

APPORT DU NUMERIQUE POUR LA FIABILITE DU CONTROLE COMMANDE DES VANNES BARRAGE

The contribution of numerics to the reliability of gate control systems

François BOUILLET, Christophe MORIN

EDF CIH, Savoie Technolac, 4 Allée du Lac de Tignes, 73290 La Motte Servolex

francois.bouillet@edf.fr ; christophe.morin@edf.fr

MOTS CLEFS

Numérique, fiabilité, contrôle commande, surveillance, technologie, automate barrage

KEY WORDS

Digital, reliability, Digital Control System, failure detection, technology, automatic dam

RÉSUMÉ

Les systèmes de commande des barrages d'EDF sont historiquement basés sur des technologies à logique câblée avec des relais. Les évolutions de contexte, technique et sociétale, ainsi que les opportunités des technologiques du numérique ont amené EDF Hydro à revoir la conception de ses systèmes de contrôle commande de Barrage. EDF Hydro fait évoluer son référentiel pour les rénovations de contrôle commande de ses barrages en intégrant les technologies numériques.

ABSTRACT

EDF dam control systems are historically based on wired logic technologies with relays. Contextual, technical, and societal changes, as well as digital technological opportunities, have led EDF Hydro to review the design of its Dam control systems. EDF Hydro is developing its technical references for DCS renovations of its dams based on digital technologies.

Préambule

Le système de commande automatique des vannes d'un barrage répond à deux enjeux principaux :

- Manœuvrer les vannes afin de maîtriser le niveau amont ;
- Maîtriser le débit vis-à-vis du risque aval.

Il est important de noter que la commande d'un barrage ne peut se prévaloir d'un « état sûr ». En effet, contrairement à d'autres process industriels, l'absence d'action sur un barrage ne peut être considérée comme une position sûre. Il est donc exigé d'un contrôle-commande de barrage d'être à la fois opérationnel (manœuvrer les vannes lorsqu'il le faut) mais aussi de maîtriser ses actions ; la manœuvre des vannes doit en effet se faire en intégrant notamment les risques à l'aval (lâchers d'alerte, gradients de débits, ...).

1. UN PEU D'HISTOIRE

Dans les années 80, l'automatisation des barrages exploités par EDF Hydro, faisait appel à une conception du contrôle-commande basée sur des technologies à relais, en logique câblée. Ainsi, l'architecture se décomposait de la manière suivante :

- Des automatismes assurant la commande et la protection des vannes à partir de relais électromécaniques avec des informations TOR¹ issues de capteurs de type fin de course ;
- Un automate de conduite (quand il était nécessaire) assurant la commande globale du barrage sur la base d'un automate programmable qui réalise la conduite en automatique au travers d'ordres TOR et d'informations analogiques pour les mesures de niveaux et les positions des passes ;
- Un automate de sauvegarde à relaiage (quand il était nécessaire) assurant l'ouverture des vannes, lorsque le niveau est anormalement haut en agissant en secours sur la commande des organes, à partir d'informations issues de poires de niveaux calées à des valeurs extrêmes.

Si les contrôles-commandes des usines hydro-électriques ont évolué, les principes de conception des contrôles-commandes barrage sont restés inchangés. L'évolution des contrôles-commandes barrage a toujours fait l'objet d'une grande prudence compte tenu des enjeux portés.

2. UN CONTEXTE EN EVOLUTION

Aujourd'hui, différents éléments de contexte amènent à évoluer :

- Les technologies historiques, à base de schémas et de relais sont moins enseignées et moins utilisées dans l'industrie.
- Le retour d'expérience de la mise en œuvre de systèmes de contrôle-commande programmés sur les usines permet d'avoir confiance dans ce type de systèmes, tout en restant vigilants sur les points qui doivent faire l'objet d'une attention particulière (qualité des programmes, paramétrages, maîtrises des évolutions, cybersécurité, ...).
- Evolution des attentes dans un contexte de digitalisation des outils du quotidien, en termes de services comme d'interface, de la part des exploitants, qui sont les utilisateurs du contrôle commande.

¹ TOR : Tout Ou Rien

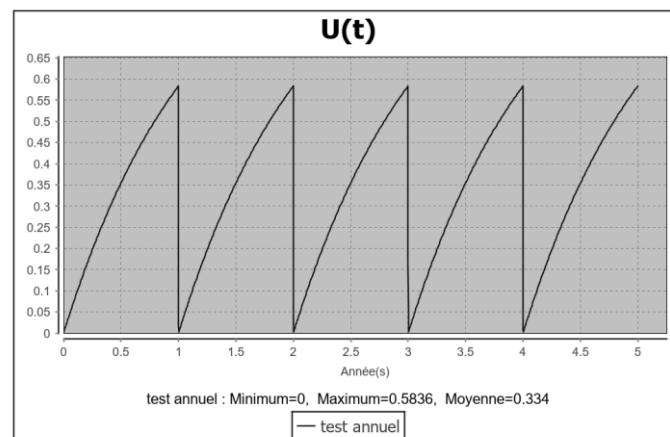
3. L'ENJEU DE LA DETECTION DE PANNES

La spécificité des barrages est que bien souvent ses fonctions de commandes sont relativement peu sollicitées, et en particulier les fonctions de protections. Par conséquent, la problématique de détection des éventuels dysfonctionnement est essentielle.

Historiquement, sur les systèmes câblés, la solution a consisté à mettre en œuvre des tests périodiques. Ces tests ont pour objectifs de détecter les pannes et de permettre un retour à un fonctionnement normal après réparation.

Néanmoins, si une panne survient entre deux tests, le système est alors défaillant pendant toute la période entre la panne et le test périodique suivant.

On peut illustrer ce fonctionnement avec le graphique suivant qui montre l'évolution temporelle de la probabilité de panne d'un système théorique qui aurait un taux de défaillance de 10^{-4} h^{-1} et ferait l'objet d'un test annuel. Le risque de panne se cumule tout au long de l'année.



Dans le cas où la panne est détectée dès qu'elle survient, le système n'est pas exposé aux « pannes dormantes » et il peut être remis en conditions opérationnelles beaucoup plus vite.

L'usage de technologies numériques permet de bénéficier de cette capacité de détection permanente de panne ou dysfonctionnement, ce qui est un atout supplémentaire pour les contrôles-commandes barrage.

4. UNE CONCEPTION DE SYSTEME DE COMMANDE BARRAGE INTEGRANT DU NUMERIQUE

Fort de ces constats, EDF intègre à présent le numérique dans la conception des systèmes de commande des barrages.

Les fonctions d'acquisitions des données des vannes, la majorité des fonctions de protections (quelques protections ultimes sont maintenues au plus près de l'organe), ainsi que les commandes des vannes dans chaque passe du barrage sont mises en œuvre avec un automate.

De même, la fonction de sauvegarde est réalisée avec un automate.

Ce système de commande des barrages, réalisé avec des automates programmables, vise, par des surveillances de fonctionnement croisées, à détecter les pannes ou défauts dès qu'ils surviennent, que ce soit sur les capteurs, sur les automates eux-mêmes ou sur les moyens de communications. En cas de disfonctionnement, le système de commande prévient l'exploitant « en temps réel », pour un retour à un mode opérationnel rapide.

Enfin, l'interface entre l'exploitant et le système de commande du barrage est également numérisée, avec une meilleure présentation des données d'exploitation, ainsi que la possibilité de commander les organes par des consignes.

La numérisation du contrôle-commande des vannes ouvre également des perspectives pour affiner les processus de surveillance et envisager du monitoring afin de détecter des précurseurs de pannes, permettant d'agir via une maintenance préventive avant la survenue de pannes et ainsi, de gagner en fiabilité globale.

5. AVEC LE PASSAGE AU NUMERIQUE, UNE LOGIQUE DE REFERENTIEL

Dans un contexte de passage au numérique, la mise en œuvre des logiciels et des paramètres des automates est essentielle en veillant à la qualité du programme, tout au long du cycle de vie des automates.

Pour cela, EDF Hydro a construit un référentiel sur la base de palier technique, qui correspond à un « Ensemble Cohérent » (EC). Cet « EC » couvre à la fois des principes de conception, des éléments d'architecture, mais aussi des « modules » de codes automates, qui viennent s'assembler pour réaliser les programmes. Cette logique de référentiel permet une amélioration continue, capitalisant sur le retour d'expérience pour améliorer les architectures, les schémas électriques et les codes automates.

La logique de palier technique cohérent permet également aux acteurs de la maintenance de disposer de solutions homogènes d'un site à l'autre.

6. LE NUMERIQUE AU CŒUR DU CONTROLE COMMANDE DES BARRAGES

Compte tenu des évolutions de contexte observé, EDF Hydro intègre les apports du numérique dans la conception de ses contrôles commandes de barrage afin de :

- Détecter les éventuels pannes et dysfonctionnements au plus tôt, et ainsi améliorer la fiabilité du système,
- S'adapter aux évolutions du contexte technique,
- Améliorer les interfaces « hommes-machine »,
- Répondre aux attentes fonctionnelles dans un contexte de digitalisation des outils du quotidien.