
gate of the large lock chamber at Vogelgrun lock*

**Baptiste BIGOT, Bruno PERRONNET**

EDF Hydro CIH Site de Brive - Service EM  
18 avenue Raymond Poincaré - BP 422 - 19311 Brive la Gaillarde Cedex  
[baptiste.bigot@edf.fr](mailto:baptiste.bigot@edf.fr) ; [bruno.perronnet@edf.fr](mailto:bruno.perronnet@edf.fr)

**Philippe MOREAU**

EDF Hydro - Centre d'Ingénierie Hydraulique - Direction Technique  
Savoie Technolac - 73290 LA MOTTE-SERVOLEX  
[philippe-alain.moreau@edf.fr](mailto:philippe-alain.moreau@edf.fr)

**Pascal RATABOUIL**

EDF Hydro Est, 54 avenue Robert Schuman - 68100 Mulhouse  
[pascal.ratabouil@edf.fr](mailto:pascal.ratabouil@edf.fr)

### MOTS CLEFS

Hydraulique, eau glycolée, vérin, vanne

### KEY WORDS

Hydraulics, glycol water, cylinder, gate

### RÉSUMÉ

*Cet article présente le retour d'expérience du remplacement d'huile hydraulique minérale par de l'eau glycolée pour les organes de manœuvre des clapets de surface du barrage de Tuilières et une vanne aqueduc d'une écluse de Vogelgrun. Après quelques années de fonctionnement, les résultats sont satisfaisants.*

### ABSTRACT

*This paper presents feedback from the replacement of mineral hydraulic oil by glycol water, in the hydraulic hoist of surface flap gates of the Tuilières dam and of an aqueduct gate of a Vogelgrun lock. After a few years of operation the results are satisfactory.*

## 1. BARRAGE DE TUILIÈRES – COMMANDE A EAU GLYCOLÉE DES CLAPETS DE SURFACE DES VANNES DU BARRAGE

### 1.1. Contexte

Le barrage de Tuilières a été construit et mis en service en 1908. À la suite d'un incident d'exploitation (rupture de la vanne n°4 en janvier 2006), une campagne de rénovation du barrage a été engagée en 2008. Les travaux effectués ont notamment consisté à remplacer les huit vannes « Stoney » par des vannes neuves. Le Titulaire du marché de remplacement des vannes a opté pour une commande des clapets de surface par vérin électrique.



Figure n°1 – Vue amont du barrage de Tuilières

### 1.2. Présentation des vannes

Les huit vannes du barrage sont toutes de type « Stoney ». Les vannes n°1 à n°4 (en Rive Droite) sont équipées de clapets de surface.

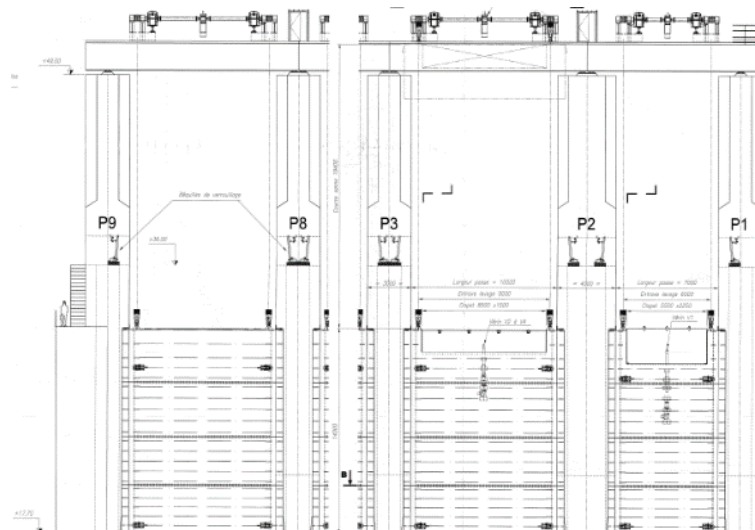


Figure n°2 – Vue amont des vannes n°1, 2 et 8 (de la droite vers la gauche)

Indépendamment de l'implantation des clapets, la conception des huit vannes est identique et basée sur l'assemblage de quatre éléments mécano-soudés boulonnés. La structure aval des vannes n°1 à n°4 est adaptée (réservation spécifique) pour le logement du clapet de surface et de son vérin de commande. Les dimensions de la vanne n°1 diffèrent des sept autres.

### 1.3. Présentation des clapets de surface

Les clapets de surface sont implantés sur l'élément supérieur des vannes barrage. L'élément supérieur de la vanne, de par sa forme, assure les fonctions de bajoyer pour le guidage et l'étanchéité latérale du clapet et de pièce fixe pour les paliers d'articulation. Chaque clapet est équipé au seuil de trois chapes pour le logement des axes d'articulation. La structure aval (raidisseurs verticaux centraux) forme une chape pour le logement de l'axe rotulé d'articulation de la tige du vérin de commande.

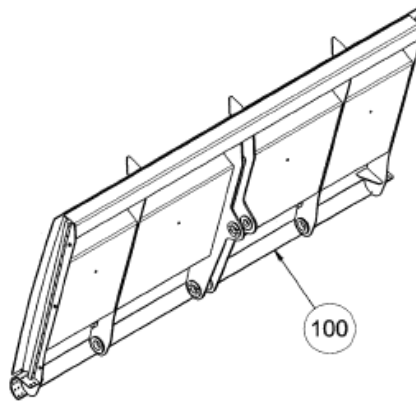


Figure n°3 – Vue de la structure du clapet de vanne n°1 du barrage

### 1.4. Présentation du dispositif de commande d'origine des clapets et problématique associée

Afin de tenir compte des contraintes environnementales présentes sur l'aménagement, et notamment du risque de rejet dans le milieu naturel de l'huile en cas de fuite sur un composant du système oléohydraulique, le concepteur des nouvelles vannes a opté en 2008 pour l'installation de vérins électriques à broche filetée puis à roulement à billes.

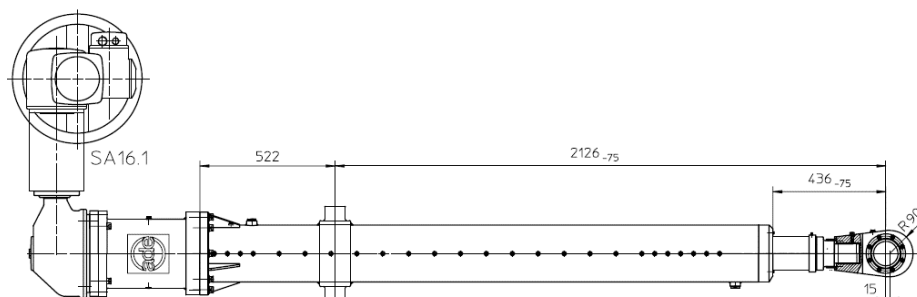


Figure n°4 – Vue de principe d'un vérin électrique

En exploitation, ces matériels ont très rapidement occasionné des dysfonctionnements aléatoires probablement liés à un dimensionnement inadapté au regard du taux de sollicitation des clapets. Les modifications et remplacements des vérins n'ont pas donné satisfaction.

### 1.5. Solution technique de remplacement mise en œuvre

#### Généralités

EDF a étudié et mis en œuvre une solution technique alternative et également respectueuse de l'environnement, basée sur l'emploi d'un vérin hydraulique à eau glycolée. Cette solution, bien que novatrice à EDF, est employée depuis de nombreuses années dans le nord de l'Europe (Suède par exemple) et bénéficie d'un retour d'expérience solide.

### Fluide de commande (mélange d'eau et de Dowcal N)

La principale évolution technique (par rapport à une solution de type oléo-hydraulique) de la solution mise en œuvre concerne le fluide de manœuvre retenu. Il s'agit d'un mélange EAU déminéralisée (55%) et DOWCAL N (45%). Le DOWCAL N est un fluide de type monopropylène glycol. La concentration retenue permet d'abaisser le point de congélation du mélange à une température de  $-27^{\circ}\text{C}$ . Le DOWCAL N possède également des qualités bactéricides jusqu'à une température de  $+40^{\circ}\text{C}$  (plage de fonctionnement maximale attendue), ainsi qu'un pouvoir antioxydant. La dilution minimale conseillée pour bénéficier de ces propriétés est un mélange 70% EAU et 30% DOWCAL N.

Les impacts associés à la toxicité et à la biodégradabilité de ce fluide ont été étudiés par la Division Nucléaire d'EDF dans le cadre d'une étude de conversion d'une installation de dégrillage. Il s'avère que le fluide n'est pas classé selon les directives 67/548/CE (rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses) et 1999/45/CE (rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des états membres relatives à la classification, l'emballage et l'étiquetage des préparations dangereuses). Sa toxicité intrinsèque est faible.

### Composants du nouveau circuit hydraulique de commande

L'emploi d'un fluide composé d'un mélange d'eau avec un dérivé du glycol nécessite l'utilisation de composants spécifiques limitant les phénomènes de corrosion. La plupart des composants mis en œuvre sont réalisés en acier inoxydable ou sont protégés de la corrosion par un revêtement spécifique (type Nickel Chimique par exemple pour le vérin). Ils sont pour la plupart issus de fournisseurs spécifiques qualifiés.

### Conception générale du nouveau dispositif

La centrale hydraulique de commande du vérin est compacte et intégralement positionnée entre deux raidisseurs horizontaux de la structure de la vanne « Stoney » sous le vérin de commande. Cette disposition a permis de limiter les modifications structurelles de la vanne lors des travaux d'installation.

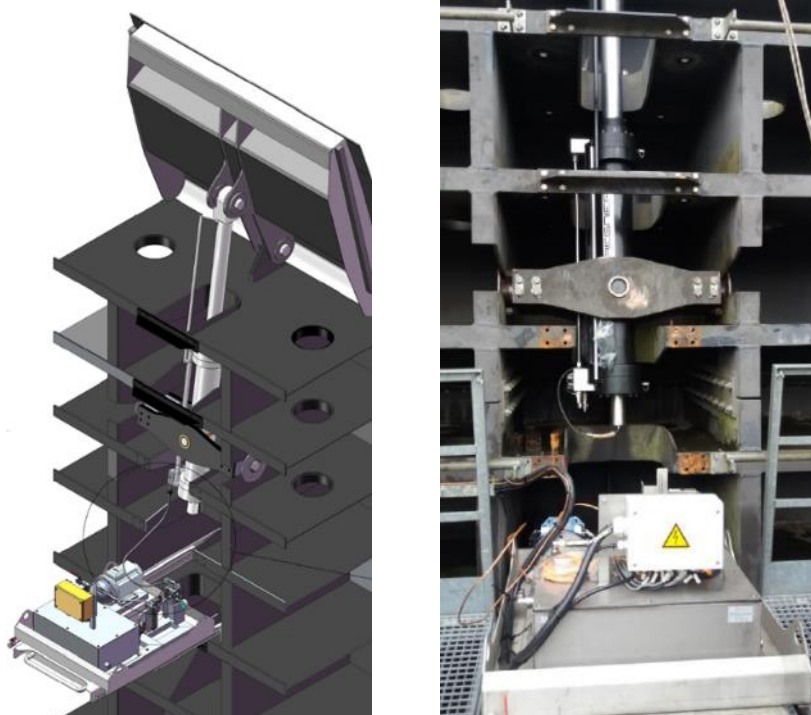


Figure n°5 – Vues de la centrale hydraulique de commande du vérin

La centrale hydraulique (cuve et composants fixés sur un châssis) est installée dans un bac étanche (tiroir) en acier inoxydable. Le bac est muni de deux rails télescopiques assurant sa translation en dehors de la structure de la vanne pour les opérations de maintenance. Le vérin hydraulique est placé en lieu et place du vérin électrique déposé.

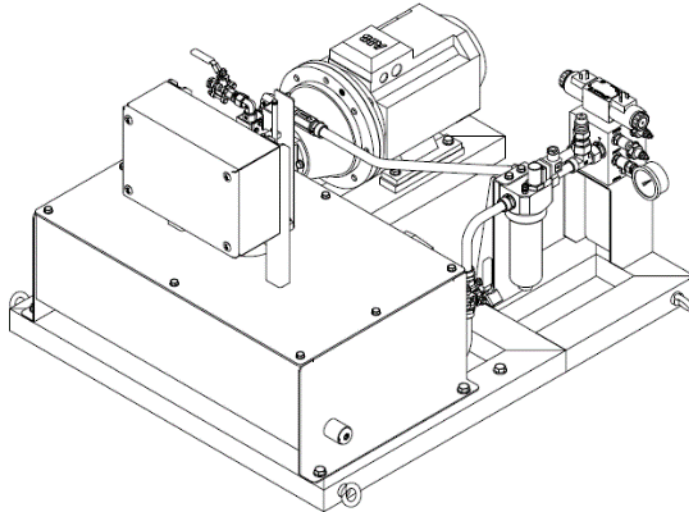


Figure n°6 – Vue de la nouvelle centrale hydraulique

La réserve de fluide du circuit est assurée par une cuve munie d'une vessie interne. La présence de la vessie dans laquelle est contenu le fluide permet de compenser les fluctuations de volume suivant la position du vérin et de supprimer le contact avec l'air ambiant (absence d'évaporation du fluide à température ambiante élevée).

Le vérin est de conception spécifique. Ses matériaux et les revêtements internes associés sont adaptés au fluide.

#### **Maintenance du nouveau dispositif**

Le plan de maintenance est principalement constitué de contrôles mensuels et annuels simplifiés et de révisions fixées à des périodicités de quatre et huit ans. Afin de diminuer les temps d'intervention des révisions et d'indisponibilité des clapets et des vannes, une centrale hydraulique supplémentaire et un vérin de rechange permettent d'effectuer un échange standard (raccords rapides).

#### **1.6. Retour d'expérience**

La commande du clapet de surface de la vanne n°4 a été modifiée en 2015 et celle des clapets de surface des vannes n°2 et 3 a été modifiée en 2018.

Après une phase de mise au point à la mise en service du premier vérin, ces nouveaux équipements n'ont pas engendré de dysfonctionnements majeurs en exploitation. La fluctuation de position du vérin liée à la dilatation thermique (volume) du fluide est prise en compte pour le réglage des plages de position du clapet.

Le retour d'expérience n'est à ce jour pas complet car les révisions majeures à huit ans n'ont pas encore été réalisées (première programmée en 2025).

## 2. ECLUSE DE VOGELGRUN – COMMANDE A EAU GLYCOLEE D'UNE VANNE AQUEDUC

### 2.1. Contexte

L'écluse de Vogelgrun a été construite en même temps que l'usine hydroélectrique associée en 1959 afin de permettre la circulation des péniches sur le Rhin. L'aménagement de Vogelgrun est le dernier aménagement du Grand Canal d'Alsace qui permet au Rhin canalisé de « retrouver » le Rhin naturel. Les écluses sont composées de deux sas, un grand sas de 183m de long pour 24m de large et un petit sas de 183m de long pour 12m de large. Chaque sas possède quatre vannes aqueduc, deux pour le remplissage et deux pour la vidange du sas.



Figure 7 : Photo de l'écluse de Vogelgrun en 1959

Dans le cadre d'un plan de maintenance de ces vannes aqueduc, une vanne de vidange du grand sas a été modifiée pour remplacer l'huile hydraulique par de l'eau glycolée.

### 2.2. Présentation des vannes

Les vannes aqueduc de Vogelgrun sont des vannes wagon de 4m par 4m manoeuvrées par un vérin hydraulique. Elles sont lestées afin de permettre une coupure gravitaire du débit.

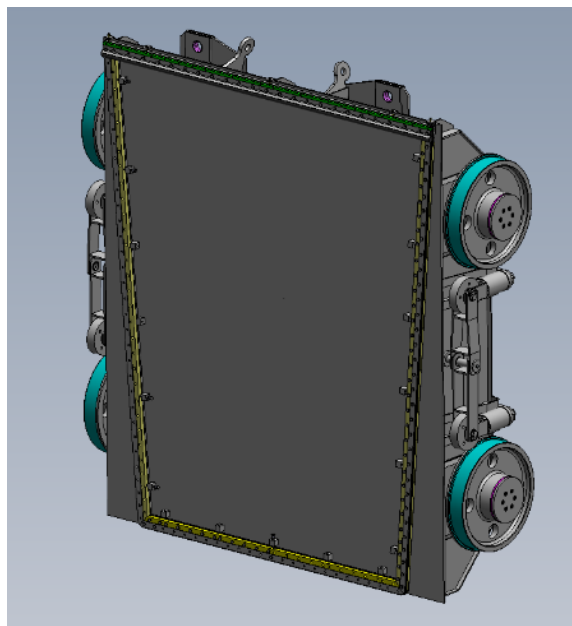


Figure 8 : Vue 3D de la vanne face amont

### 2.3. Présentation du dispositif d'origine de manœuvre des vannes

L'ancienne installation hydraulique a été mise en service dans les années 90. Ces matériels ont la particularité d'être régulièrement sollicités dans la journée pour la réalisation des sassées (passage des bateaux). En moyenne, une vanne réalise quotidiennement entre 15 et 20 manœuvres complètes, en charge, et ce toute l'année.

Le vérin de manœuvre embarque coté chambre pleine un bloc foré comportant l'ensemble des composants hydrauliques de manœuvre. Il n'y avait pas de problématique particulière sur l'installation d'origine hormis les usures liées au nombre important de manœuvres et à l'ancienneté du matériel. Cette rénovation était l'occasion de remplacer l'huile hydraulique par un fluide respectueux de l'environnement



Figure 9 : Vérin de manœuvre ancienne génération déposé

### 2.4. Solution technique de remplacement

#### Généralités

EDF s'est appuyée sur la société PDR Concept pour l'étude et la mise en œuvre de la solution eau glycolée. Un des objectifs était que l'installation puisse être compatible avec de l'huile ou de l'eau glycolée, tout en conservant un maximum de composants déjà présents, afin de pouvoir revenir à une huile de catégorie ester synthétique HEES « éco-acceptable » (Hydraulic Environmental Ester Synthetic), en cas d'aléas éventuels.

#### Fluide de commande (mélange d'eau et de FRIOGEL® NEO)

Le choix du fluide de commande a été une étape importante dans la conception de l'installation. Selon les attendus définis lors de la phase étude, le fluide et sa concentration devaient permettre une insensibilité au gel tout en ayant des propriétés antioxydantes et une viscosité adaptée.

Le choix s'est porté sur le FRIOGEL® NEO ajouté à de l'eau déminéralisée avec une concentration d'environ 50%. Ce fluide caloporteur antigel à base de monopropylène glycol a un effet bactéricide jusqu'à +40°C. Le FRIOGEL® NEO est un produit ininflammable utilisé dans les installations frigorifiques agro-alimentaire. Exempt de Borax de nitrites et d'amines, il est « non classé » dans la plupart des classes de danger selon le règlement CE n° 1272/2008 (irritation légère peau et yeux, seulement). Sa toxicité dans les milieux aquatiques est également « non classée » ; sa biodégradabilité est qualifiée de « facile ».

### Composants du nouveau circuit hydraulique de commande

Comme précédemment évoqué, la démarche se devait d'être « réversible ». Le choix de tous les composants et des étanchéités a ainsi été fait dans ce sens et donc avec une pompe et des composants hydrauliques standards, le vérin étant doté d'étanchéités et de guidages compatibles avec les huiles minérales, les esters HEES et l'eau glycolée.

Le schéma hydraulique a été optimisé (simplification et réduction du nombre de composants) dans un souci de fiabilisation du fonctionnement. La taille du bloc foré a ainsi été réduite pour devenir similaire à la dimension du fond du vérin. Les éléments filtrants ont été remplacés pour être compatibles avec le nouveau fluide. Les autres composants en place sur l'installation ont pu être conservés en l'état après nettoyage.

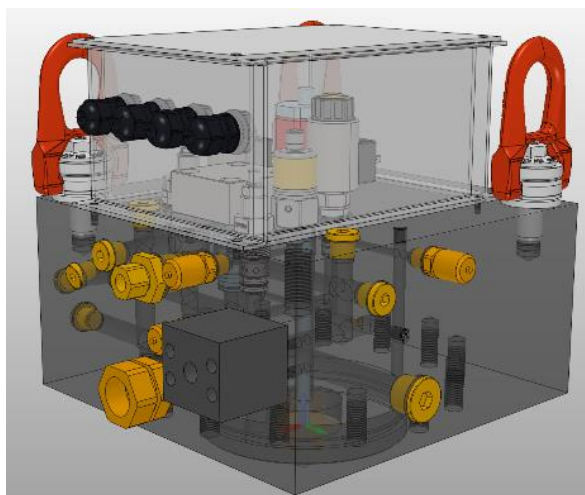


Figure 10 : Vue 3D du nouveau bloc foré

Ces multiples approches technico-financières se sont soldées par un gain financier appréciable. Aujourd'hui, hors coût de l'étude déjà réalisée, la conversion d'une installation entrainera un surcoût d'un peu moins de 5% par rapport à une remise en état du vérin dont les maintenances sont déjà planifiées. Le coût de maintenance de l'installation convertie diminuerait d'un peu moins de 10%.

### Maintenance du nouveau dispositif

Le nouveau dispositif s'inscrit totalement dans le plan de maintenance général des installations d'origine restées en l'état. Le contrôle-commande est inchangé. Le seul changement porte sur les consommables adaptés à l'eau glycolée (filtres et analyses de fluide).

### 2.5. Retour d'expérience

L'installation de la vanne de vidange du grand sas de Vogelgrun a été mise en service en septembre 2022. Après une année d'exploitation, aucune problématique liée à la modification de l'installation n'a émergé. Ce bon retour d'expérience permet d'envisager cette technologie pour les rénovations futures des organes de manœuvre des autres vannes aqueduc des écluses du Rhin.

## CONCLUSION

Les Fiches de données sécurité (FDS) des additivations sont en cours d'analyse pour avis. Si les résultats comparatifs avec le fluide éco-acceptable usuel sont favorables, ces produits seront de bons candidats en substitution (sur le plan environnemental) et pourront intégrer la Liste nationale des produits chimiques (LNPC) avec un Avis toxicologique national d'utilisation (ATNU).