Les écluses d'une voie à grand gabarit : le Rhône

Locks on the wide-gauge Rhone waterway

R. Pinatel

Compagnie Nationale du Rhône

L'aménagement du Rhône de Lyon à la Mer Méditerranée est un exemple d'équipement d'un fleuve en voie navigable à grand gabarit. Celle-ci comporte 12 écluses dont les dimensions utiles sont les suivantes :

- largeur : 12,00 m ;
- longueur : 195,00 m ;
- mouillage minimal : 3,00 m ;
- hauteur libre sous les franchissements de la tête aval : 7,00 m.

Elle permettent le passage de convois poussés (2 barges en flèche) aux normes européennes.

Dans les douze écluses construites, on rencontre deux types de systèmes d'alimentation et de vidange du sas :

- les systèmes d'alimentation par le radier ;
- les systèmes par alimentation transversale au moyen d'aqueducs larrons.

Le choix entre ces deux systèmes dépend essentiellement de la hauteur de chute, la limite pouvant se situer aux alentours de 12 mètres.

On examine ci-après, pour chaque système quelques aspects particuliers d'évolution dans le domaine constructif et les choix qui peuvent se présenter. On évoque également les nouvelles dispositions des organes de bouchure et de sécurité.

Systèmes d'alimentation par le fond

Ces systèmes d'alimentation ont été utilisés, suivant plusieurs variantes, pour neuf écluses parmi les douze qui équipent le Rhône, en particulier pour les plus anciennes d'entre elles.

La hauteur de chute étant importante (supérieure à 12 m) et le temps de remplissage du sas devant rester en-dessous de certaines limites bien définies, il est indispensable que la dissipation d'énergie, au moment de l'injec-

tion du débit dans le sas, se fasse dans les meilleures conditions possibles. Il convient en effet d'assurer le confort de l'usager et de maintenir les efforts qui se développent dans les amarres à l'intérieur de limites raisonnables.

Schéma d'alimentation

Ce type d'alimentation (voir Fig.1) comporte un réseau complexe d'aqueducs dont le tracé permet une injection homogène de l'eau dans le sas par l'intermédiaire d'orifices débouchant dans le radier à intervalles réguliers.

Le principe de fonctionnement consiste à rendre sensiblement équivalents les temps de parcours de l'eau entre le point d'alimentation origine et chaque orifice, et ceci en jouant sur les distances et les pertes de charge singu-

Figure 1. — Système d'alimentation par le fond du sas. Tracé des aqueducs.

Figure 4 — Alimentation par le radier. Simplifications apportées aux formes de la partie supérieure du radier (fentes parallèles).

sitions qui permettent de réduire fortement les turbulences lors du remplissage ne laissent toutefois que très peu de place disponible pour le passage des armatures principales.

C'est pourquoi, tout en gardant le principe de l'utilisation du radier sur toute son épaisseur pour la transmission des efforts d'un bajoyer à l'autre, il a été apporté quelques simplifications aux formes et positions des orifices de communication. Comme on peut le voir sur la figure 4, les trous circulaires sont remplacés par des fentes étroites délimitant des zones actives beaucoup plus importantes que dans le cas précédent, apportant ainsi plus d'aisance pour le ferrailage, même si c'est au prix d'une légère baisse de la qualité de l'alimentation.

Les deux types de solutions qui viennent d'être évoqués tendent à réduire la profondeur des fondations, mais ils entraînent, en contre partie, une réalisation complexe du ferrailage dont la définition et la mise en œuvre s'avèrent particulièrement délicates.

Pour échapper à ce genre de difficultés, une autre méthode est utilisée qui consiste à séparer la partie du radier strictement réservée à l'alimentation de celle qui doit assurer la transmission des efforts d'un bajoyer à l'autre. C'est le cas de l'ouvrage qui est représenté sur la figure 5 ; les deux fonctions sont complètement dissociées. Les formes des orifices et des aqueducs peuvent alors être définies beaucoup plus librement sans tenir compte des contraintes purement constructives.

En définitive, pour choisir la solution la plus appropriée dans une situation donnée, il convient d'analyser avec précision :

- l'incidence financière d'un ferrailage complexe ;
- le coût d'un approfondissement ;
- les contraintes apportées par des formes plus ou moins tourmentées.

Figure 5 — Alimentation par le radier. Séparation du radier en deux zones, l'une réservée à la transmission des efforts, l'autre réservée à l'alimentation du sas.

Il s'agit donc d'un compromis financier qui dépend avant tout des conditions locales ainsi que des prix unitaires que l'on peut appliquer aux divers constituants de l'ouvrage.

Systèmes d'alimentation par aqueducs larrons

Pour les hauteurs de chute plus faibles, ne dépassant pas 12 mètres environ, le système très élaboré d'alimentation par le radier ne se justifie absolument plus, et il est alors possible d'assurer à un moindre coût le remplissage du sas au moyen de galeries logées dans la base des bajoyers et mises en communication avec le sas par l'intermédiaire d'orifices horizontaux ou aqueducs larrons.

Compte tenu de la plus grande simplicité du circuit d'alimentation, la montée du plan d'eau dans le sas peut se réaliser dans des conditions plus ou moins acceptables et il convient alors d'examiner avec beaucoup de soin l'incidence que peut avoir l'implantation des blocs d'alimentation et de vidange sur la qualité des échanges.

En ce qui concerne le bloc de vidange, il faut noter que lors du fonctionnement des vannes correspondantes, l'énergie se dissipe en-dehors du sas et qu'une dissymétrie même accentuée du circuit hydraulique n'a que peu de répercussion sur la surface du plan d'eau. Il est donc nécessaire de se référer à d'autres critères pour choisir l'implantation du bloc de vidange. Même si dans certains cas, une position centrale a pu être adoptée, il apparaît qu'en général une implantation à l'extrémité du sas, près de la tête aval, conduit aux dispositions constructives les plus simples.

Par contre, pour le bloc d'alimentation, le choix de son emplacement est beaucoup plus délicat puisque de

Figure 6 — Aliméntation latérale. Blocs d'alimentation et de vidange disposés près de la tête aval.

ce dernier dépendront en grande partie les performances du remplissage. On peut le concevoir à l'aval du sas, réuni dans une même enceinte avec le bloc de vidange ou bien, au contraire, dans une position centrale symétriquement placé par rapport au sas.

On peut être tenté en effet de pousser aussi loin que possible la simplification qu'apporte déjà l'adoption d'une alimentation par aqueducs larrons. Pour y parvenir, il suffit de placer les deux dispositifs d'alimentation et de vidange l'un près de l'autre à l'aval du sas. Cette disposition que l'on peut voir sur la figure 6 apporte de nombreux avantages d'ordre constructif dont les principaux sont les suivants :

- les superstructures nécessaires pour contenir les deux systèmes réunis dans une même chambre sont moins importantes que s'ils étaient séparés ;
- les deux ensembles de vannes et batardeaux peuvent être desservis par un même pont roulant à l'intérieur d'un local unique ;
- enfin et surtout, les deux bajoyers sont uniformes sur toute la longueur de l'écluse, la construction de celle-ci étant rendue beaucoup plus régulière. L'entreprise, chargée de la construction a la possibilité ainsi, de définir une meilleure programmation des travaux, et de répercuter cette simplification sur le niveau de ses prix.

L'ensemble de ces dispositions entraîne en définitive une économie non négligeable. Par contre, il est difficile d'espérer une amélioration de la dissymétrie de remplissage et on ne peut éviter une certaine agitation du plan d'eau lors de sa montée dans le sas avec, pour conséquence, des efforts importants sur les amarres des bateaux. Il a toutefois été vérifié que ces efforts pouvaient rester dans des limites raisonnables même si le confort proprement dit de l'utilisateur n'était pas toujours satisfaisant, à condition d'admettre toutefois un temps de remplissage légèrement plus long.

Figure 7 — Aliméntation latérale. Bloc d'alimentation disposé au centre du sas, le bloc de vidange étant près de la tête aval.

Si l'on juge, par contre, que lors de la montée du plan d'eau, un certain seuil d'agitation ne peut être dépassé, il faut alors impérativement revenir à une position centrale pour le bloc d'alimentation de manière à maintenir une symétrie (Fig. 7). Les deux moitiés amont et aval du sas sont alors alimentées de manière tout à fait analogue. On peut même dans ce cas perfectionner encore la symétrie en s'efforçant d'équilibrer le remplissage du sas de part et d'autre de son axe de symétrie longitudinal par des dispositifs simples. Par exemple, un obstacle de forme appropriée, comme celui qui est représenté sur la figure 8, peut créer les pertes de charge nécessaires pour que les aqueducs rive droite et rive gauche soient alimentés de manière analogue. On obtient ainsi une montée homogène du plan d'eau, les quatre quarts du sas étant soumis aux mêmes conditions de débit. Les bateaux subissent alors des efforts plus faibles que dans le cas précédent.

En contrepartie de ce confort amélioré, le bloc d'alimentation crée une excroissance sur les bajoyers au centre de l'écluse et rompt la régularité des plots courants. Cela ne va pas sans entraîner quelques sujétions au niveau de la construction et un supplément de coût.

Avant de choisir l'emplacement du bloc d'alimentation, il faut donc bien définir les conditions que l'on

Figure 8 — Aliméntation latérale. Détail du bloc d'alimentation avec l'obstacle nécessaire à l'équilibre des débits.

veut obtenir pour la montée du plan d'eau et examiner attentivement si une alimentation symétrique apporte suffisamment d'avantages en regard du coût supplémentaire qu'elle peut entraîner.

Evolution des principaux équipements mécaniques

Jusqu'à l'écluse de Saint-Vallier incluse, les têtes amont et aval sont équipées de bouchures doubles. En tête amont, la première des deux bouchures est soit une porte busquée, soit une porte plane baissante protégée devant le mur de chute par un masque en béton. La deuxième porte est du type busqué à deux vantaux ; elle peut jouer le rôle de batardeau vis-à-vis de la première. Les deux portes sont protégées des bateaux avalants par un dispositif de sécurité à chaîne capable d'une énergie de 1 mégajoule. Tous ces organes peuvent être réparés ou entretenus à sec moyennant la mise en place d'un jeu de batardeaux descendus à cet effet dans

une rainure implantée à l'extrémité amont du plot. La tête aval est équipée d'une première porte de type busqué à deux vantaux et d'une autre porte busquée, levante ou coulissante, l'ensemble étant protégé par un pare-chocs capable d'une énergie de 0,1 mégajoule.

Une évolution importante apparaît pour les écluses construites postérieurement. En premier lieu, on a réduit les bouchures à une seule porte coulissante à l'amont comme à l'aval. Ces portes peuvent être réparées à l'intérieur de leur garage respectif et un jeu de tabliers banalisés permet d'effectuer les grosses interventions sur toutes les portes du même type. Cette modification des bouchures a entraîné de substantielles économies de génie civil, économies qui découlent d'une réduction de longueur du sas de plusieurs mètres par rapport à la solution double porte dont l'une au moins est busquée. Quelques années d'exploitation ont montré que cette simplification ne présente pas d'inconvénients majeurs. En second lieu, on a vu augmenter la capacité des pare-chocs jusqu'à la valeur de 3,75 mégajoules afin de garder les mêmes sécurités vis-à-vis de la circulation des grands convois poussés ou des unités de fort tonnage.