
Les barrages mobiles

Évolution technologique et automatisation

Gated weirs : technological developments and automation

P. Morand

Adjoint au Directeur de l'Exploitation
et des Services Électromécanique de la Compagnie Nationale du Rhône

La mise en service, au cours de l'année 1980 de l'aménagement de Vaugris, achève la liaison navigable à grand gabarit entre Lyon et la Méditerranée.

Sur 310 km, cette voie navigable comprend douze aménagements en cascade équipés chacun d'un barrage mobile, d'une écluse de 195 m par 12 m et d'installations de production d'énergie qui, au total, avec une puissance installée de 2 130 MW, assurent une production annuelle de 12,6 TWh.

A l'exception de Vaugris, où les trois ouvrages : écluse, centrale hydroélectrique et barrage sont en ligne, les autres aménagements se composent tous d'un barrage mobile sur le Rhône servant d'ouvrage de décharge et de sécurité pour les crues, d'un canal de dérivation sur lequel sont implantées la centrale hydroélectrique et l'écluse.

Chaque aménagement représente un tronçon aménagé de 15 à 30 km et une dénivellation pouvant varier entre 7 m et 24 m.

Les débits moyens varient entre 500 m³/s à Lyon et 1 500 m³/s dans le dernier aménagement et les crues maximales peuvent atteindre 7 000 m³/s à Pierre Benite et 14 000 m³/s à Beaucaire.

Mode d'exploitation

En ce qui concerne la gestion des débits, l'ensemble des 12 aménagements fonctionne de façon entièrement automatique :

— chaque site est piloté de façon autonome par un petit ordinateur en fonction des caractéristiques propres de l'aménagement :

- comportement hydraulique des retenues ;
- consignes diverses de niveau en fonction des débits ;
- nombre et nature des organes contrôlant le débit (groupe ou vannes des barrages).

— un poste de surveillance hydraulique installé à Chateauneuf-du-Rhône, seul endroit où un personnel de quart est présent 24 h sur 24, reçoit des informations synthétiques de chaque aménagement et peut, notamment pour les périodes où les débits sont inférieurs aux débits d'équipement énergétique, envoyer à chaque aménagement des ordres globaux par exemple des programmes de modulation de puissance à certaines heures de la journée ;

— dans chaque aménagement, chaque organe est protégé par un dispositif de sécurité intrinsèque contre des ordres de manœuvres manifestement erronées, provenant du dispositif automatisé.

Les barrages du Rhône

Ces barrages qui assurent la sécurité des ouvrages en période de crues, et lors des incidents survenus aux usines, sont tous des barrages mobiles.

Caractéristiques

Ils comprennent généralement 6 passes, sauf pour les trois aménagements aval où l'importance des crues a conduit à un équipement à 8 passes.

Les largeurs des passes varient de 20 m à 26 m, la hauteur des vannes qui les équipent pouvant aller de 8 m à 14,50 m.

Les vannes de ces barrages sont le plus souvent des vannes segment actionnées par des treuils à chaîne. Certaines de ces vannes, en général 3 à 4 par barrage, sont pourvues de volets de surface à commande hydraulique.

Le barrage de Pierre Benite, ainsi que trois aménagements déjà anciens du tiers central : Montelimar, Beau-

chastel et Logis-Neuf, sont néanmoins équipés de vannes levantes à crochet.

Diverses raisons, à la fois économiques pour le matériel électromécanique et le génie civil, et un souci de recherche esthétique jouant notamment sur le dimensionnement des piles (épaisseur et hauteur), ont fait que ce type de vannes n'est plus utilisé dans les derniers aménagements.

C'est ainsi que les aménagements du haut Rhône en cours d'équipement, Chautagne et Belley, seront équipés de vannes segment à articulation aval. Il faut noter que pour le prochain aménagement de Bregnier-Cordon, la Compagnie installera des vannes-segment à articulation amont.

Mode de fonctionnement des barrages

L'automatisation de la conduite des aménagements par calculateur n'a pas introduit sur le Rhône des évolutions technologiques importantes; en effet, pour les aménagements les plus anciens où l'automatisation est intervenue plusieurs années après leur mise en service, leur fonctionnement même en exploitation manuelle se faisait déjà par télécommande depuis la centrale sans aucun personnel présent au barrage.

Les alimentations en énergie étaient donc déjà conçues pour être entièrement autonomes et comprenaient en général deux sources d'alimentation indépendantes: une source provenant du réseau EDF de distribution et une source provenant de la centrale permutaient automatiquement en cas de manque de tension.

Elles étaient elles-mêmes secourues par un groupe électrogène à démarrage automatique si leur défaillance était simultanée.

Les défaillances d'organes, les refus d'obéissance aux ordres étaient également détectés et renvoyés à la centrale par des télétransmissions auto-surveillées.

Les sécurités externes – le chien de garde du barrage

Si l'on peut, très globalement, considérer que le calculateur s'est substitué en ce qui concerne les ordres de manœuvres envoyés depuis l'usine aux organes du barrage, au personnel d'exploitation, le souci d'assurer la sécurité publique des riverains et des usagers du Rhône a conduit à installer au barrage des dispositifs de sécurité nouveaux, totalement indépendants des systèmes automatisés et des télétransmissions.

Ils sont basés sur la mesure et la détection des niveaux anormaux.

Toutes les erreurs de programmation, toutes les dégradations dans le logiciel ou le matériel conduiront à des actions anormales sur les organes contrôlant les débits (barrage ou usine), donc auront des répercussions sur les niveaux.

Dans un premier temps, le dispositif de sécurité va se contenter d'inhiber les ordres, en provenance du calculateur de la centrale, qui risquent d'aggraver encore cette anomalie de niveau: par exemple on interdira de nouveaux ordres d'ouverture des vannes alors qu'une baisse anormale de niveau est détectée. Simultanément, le personnel d'astreinte sera alerté.

Dans un deuxième temps, si les anomalies de niveaux deviennent plus importantes, le "*chien de garde*" placé au barrage agira directement sur les vannes.

Le fonctionnement du chien de garde est basé sur les *mesures locales* de niveaux au barrage tout à fait indépendantes des mesures de niveaux servant à la conduite de l'aménagement.

Son action sur les organes à commander sera locale, avec des liaisons aussi courtes et aussi sûres que possible, pour avoir une sécurité de fonctionnement très importante. Comme pour les sécurités externes, le chien de garde inhibera les ordres erronés du calculateur (qui ne se replie que sous l'action de ses propres sécurités) et assurera également l'appel du personnel d'astreinte.

Conclusion

Après quelques années d'exploitation, l'expérience de fonctionnement des aménagements du Rhône a confirmé la confiance que l'on pouvait avoir dans l'automatisme. Aucun incident important ne s'est produit, et le matériel a pu être testé pour des débits ayant quelquefois atteint ceux des crues décennales.

Toutefois, il est important de noter que la régulation précise des plans d'eau dans ces aménagements à gros débits, soumis aux perturbations et aux ondes engendrées par les manœuvres programmées (éclusées énergétiques par exemple), aléatoires (fonctionnement des écluses à bateau) ou accidentelles (déclenchement des groupes), et dont les consignes sont obligatoirement complexes et contraignantes (consignes d'étiage, consignes de débits "normaux" au fil de l'eau ou en écluses énergétiques, consignes de déversement, consignes de crues, avec toutes leurs modalités de raccordement) ne peut être assurée sans la connaissance d'un nombre important de niveaux et de débits captés souvent loin des ouvrages commandés, exigeant un réseau de mesures hydrauliques fiable, redondant, raccordé par un réseau de transmission qui doit rester très sûr malgré son étendue. La gestion de ces mesures, leur traitement propre (lissage, vraisemblance, etc. . .), leur utilisation dans une loi de régulation dont le vecteur d'état comporte de nombreuses coordonnées, l'élaboration des décisions, puis la gestion des organes commandés par ces décisions selon des lois qui, de nouveau, sont propres à chacun de ceux-ci (ouvertures des vannes et clapets de barrage convenablement réparties, ouvertures progressives d'alerte, optimisation du nombre de groupes à l'usine et répartition inter-groupes, usage du déversoir de corps flottants, parfois commande d'un ou plusieurs groupes de pied de barrage turbinant le débit réservé, etc.) ne peut être réalisée complètement que par un calculateur en temps réel qui reste de capacité modeste en mémoire, mais assez performant en calcul, et qui doit être en outre particulièrement fiable.

Un automate plus frustré, basé sur des mesures locales de niveau et agissant directement sur les vannes (comme le chien de garde) ne permettrait pas un fonctionnement sans instabilité, surtout lorsque toute une série d'aménagements est installée en cascade.