

Thème C : Remplacements et évolution des organes de vannerie des barrages

Guide des barrages gonflables : un outil pour la rénovation des barrages de navigation

Julien AUBONNET, BRL ingénierie



Colloque CFBR
Vannerie, contrôle-commande, télécom et alimentations électriques
pour des barrages plus sûrs
2 et 3 décembre 2015 – Chambéry

Barrage gonflable de Kamo, Japon © J.Aubonnet

SOMMAIRE

1. HISTORIQUE

LE BARRAGE GONFLABLE : UNE BOUCHURE MOBILE D'ORIGINE ANCIENNE
UN DEVELOPPEMENT QUI VARIE SELON LES PAYS
UN GUIDE DE RECOMMANDATIONS

2. UNE ALTERNATIVE AUX BOUCHURES USUELLES

UN VASTE CHAMP D'APPLICATION
AVANTAGES ET LIMITES DU SYSTEME

3. QUELQUES ELEMENTS TECHNOLOGIQUES

LES TYPES DE BOUCHURES ET ANCRAGES
LA MEMBRANE
LE RISQUE DE VANDALISME
LES SYSTEMES DE MANOEUVRE

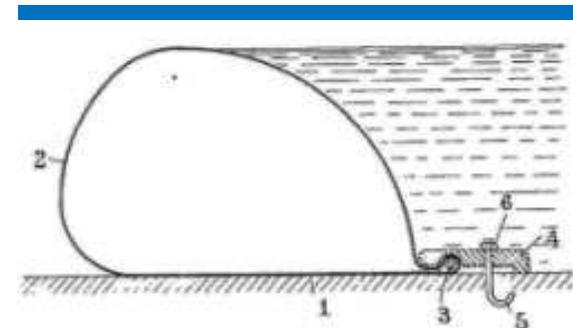
4. LE BARRAGE D'AUXONNE SUR LA SAONE

PRINCIPES DE CONCEPTION
RETOUR D'EXPERIENCE

1a. HISTORIQUE

- **Une conception qui date de l'après guerre**

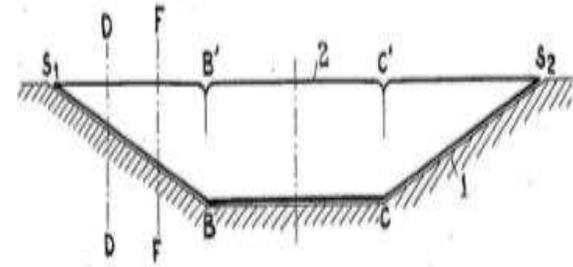
- Définition : la bouchure est une paroi souple attachée par ses deux extrémités et gonflée à l'eau ou à l'air, ancrée sur un radier.



Brevet M.Mesnager, 1947

- **Un développement variable suivant les pays**

- France : une dizaine d'ouvrages dans les années 60-70, puis une mise en sommeil jusqu'en 2010
- Japon : près de 4000 barrages installés depuis 1964 (Sumitomo, Bridgestone) et exportations
- Etats Unis : environ 300 barrages, $\frac{3}{4}$ utilisent la technologie associant vanne gonflable et volet métallique (Obermeyer)
- Allemagne : regain d'intérêt au début des années 2000, près de 80 barrages installés à ce jour (hydroélectricité, navigation)



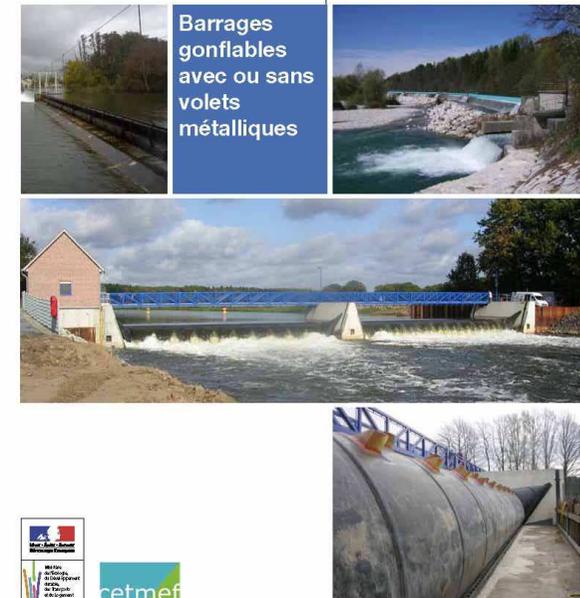
1b. LE GUIDE BARRAGES GONFLABLES

■ Une initiative portée par Voies Navigables de France (2012)

- Un nombre important de barrages à réhabiliter
- Une restriction des financements
- Un type de bouchure mobile peu connu en France



GUIDE



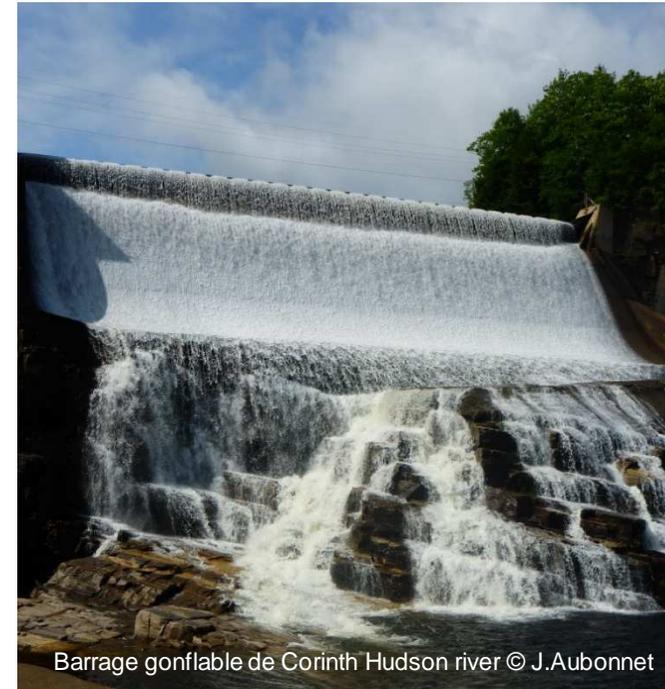
■ Des objectifs clairs

- Un guide en français accessible
- Une orientation ouvrages fluviaux
- Une description des principales technologies
- Un outil d'aide pour le suivi d'une opération

Le guide est disponible en téléchargement libre

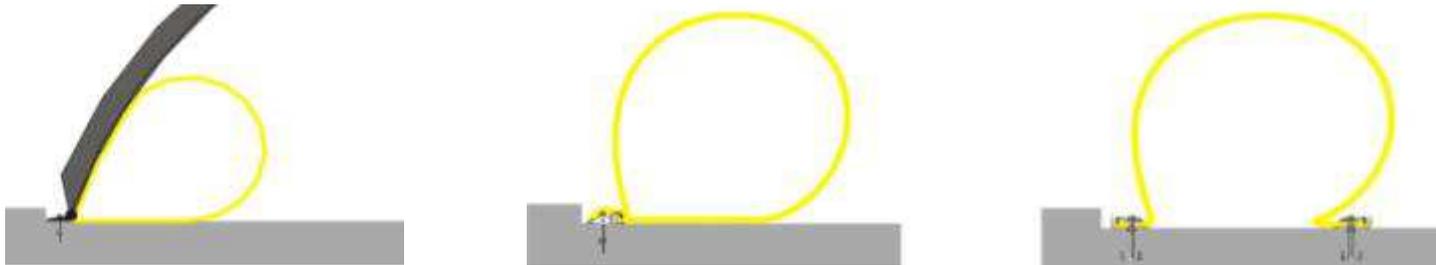
2. UNE ALTERNATIVE INTERESSANTE

- **Un vaste champ d'application**
 - Hydroélectricité, réhabilitation, stockage, irrigation, navigation, loisir,...
- **Une alternative aux autres types de bouchures**
 - Infrastructure simple
 - Mise en œuvre rapide
 - Garantie d'effacement
 - Coûts réduits d'exploitation maintenance
 - Retour d'expérience de plus de 40 ans
- **Des limites**
 - Ouvrages généralement de faible hauteur et grande longueur
 - A chaque contexte correspondent des technologies particulières
 - Savoir faire essentiellement porté par les fournisseurs



3a. DIFFERENTES TECHNOLOGIES

- **Le type de bouchure mobile et ancrages**



- **Le type de gonflage : Air , Eau, Mixte**

- Varie selon les contraintes du projet : temps de manœuvre, objectifs de régulation , fonctionnement en « tout ou rien »

- **La membrane**

- Elastomère + Polymère
- Calcul des efforts maximum
- Caractéristiques mécaniques



- **Les ancrages**

3.b RISQUE DE VANDALISME

- Essais de perforation et étanchéité (BAW)

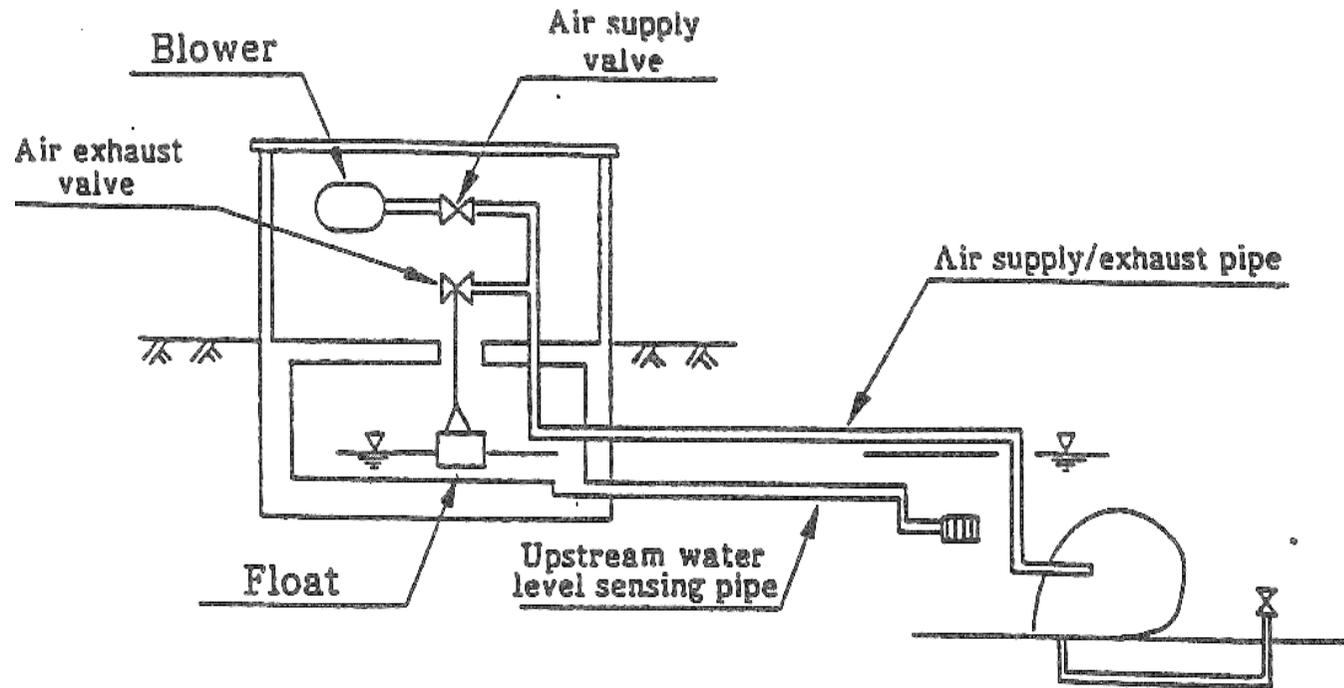
Arme utilisée	Cartouche	Calibre		Distance de tir
 Fusil olympique		.22 lr	balles 22 lr	10 m
 Arme de point		9 mm x 19	balles à tête ronde	5 m
 Winchester		7.62mm x 51	balles à tête ogivale	10 m
 Fusil air comprimé		4.5 mm	balles air comprimé	10 m

L'impact de la balle laisse une ouverture résiduelle très faible, d'un diamètre de 65 à 75% inférieur à celui du calibre utilisé.

Comportement élastique du matériau et renforcement par une maille en polymère : effets négligeable sur caractéristiques mécaniques

3.c SYSTÈME DE MANŒUVRE

- Gonflage à l'air



(© Japanese Institute ID Engineering manual for irrigation and drainage)

Ensemble constitué de pompes à air, prise et évacuation d'air, vannes,...

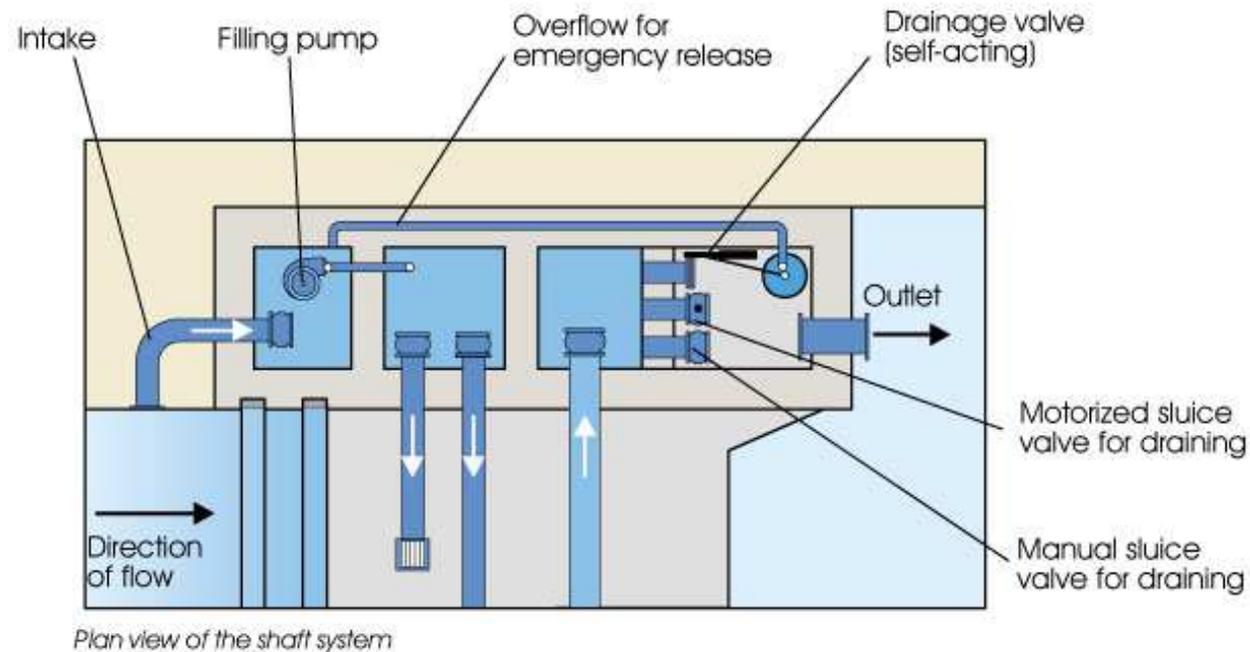
+ organes de secours puissance (groupe électrogène, batteries)

+ système de contrôle commande (sondes, automate, IHM)

+ dispositif de vidange gravitaire

3.c SYSTÈME DE MANŒUVRE

▪ Gonflage à l'eau



(© Hydroconstruct water filled rubber dams)

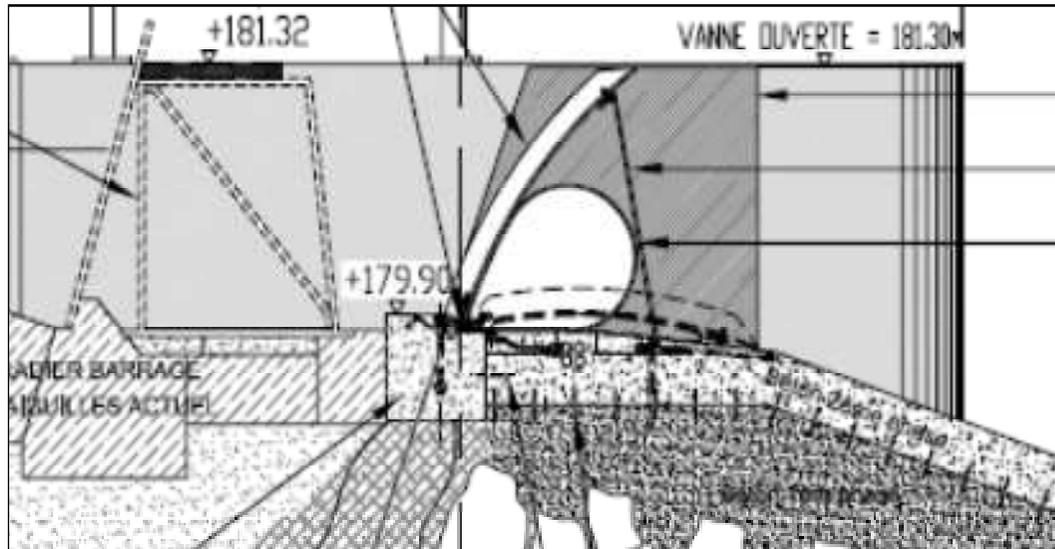
- Ensemble constitué de pompes de remplissage, prise et évacuation d'eau, vannes, ...
- + organes de secours puissance (groupe électrogène, batteries)
- + système de contrôle commande (sondes, automate, IHM)
- + dispositif de vidange gravitaire

4. BARRAGE D'AUXONNE



- **Barrage de navigation sur la Saône construit au XIXe siècle**
- Géré par Voies Navigables de France / DT Rhône Saône – Subdivision de Gray
- 4 passes de 52 mètres ; 1040 aiguilles en bois ; microcentrale aménagée au XXe
- Lors de l'appel d'offre de Maîtrise d'Œuvre, VNF demande une solution gonflable

4. BARRAGE D'AUXONNE



- **Solution technique : réhabilitation du génie civil + bouchures BGVM**
- Génie civil : Ancrages, injections, gros béton, reconstitution d'un radier ep.=30cm
- Bouchures : 35 clapets acier inutile 1,40m / Longueur 6 ml / Epaisseur 16 mm
- Alimentation indépendante des passes composées de 8 à 9 clapets
- Actionneur constitué de 8 à 9 vessies indépendantes et gonflables à l'air
- Ensemble local commande, GE, compresseurs et réserve d'air rapportés en berge

4. BARRAGE D'AUXONNE



Mise en service du barrage en 2011

4. BARRAGE D'AUXONNE

- **Nouveau barrage exploité par VNF – Subdivision de Gray depuis 4 ans**
- Des incidents :



- Dégonflage progressif d'une vessie suite à fermeture inopinée de vanne
- Perte de l'information de position de la passe, inclinomètre à remplacer
- Prise en main progressive du paramétrage de la régulation

4. BARRAGE D'AUXONNE

- **Nouveau barrage exploité par VNF – Subdivision de Gray depuis 4 ans**
- Des accidents de navigation :



- En juin et novembre 2013, des bateaux de plaisance franchissent ou heurtent le barrage alors que celui-ci n'est pas totalement abaissé
- Après inspection les dégâts sont minimes : joint inter panneaux remplacés

➔ **Bon niveau de satisfaction de l'exploitant sur cet ouvrage**

MERCI