

Les déversoirs retenus dans le projet « Isère Amont » : fonctionnalités, dimensionnement, dispositions constructives

The spillways implemented in the « Isère Amont » project : functionalities, design, construction dispositions

O. Manin¹, D. Milleret², JF. Frézet³, L. Boutonnier⁴

¹Symbhi (Syndicat Mixte des Bassins Hydrauliques de l'Isère), Grenoble, o.manin@cg38.fr

²Territoires 38, Grenoble, dominique.milleret@groupe38.fr

³Egis Géotechnique (ex Egis Eau), Seyssins, jean-francois.frezet@egis.fr

⁴Egis Géotechnique, Seyssins, luc.boutonnier@egis.fr

Résumé

Le projet « Isère Amont » est basé sur le ralentissement dynamique des crues de l'Isère et a pour but de protéger les zones urbanisées inondables entre Pontcharra et Grenoble (Isère) contre une crue bicentennale de l'Isère. Les travaux de ce projet de 112 millions d'euros HT ont démarré en 2012.

Le projet est basé sur les principes suivants : tous les écoulements au-delà de la crue trentennale sont stockés en arrière des digues dans 16 zones d'expansion de crue nommées « champs d'inondation contrôlée », ou « CIC », sur 3 400 ha. Ces zones sont optimisées pour un stockage moyen de 1 à 2 m d'eau en crue bicentennale. Elles vont permettre de réguler le débit de l'Isère qui passera de 1 900 m³/s à Pontcharra à 1 200 m³/s à Grenoble.

Différents types de déversoirs vont être réalisés au sein de l'endiguement existant, sur les 50 km de rivière :

- Des déversoirs d'alimentation pour mettre en eau le lit majeur ;
- Des déversoirs de communication entre CIC, pour recréer un écoulement en lit majeur et optimiser le stockage ;
- Des déversoirs de sécurité, prévus sur chaque grand tronçon de digue et notamment face aux zones urbanisées, afin d'éviter toute rupture incontrôlée des digues en cas de crue supérieure à la crue bicentennale, assurer la sécurité des ouvrages, et alerter les populations.

Ces ouvrages, de 35 à 450 m de long, réalisés en gabion, évacueront des débits linéaires compris entre 0,1 et 3 m³/s/ml de déversoir environ. Bien qu'ils soient classiques de par leur conception, toutes les techniques de l'art actuelles ont été employées et des adaptations techniques ont été conçues au fur et à mesure, pour favoriser l'acceptabilité sociale de ces ouvrages.

Abstract

The « Isère Amont » project is based on the implementation of « expanding flood areas » all along the 50 km long Isère valley and allows to protect all the urbanized areas from a bicentennial flood, from Pontcharra to Grenoble. 112 million euros of works began in the early 2012.

The flows, over the 30-year return period flood, are stored in 16 expanding flood areas representing 3 400 ha, named «CIC». These areas are maximized to store between 1 and 2 meter of water stage of the bicentennial flood. They enable to regulate the Isère high flow, which will pass from 1900 m³/s in Pontcharra to 1 200 m³/s in Grenoble.

Different sorts of spillways will be implemented on the existing levees :

- Supply spillways, which permits water to enter in the overbank ;
- Communication spillways between CIC, to create a flow between the expanding flood areas, and to optimize the storage ;
- Safety spillways, on each levee section and in front of urbanized areas, to avoid the creation of breaches if the flow exceeds the bicentennial flood, to ensure the safety of the hydraulic works, and to alert the inhabitants.

The spillways are 35 to 450 meters long, and they are built with «gabions». They flush flows between 0,1 and 3 m³/s/ml. Their design is quite conventional but many technical rules have been used to settle them. These works have been fitted during all the dialogue to make them accepted by all the inhabitants.

Introduction

Le projet « Isère Amont » (cf. Figure 1), porté par le Symbhi (et Territoires 38 comme mandataire) et dont le maître d'œuvre est le groupement Egis Géotechnique – Egis Eau – Hydrétudes / Gen Tereo, est basé sur le ralentissement

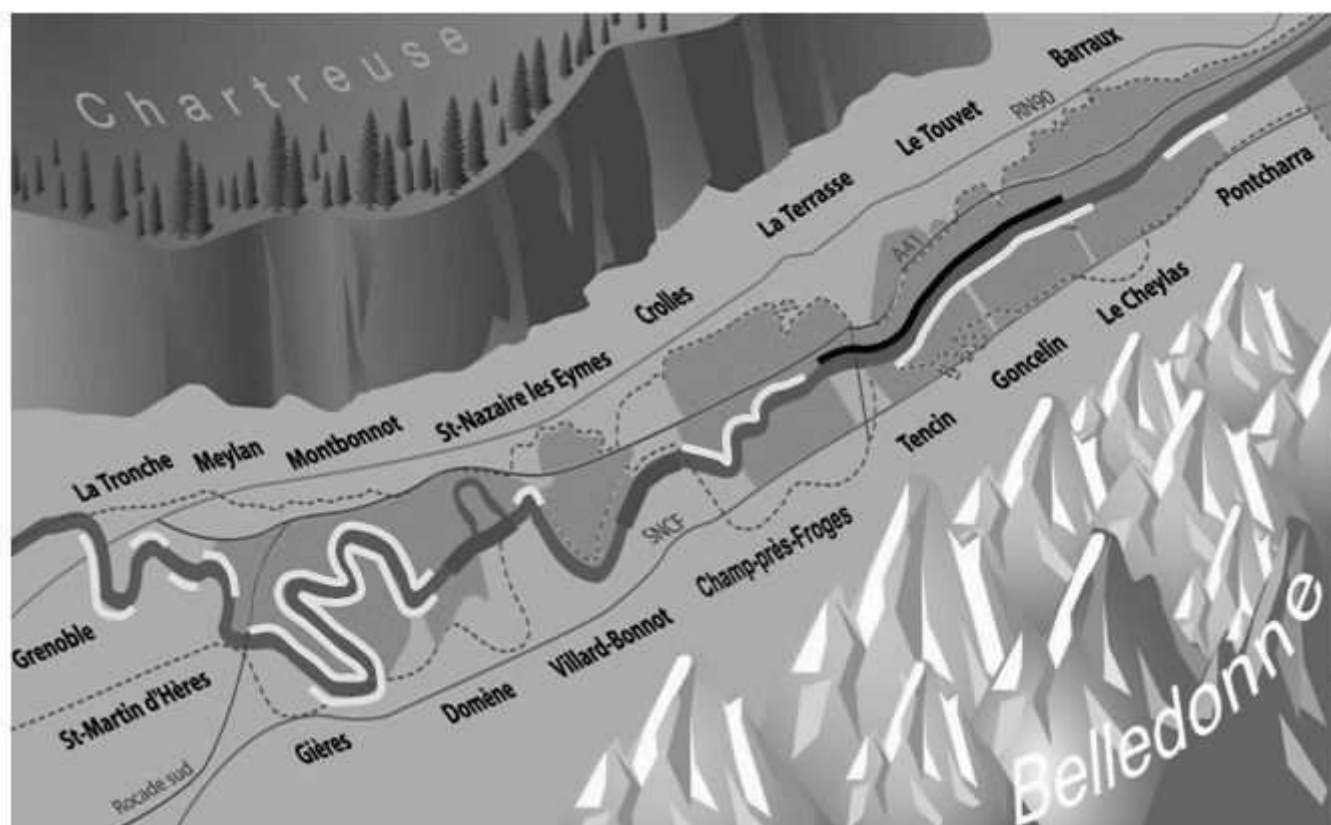


FIGURE 1 : LE PROJET ISERE AMONT

dynamique des crues de l'Isère et a pour but de protéger les zones urbanisées et urbanisables entre Pontcharra et Grenoble (Isère) contre une crue bicentennale de l'Isère. Ce projet représente un investissement de 112 millions d'euros HT, dont une première tranche de travaux de 52 millions d'euros HT qui a commencé début 2012 pour 5 années.

Ces travaux permettront également de mettre en valeur les milieux naturels de la vallée, et de participer au développement des loisirs liés aux berges de la rivière. Sur le plan hydraulique, au-delà de l'arasement des bancs, du curage des matériaux et du confortement des digues, le projet est basé sur les principes suivants : tous les écoulements au-delà de la crue trentennale sont stockés en arrière des digues dans 16 zones d'expansion de crue dites « champs d'inondation contrôlée » sur 3 400 ha. Ces zones sont optimisées pour un stockage moyen de 1 à 2 m d'eau en crue bicentennale. Elles vont permettre de réguler le débit de l'Isère qui passera de 1 900 m³/s à Pontcharra à 1 200 m³/s à Grenoble.

Différents types de déversoirs vont donc être réalisés au sein de l'endiguement existant, sur les 50 km de rivière :

- Des déversoirs d'alimentation des champs d'inondation contrôlée ;
- Des déversoirs de communication entre champs d'inondation contrôlée ;
- Des déversoirs de sécurité.

La communication propose d'exposer les caractéristiques retenues pour ces ouvrages.

Objectif de l'aménagement

Le ralentissement dynamique dans les Champs d'Inondation Contrôlée (CIC)

L'objet de l'aménagement est le ralentissement dynamique des crues de l'Isère entre Pontcharra et Grenoble. Il s'agit de réduire la pointe de la crue bicentennale après aménagement à

un niveau proche de la crue trentennale actuelle dans la traversée de Grenoble et des 13 autres communes de la vallée qui ont des zones urbanisées ou urbanisables inondables au Plan de Prévention du Risque Inondation en vigueur. Le projet, tel que mis au point par le Symbhi, lors de phase d'Avant-Projet [3], prévoit que plus de 40 % des 1 900 m³/s d'une crue bicentennale arrivant à Pontcharra sera dérivé vers le lit majeur via les 16 Champs d'Inondation Contrôlée (CIC) répartis sur les 50 km entre Pontcharra et Grenoble (cf. Figure 2). Ces CIC peuvent être dans certains cas partiellement ou totalement alimentés en cascade depuis l'amont par d'autres CIC.

La grande majorité de cet écoulement organisé en lit majeur ne participera ainsi plus à la pointe de la crue compte tenu du ralentissement dynamique.

Il est à noter que les terrains situés dans les CIC conserveront leur propriété et leur vocation actuelles : un protocole d'indemnisation a été signé avec les représentants du monde agricole pour définir les modalités de réalisation des travaux et d'indemnisation en cas de crue.

Le redécoupage de la zone inondable historique

Les zones habitées concernées par les inondations historiques sont réparties tout au long de la vallée, elles ont vocation à être protégées par les aménagements prévus : il a donc été nécessaire de concevoir dans certaines situations particulières des digues de second rang.

De même, l'optimisation du stockage dynamique de l'écoulement volontaire dans le lit majeur a conduit à la création de digues transversales.

Ces endiguements en lit majeur, regroupés sous le nom de merlons de cantonnement, permettent de redécouper la vallée et de définir clairement les contours de la zone protégée.

Il convient de rappeler que la protection directe contre les crues de l'Isère est assurée soit par les merlons de cantonnement au droit des CIC, soit directement par les digues du lit mineur qui sont également réhabilités dans le cadre de ce projet. Le linéaire d'endiguement en lit mineur participant directement à la protection des zones à enjeux est cependant fortement réduit par rapport à l'état actuel, et ne concernera plus que que Pontcharra, Barraux, Frogès, Domène, et Gières, Saint Martin d'hères, La Tronche, Grenoble.

Les crues de référence

Trois niveaux de crue remarquables sont considérés dans le cadre du projet :

- Crue trentennale : jusqu' à cette occurrence toute la vallée est protégée contre les inondations de l'Isère qui reste cantonnée entre ses digues. Au-delà de cette crue, l'inondation contrôlée débute.
- Crue bicentennale : c'est la crue historique de référence pour laquelle la protection des zones habitées est assurée.
- Crue cinqcentennale : c'est la crue de sécurité pour

laquelle on vérifie que le système d'endiguement ne génère pas de risque supplémentaire.

Les types de déversoirs

Les déversoirs d'alimentation et de communication en lit majeur sont définis, implantés et dimensionnés compte tenu des objectifs de performance hydraulique.

Les déversoirs de sécurité répondent à une logique différente de sécurisation des ouvrages.

Au final on a une très grande diversité au sein de chaque famille, avec des sens de fonctionnement différents selon les ouvrages et parfois différents au cours d'un même événement pour un même ouvrage.

On recense donc 44 déversoirs (cf. Tableau 1) pour un linéaire total de surverse d'un peu plus de 4 km, le plus grand ouvrage ayant un linéaire de 450 m.

TABLEAU 1: LES SURVERSES DU PROJET ISERE AMONT

	Nombre
Vannes d'alimentation	4
Déversoirs d'alimentation	14
<i>dont communication entre CIC</i>	4
Déversoirs de sécurité	25
<i>dont déversoir entre CIC et zone protégée</i>	6
Autres déversoirs	1

Ces ouvrages neufs viennent compléter deux déversoirs de sécurité déjà en place sur les digues dans l'agglomération (Domaine Universitaire de Saint Martin d'Hères, Plaine des Sports de Gières).

Un CIC est typiquement équipé comme suit :

- Une surverse d'alimentation côté amont (ou de sécurité pour les CIC placés en cascade) ;
- Une surverse de sécurité côté aval fonctionnant généralement dans le sens CIC vers l'Isère ;
- Une surverse de sécurité vers les zones habitées protégées par l'aménagement global.

Le fonctionnement du système

Le fonctionnement global est rappelé sur la Figure 2.

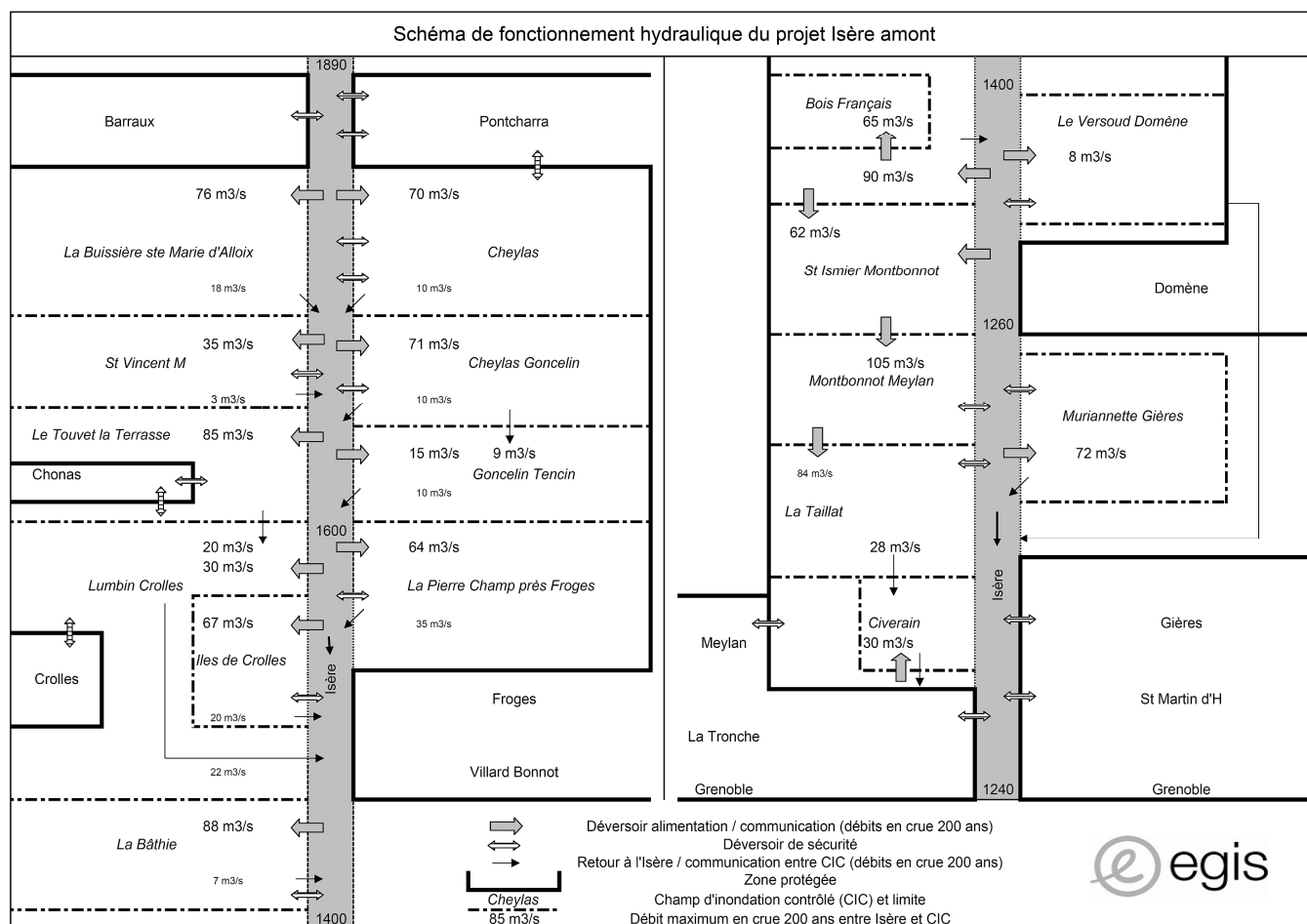


FIGURE 2 : SCHEMA DE FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU PROJET ISERE AMONT

Les déversoirs d'alimentation

Ces déversoirs assurent l'alimentation à partir du niveau de la crue trentennale de l'Isère vers les Champs d'Inondation contrôlée (CIC). Les ordres de grandeur des débits admis dans les CIC sont rappelés sur la Figure 2.

Le fonctionnement de ces déversoirs est progressif avec d'une manière générale au fur et à mesure que le débit dans l'Isère augmente, une diminution de la différence de charge entre l'amont (lit mineur) et l'aval (lit majeur). Ainsi à la charge hydraulique maximale (débit linéique maximal) la hauteur de chute sur le coursier n'est pas maximale. Ce fonctionnement est détaillé en Figure 3.

Les déversoirs de communication

Ces déversoirs sont implantés entre 2 CIC placés en cascade. Le principe de fonctionnement est identique aux surverses d'alimentation. La différence provient de l'occurrence de sollicitation. Il est en effet nécessaire d'obtenir un remplissage du CIC amont avant de pouvoir alimenter le CIC aval par la surverse. Cela correspond à un fonctionnement pour des crues de période de retour 50 à 100 ans.

Les déversoirs de sécurité

Ces déversoirs fonctionnent au-delà de la crue bi-centennale. Les déversoirs d'alimentation font office d'ouvrage de sécurité au-delà de la crue bi-centennale.

L'implantation de ces ouvrages a été définie pour réduire le risque de rupture de digue au-delà de la crue bi-centennale en permettant une décharge progressive de l'Isère en crue. De par l'écoulement d'une lame mince d'eau au-delà de la crue bicentennale, ces ouvrages ont aussi pour vocation de donner du temps pour réaliser l'évacuation.

Un système de supervision et d'alerte pour assurer la cohérence des mesures de sécurité sur les ouvrages

Les surverses d'alimentation et de sécurité s'insèrent dans un schéma global dont un élément fondamental en phase d'exploitation sera le dispositif de Supervision et d'Alerte. Ce dispositif permet de suivre l'arrivée de la crue en amont du département (depuis la confluence avec l'Arc 20 km en amont du premier CIC), et l'évolution du niveau dans les CIC au droit de chaque surverse d'alimentation.

Cela permet d'anticiper le fonctionnement des surverses de sécurité et de déclencher les mesures de mise en sécurité de

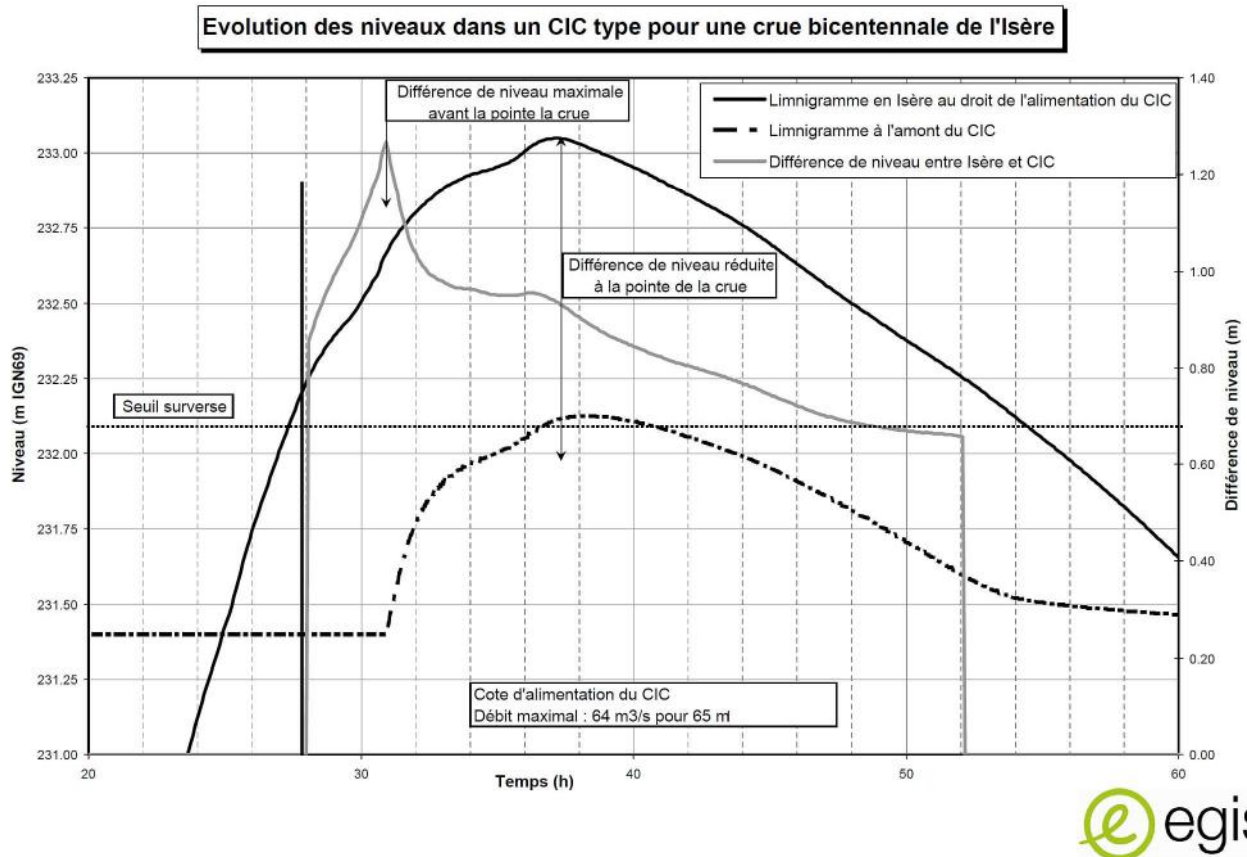


FIGURE 3: FONCTIONNEMENT TYPE D'UN DEVERSOIR D'ALIMENTATION D'UN CIC

la population.

Ce système sera également valorisé en terme d'exploitation et de maintenance par le gestionnaire des ouvrages : l'AD Isère Drac Romanche (<http://www.isere-drac-romanche.fr/>), et permettra notamment d'adapter les tournées de surveillance à l'évolution d'une crue

Le dimensionnement à l'échelle de l'ouvrage

Sollicitation hydraulique en crue

Les ouvrages sont implantés sur des digues ou merlons dont les talus sont pentés à 2H/1V de manière quasi systématique. La hauteur maximale de chute est comprise entre 0.5 et 4.0 m. Une analyse des grandeurs hydrauliques a été effectuée pour définir des familles de déversoirs et standardiser la conception.

Les débits linéaires sur les seuils, rappelés dans le Tableau 2, sont compatibles avec des structures souples en gabions.

TABLEAU 2: DEBITS LINEAIRES SUR LES SURVERSES

Débit linéique maximum Q200	1 m ³ /s/ml
Débit linéique moyen Q200	0.9 m ³ /s/ml
Débit linéique maximum Q500	2.3 m ³ /s/ml
Débit linéique moyen Q500	1 m ³ /s/ml

Pour la crue de projet, c'est-à-dire pour des déversoirs fonctionnant à partir de la crue trentennale, les lames d'eau sur le seuil des déversoirs restent majoritairement inférieures à 1 m. Pour la crue cinquantennale, la lame d'eau moyenne est en moyenne inchangée, mais il convient de faire la distinction entre la lame d'eau moyenne des surverses d'alimentation (1.3 m environ) et de surverse de sécurité (0.60 m). Ces résultats sont rappelés dans le Tableau 3.

Sur ces bases, il a été défini les structures-types suivantes :

TABLEAU 3: CHARGES HYDRAULIQUES SUR LES SURVERSES

Lame d'eau sur le seuil en crue bicentennale	
Maximale	1.09 m
Moyenne	0.79 m
Minimale	0.20 m
Lame d'eau sur le seuil en crue cinqcentennale	
Maximale	1.61 m
Moyenne	0.83 m
Minimale	0.10 m

Spécificité des surverses d'alimentation

Conformément aux demandes de la Police de l'Eau, les surverses d'alimentation sont « ajustables » dans une plage de +/- 30 cm autour de la crue trentennale pour tenir compte d'une évolution possible des fonds.

Cette contrainte a été prise en compte comme suit :

- La crête de la digue est abaissée à la cote de la crue trentennale – 30 cm.
- La longrine de tête de coursier est calée à la cote de la crue trentennale soit + 30 cm par rapport à la crête de la surverse. Cette surverse sera calculée pour être stable jusqu'à un calage à + 60 cm par rapport à la crête de la surverse. L'augmentation de la hauteur sera facilitée par la présence de fer en attente (stabox). La baisse de la crête de la surverse sera assurée par sciage de longrine.

Schéma général

Les figures 4 et 5 présentent les coupes type des ouvrages.

Dans ce schéma, et sauf exception, on rencontre dans le sens de l'écoulement :

- Une protection anti-érosive dans la zone d'entonnement (matelas gabion de 0.30 m ou gabion cage de 0.50 m selon les cas) ;
- Un cheminement de crête en dalle béton de 3 ml de largeur et 0.20 m d'épaisseur pour assurer la continuité du cheminement (usages de loisir et d'entretien) ;
- Une longrine de tête de coursier (réglable si déversoir d'alimentation, et placée côté amont). La première rangée de gabion côté coursier est fixée de manière continue à cette longrine ;
- Le coursier ;
- La fosse de dissipation en gabions.

La nature du coursier est adaptée aux sollicitations hydrauliques.

- Pour des débits linéaires inférieurs à 0.5 m³/s/ml : le coursier à 2H/1V est en gabions de 0.30 m d'épaisseur.
- Pour des débits linéaires entre 0.5 à 2 m³/s/ml : le coursier à 2H/1V ou 3H/1V est en gabions de 0.50 m d'épaisseur.
- Pour des débits linéaires supérieurs à 2 m³/s/ml : le

coursier en gradins est en gabions de 1 m d'épaisseur.

Les gabions sont recouverts de terre végétale et engazonnés. La fosse de dissipation n'est pas comblée pour limiter les risques d'affouillement sur les bajoyers du coursier en début de surverse.

Les adaptations en cours d'étude

La concertation

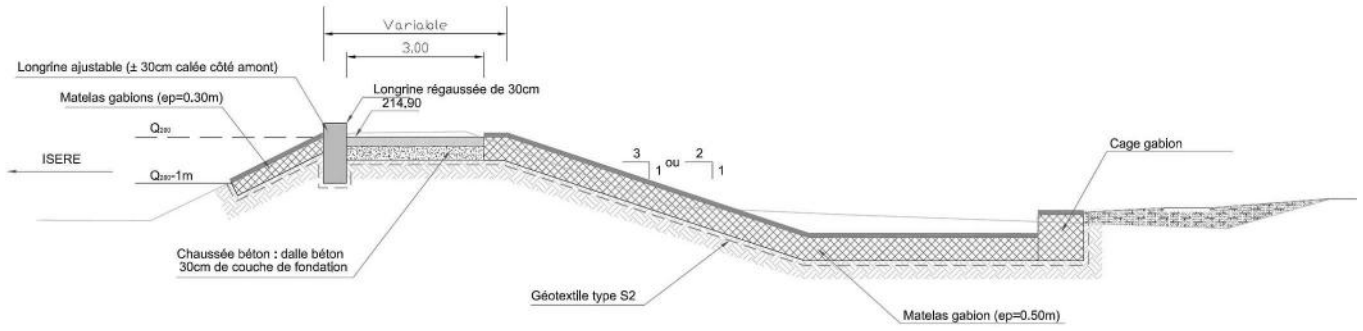
Lors de la concertation initiée lors de l'Avant-Projet et poursuivie dans les phases ultérieures, il est apparu que le positionnement de ces surverses pouvait être contradictoire avec certains objectifs environnementaux du projet. Plus spécifiquement encore les surverses d'alimentation véhiculaient des craintes sur des phénomènes d'érosion / atterrissement sur les terrains agricoles.

Les emplacements soumis à enquête publique avaient intégré ces données et privilégié l'implantation dans des zones boisées non sensibles, ou délaissées par les activités agricoles. Des déversoirs ont néanmoins été déplacés lors des études de Projet [1] pour tenir compte de demandes spécifiques (2 surverses de sécurité à Pontcharra et Meylan pour réduire les déboisements, 1 surverse d'alimentation à Saint Vincent de Mercuze initialement prévue en zone agricole).

Les optimisations du projet

Une des missions de la maîtrise d'œuvre, avant même les travaux, a été l'optimisation technique et économique d'une vingtaine de points singuliers du schéma d'aménagement d'origine [1]. Cette optimisation a donc concerné des surverses. Sans être exhaustif on peut citer :

- La transformation après déplacement d'une surverse de sécurité en surverse d'alimentation à Meylan pour réduire les hauteurs de merlon de cantonnement ;
- La remise à plat du fonctionnement hydraulique à proximité du hameau de Chonas (commune de la Terrasse) : modification du tracé du merlon de cantonnement (digue de second rang), déplacement d'une surverse de sécurité, modification du sens de fonctionnement d'une autre surverse de sécurité ;
- La remise à plat du fonctionnement au-delà de crue de projet du CIC de la Bâtie (commune de Saint Nazaire les Eymes) avec rehausse des merlons de cantonnement pour les rendre insubmersibles et concentrer la surverse sur les digues de l'Isère (niveau du CIC plus haut que celui de l'Isère).

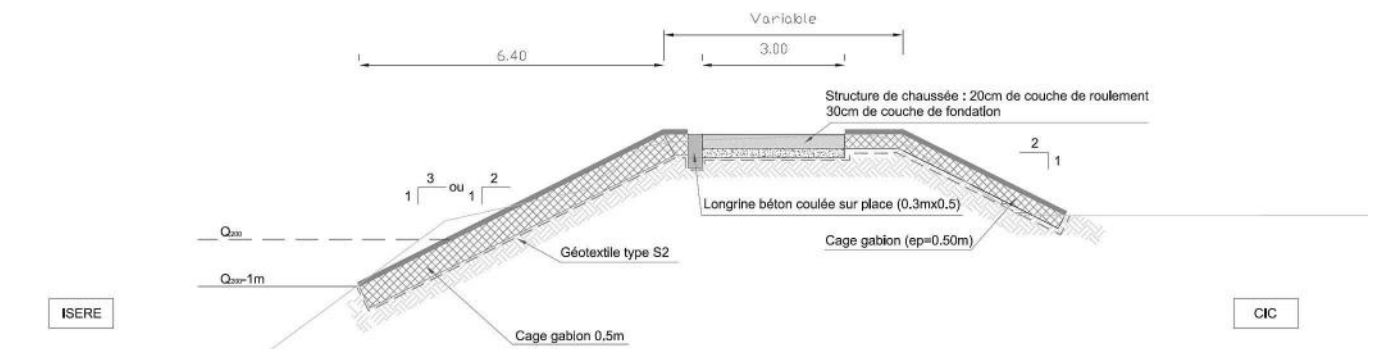


Débit linéaire : <math>< 1\text{m}^3/\text{s}/\text{ml}</math> en crue 200 ans
<math>< 2\text{m}^3/\text{s}/\text{ml}</math> en crue 500 ans

— terre végétale
percolation et recouvrement par une couche minimale de 0,10m au-dessus des cages

FIGURE 4: COUPE TYPE SURVERSE D'ALIMENTATION

← Sens de fonctionnement



— terre végétale
percolation et recouvrement par une couche minimale de 0,10m au-dessus des cages

FIGURE 5: COUPE TYPE SURVERSE DE SECURITE

Retours d'expérience pris en compte

Les retours d'expérience du maître d'œuvre et des gestionnaires de digue ont été intégrés.

Des déversoirs fixes

Les déversoirs sont fixes. Il n'y a pas de partie fusible dont le fonctionnement reste délicat [2]. Les longueurs de surverses ont été définies en conséquence. En zone aval, ce choix a conduit à prévoir des vannes clapet d'alimentation des CIC plutôt que des déversoirs fusibles.

Solidarisation des cages du coursier sur la longrine de tête

Cette zone de transition est une zone de faiblesse.

La liaison entre la première rangée de cage et la longrine qui constitue la crête du déversoir est donc continue. Elle est assurée par un dispositif qui passe dans toutes les mailles de la cage.

Conclusion

Le projet Isère Amont est un projet novateur basé sur le ralentissement dynamique des crues de l'Isère car il mobilise systématiquement toutes les zones naturelles et agricoles de la vallée du Grésivaudan pour stocker les débordements de l'Isère au-delà de la crue trentennale, le dispositif étant optimisé pour la crue bicentennale. Il constitue également un projet d'envergure de par la quantité de travaux à réaliser et son nombre d'ouvrages. 44 déversoirs sont ainsi mis en place pour l'alimentation des champs d'inondation contrôlée ou au titre d'ouvrages de sécurité au-delà de la crue bicentennale. Ces ouvrages ont fait l'objet d'études techniques détaillées pour retenir les dimensionnements et les dispositions constructives les plus adaptés. La concertation avec les services instructeurs, mais surtout avec les élus et les habitants, a enfin permis l'optimisation technique et la meilleure acceptabilité de ces ouvrages dans un environnement où la relation homme-rivière évoluera sensiblement dans les années à venir. Un retour pratique d'expérience plus complet pourra être dressé d'ici 2016 pour la première tranche, puis à la fin des travaux, à l'horizon 2025.

Remerciements

Le maître d'ouvrage remercie l'ensemble des équipes techniques ayant participé aux études de conception du projet, mais aussi tous les élus, les partenaires et les habitants qui ont participé à la concertation autour de l'élaboration du projet et qui s'est traduite par plus de 300 réunions de travail, et plus de 35 réunions publiques. Le maître d'ouvrage remercie enfin tout particulièrement Monsieur Philippe Lefort qui, par ses solides compétences techniques, a pu apporter sa grande expertise sur les propositions techniques des maîtres d'œuvre.

Mots-clés

Ralentissement dynamique de crue, déversoir, dimensionnement

Références

- [1] Egis Eau, Egis Géotechnique, Hydrétudes. *Travaux d'aménagement hydraulique, environnemental et paysager de l'Isère à l'amont de Grenoble. Maîtrise d'œuvre tranche 1. Etudes de projet.* 2009.
- [2] Royet P., Meriaux P (2004). *Les déversoirs fusibles le sont ils vraiment ? Sécurité des digues fluviales et de navigation* Actes du colloque pp. 187-199.
- [3] Sogreah, BRL Ingénierie, Gay Environnement. *Elaboration de la phase AVP du projet intégré « Isère Amont ».* 2008.