

Présentation du réseau de barrages multi-usages de Vendée Eau : Modernisation du barrage de Mervent

Presentation of the network of multi-purpose dams of Vendée Eau: Modernization of the Mervent dam

Anne-Sophie Prost^{*1}, et Jérôme Bortoli²

¹TRACTEBEL, Chef de Projet - Unité Eau France Europe, Agence de Nîmes, 21 allée Boissy d'Anglas, 30000 Nîmes, France

²VENDEE EAU, Directeur Général, 57, rue Paul Émile Victor, 85036 La Roche-sur-Yon, France

Résumé. Depuis soixante ans, Vendée Eau, Service Public de l'eau potable, organise la production et la distribution d'eau potable en Vendée. À partir d'un réseau exceptionnel comportant notamment 13 barrages-réservoirs, Vendée Eau assure une production maximale de 200 000m³/j à destination des 430 000 abonnés vendéens et des zones touristiques côtières. Ses barrages contribuent également à l'écrêtement des crues, au soutien d'étiage et à la production hydroélectrique. En tant que Maître d'Ouvrage, Vendée Eau prend en charge les missions de surveillance et les travaux d'entretien et de modernisation de son parc d'ouvrages. Les derniers travaux importants ont été réalisés sur le barrage de Mervent de 2015 à 2019 afin d'augmenter sa capacité d'évacuation des crues. Tractebel est intervenu en tant que Maître d'Œuvre pour la définition et le pilotage de ces travaux. Ils ont permis de rénover le génie civil, les organes hydromécaniques, les dispositifs de continuité écologique, d'auscultation et de production électrique.

Abstract. For sixty years, Vendée Eau Public Service, has been organizing the production and distribution of drinking water in Vendée. With an exceptional network of 13 reservoirs, Vendee Eau ensures a production of 280 000m³ / day for the 430 000 Vendée subscribers and the coastal tourist areas. Dams also contribute to flood control, low water flows and hydropower. As dam owner, Vendee Eau is responsible for the surveillance, maintenance and modernization of the infrastructures. The last major works were carried out on the Mervent dam from 2015 to 2019 to increase its flood evacuation capacity. Tractebel acted as Engineer for the design and

* Corresponding author: anne-sophie.prost@tractebel.engie.com

supervision of this work. They include renovation of the civil works, the hydromechanical equipment, the ecological continuity system, the monitoring and electrical production devices.

1 Introduction

Vendée Eau, le service public de l'eau potable en Vendée, est en charge de la production et de la distribution de l'eau potable pour l'ensemble des communautés de communes et d'agglomérations du département de Vendée.

Vendée Eau est propriétaire de 13 barrages, 11 usines, 12 captages, 80 réservoirs d'eau potable et de 15 500 km de canalisations. Vendée Eau réalise l'ensemble des investissements nécessaires à l'alimentation en eau potable de près de 430 000 abonnés.

Chaque année, plus de 40 000 000 € sont investis pour le renouvellement, la modernisation et le développement des ouvrages. Vendée Eau fait office d'exemple en matière de maîtrise des consommations et des pertes sur le réseau public, avec le meilleur rendement à l'échelle d'un département.

En Vendée, l'alimentation en eau potable représente un défi majeur pour aujourd'hui et pour l'avenir. 90 % de la production en eau potable est assurée à partir de ressources superficielles et en particulier des barrages édifiés entre 1950 et 2000 ; le syndicat réfléchit et travaille depuis plusieurs années à mettre en place des solutions innovantes pour l'approvisionnement en eau potable, y compris en situation de crise : interconnexions, mise en eau d'anciennes carrières, modernisation ou rehausse de certains ouvrages, dessalement d'eau de mer ou réutilisation des eaux usées des stations côtières pour la réalimentation des retenues.

Les zones côtières ne disposent pas de zones de stockage et dépendent entièrement des réservoirs et prises situées dans l'arrière-pays ; sans cette gestion départementale coordonnée, elles ne pourraient accueillir l'activité touristique estivale.

2 Présentation du réseau d'ouvrages et de leurs usages

2.1 Trois types d'aménagements exploités pour l'AEP

Vendée Eau exploite différents types d'aménagements:

- Des réservoirs créés par des barrages : 13 barrages (ou complexes de barrages) sont répartis sur le département et fournissent plus de 90 % des volumes produits.
- Des prises d'eau : 3 prises d'eau en rivière ; l'une prélève dans la Sèvre Nantaise et est connectée à sa propre usine d'eau potable ; 2 autres prélèvent dans le Lay et permettent la réalimentation de plusieurs réservoirs mentionnés ci-avant, en cas de nécessité.
- Des forages : 12 forages dans la nappe phréatique, principalement localisés sur le quart sud-est du département alimentent des usines de traitement autonomes.

À ces ressources s'ajoutent également d'anciennes carrières pouvant constituer des volumes de stockage complémentaires. A l'heure actuelle, seule la carrière de la Joletière est opérationnelle. Elle permet en secours une alimentation de la retenue de Mervent. D'autres sites sont à l'étude, notamment les carrières de la Tranquilité/Saint-Christophe (projet de connexion avec la retenue d'Apremont), de la Vigne-Clouzeaux (projet de connexion avec la retenue du Jaunay).



Fig. 1. Carte des ressources de Vendée Eau.

2.2 Présentation du parc de barrages

Sur les 13 barrages ou complexes de barrages du département, 5 sont localisés sur le bassin versant du Lay, 3 sur le bassin de la Sèvre Niortaise, 2 sur le bassin de la Vie, 1 sur le bassin de la Sèvre Nantaise et 1 sur le Gay de Chatenay.

Le volume utile de stockage cumulé sur le département est de près de 51 Mm³.

Le complexe de Mervent représente à lui seul 22 % de ces volumes. Ce complexe inclut 3 barrages reliés entre eux : Mervent, Pierre Brune et Albert. Ensemble, ils forment la plus grosse réserve d'eau douce de Vendée (volume utile de 11,25 Mm³).

Parmi ces barrages utilisés pour la production d'eau potable, certains sont à vocations multiples et servent également pour l'irrigation, la production d'hydroélectricité ou l'écrêtement des crues.

Tableau 1. Liste des barrages de Vendée et de leurs usages.

NOM	VOL UTILE (Mm3)	USAGES	BASSIN
APREMONT	3.92	AEP / CRUES	VIE
JAUNAY	3.40	AEP	VIE
SORIN FINFARINE	1.30	AEP	PAYRE / CHANTENAY
GRAON	3.50	AEP	LAY
MARILLET	6.80	AEP / ELEC / IRRIGATION	LAY
ANGLE GUIGNARD	1.60	AEP / ELEC	LAY
LA VOURAIE	5.00	AEP / IRRIGATION	LAY

NOM	VOL UTILE (Mm3)	USAGES	BASSIN
ROCHEREAU	4.80	AEP / ELEC / IRRIGATION	LAY
MERVENT	6.50	AEP / ELEC / CRUES/ SOUTIEN ETIAGE	SEVRE NIORTAISE
ALBERT	2.35		
PIERRE BRUNE	2.40		
LA BULTIERE	5.00	AEP	SEVRE NANTAISE
MOULIN PAPON	4.20	AEP	LAY

2.3 Gestion des barrages

Vendée Eau dispose pour chaque barrage de courbes guides de remplissage qui permettent de suivre l'évolution de la ressource et de gérer les trois principales phases : le remplissage au printemps, la vidange estivale et le maintien à des cotes de gestion en hiver pour la prévention des crues (creux préventif).

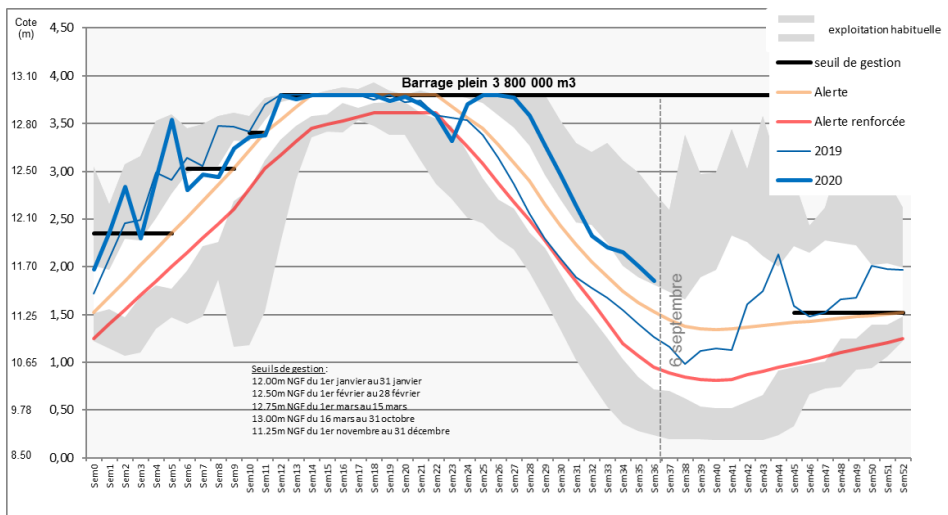


Fig. 2. Courbe de remplissage type des barrages.

La zone grisée supérieure représente le niveau maximum observé 1 année sur 5 et la zone grisée inférieure le niveau minimum observé 1 année sur 5. Les seuils de gestion (barres noires) correspondent à une cote maximale que l'exploitant ne doit pas dépasser en exploitation normale, sauf pour absorber une crue. Les courbes alertes (courbes orange et rouge) permettent de déclencher des actions pour limiter l'impact sur la ressource : réduction du débit réservé, activation de transferts entre secteurs, voire limitation des usages en alerte renforcée départementale.

2.4 Des ouvrages multi-usages

L'usage principal et prioritaire des ouvrages est l'alimentation en eau potable. Cependant plusieurs usages secondaires sont satisfaits.

2.4.1 Débit réservé

Le débit réservé est le débit minimal « à maintenir en tout temps dans le cours d'eau au droit ou à l'aval immédiat d'un barrage [et] garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivant dans les eaux au moment de l'installation de l'ouvrage.

Actuellement, le débit réservé correspond au 1/40ème du module interannuel pour tous les barrages sauf Bultière et Vouraie qui sont au 1/10ème. Le volume lâché est de 7,8 Mm³ de début juin à fin octobre.

Il existe une nouvelle réglementation applicable pour les « débits réservés Qres » (Article L214-18 du Code de l'Environnement) qui n'est pas encore mise en œuvre sur la Vendée. Par application de cette réglementation, le volume potentiellement lâché sera alors de 10,5 Mm³ de début juin à fin octobre en année moyenne.

2.4.2 Irrigation

Les volumes pour l'irrigation sont prélevés soit directement dans les retenues soit dans les cours d'eau en aval après lâchers à partir du barrage.

Les volumes sont conventionnés avec des associations d'irrigation. Les prélèvements sont autorisés en fonction des niveaux dans les retenues. En cas d'année critique pour l'eau potable, les quotas peuvent être réduits voire non attribués.

Tableau 2. Volumes attribués à l'irrigation.

Retenue	Volume (m³)
Apremont	245 000
Rochereau	1 400 000
Angle Guignard	500 000
Vouraie	2 000 000
Marillet	1 500 000
Albert	125 000

Le secteur du Lay réalimenté intègre les barrages de Rochereau, Angle Guignard, Vouraie, Marillet et Graon. Dans ce secteur, les agriculteurs disposent pour l'irrigation d'un certain nombre de ressources propres gérées collectivement (carrières, retenues collinaires, forages...) et bénéficient pour certains, de volumes issus des retenues gérées par Vendée Eau.

Dans le cadre de la gestion de l'irrigation sur ce secteur, des réunions bimensuelles sont organisées afin de décider collectivement des lâchers à effectuer pour permettre les prélèvements en irrigation tout en respectant les Débits d'Objectif d'étiage du Lay.

Pour les volumes d'irrigation à partir des retenues AEP, Vendée Eau a défini une courbe alerte qui permet d'encadrer les autorisations de prélèvement par les associations en fonction du niveau des retenues sur l'ensemble du Lay (Rochereau, Angle Guignard, Vouraie, Marillet et Graon).

2.4.3 Soutien d'étiage

Le soutien d'étiage est destiné au maintien en eau des zones de marais à l'aval du Lay et de la Vendée.

Tableau 3. Volumes attribués au soutien d'étiage.

Retenue	Volume (m3)
Mervent	3 000 000
Vouraie	2 000 000
Marillet	400 000

2.4.4 Gestion des crues

En période hivernale, l'exploitant doit respecter des paliers de gestion, définis dans les consignes d'exploitation et de surveillance pour chaque barrage. Ces paliers permettent de disposer en hiver d'un creux pouvant être mobilisé pour absorber une crue.

- Lors de petites crues et crues moyennes (annuelles à quinquennales) lorsque le barrage n'est pas plein => Il est ainsi possible de réduire le risque d'inondation grâce au barrage.
- Lors de crue apportant un volume supérieur à la capacité résiduelle de stockage (écrêtement) du barrage => Le barrage est transparent pour la crue.

En particulier, en gestion de crue, il est possible de :

- préserver ou de créer un « creux », c'est-à-dire vider une partie du barrage pour pouvoir atténuer la crue.
- contrôler des débits restitués à l'aval pour limiter l'impact en utilisant le creux.

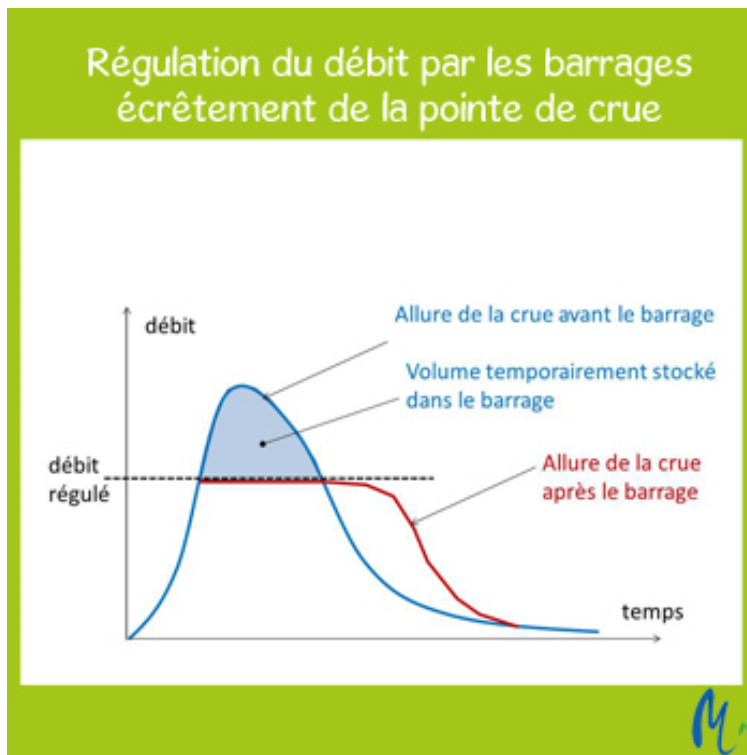


Fig. 3. Schéma de principe de fonctionnement des barrages en écrêtement de crues.

2.4.5 Hydroélectricité

Le barrage de Mervent est équipé de deux turbines électriques d'une puissance de 890 kW chacune. Activées par l'énergie hydraulique, les turbines produisent de l'électricité réinjectée dans le réseau de distribution. La production moyenne annuelle de la centrale est de 1800 MWh, soit la consommation annuelle de 600 foyers.

2.4.6 Usages récréatifs autour des retenues

Les retenues sont des espaces qui attirent de nombreuses activités :

- Pêche,
- Randonnées pédestres,
- Pistes cyclables,
- Baignade (Albert, Angle Guignard et Apremont),
- Activités sur l'eau : pédalos, paddle, canoë, aviron...

Des conventions ont été signées avec les différentes structures utilisatrices publiques ou privées.

3 Présentation du barrage de Mervent - conception et exploitation adaptées à ses multiples usages

3.1 Présentation du barrage initial

Le barrage de Mervent a été construit en 1956 sur la rivière Vendée. Il crée un réservoir multiusages destiné prioritairement à l'AEP mais ayant également des fonctions de soutien d'étiage, protection contre les crues, production hydroélectrique et plan d'eau de loisirs.

Le projet a initialement été développé et financé par la Direction Départementale de l'Agriculture, qui en a réalisé les études de Projet. Ce projet initial portait sur la réalisation d'un barrage poids légèrement arqué. Mais c'est une variante proposée par l'Entrepreneur qui fut finalement réalisée, sous la forme d'un barrage voûte mince cylindrique.

L'ouvrage mesure 26 m de hauteur pour 142 m de longueur et moins de 2 m d'épaisseur localement. Avec un ratio de plus de 4 entre sa longueur et sa hauteur, cet ouvrage est considéré comme une voûte de vallée large. Il a été équipé de deux groupes de 5 siphons d'une capacité totale de 250 m³/s, système relativement atypique d'évacuation des crues. Le barrage dispose d'une vidange de fond d'une capacité de 50 m³/s contrôlée par une vanne wagon sous carter, utilisée à la fois comme équipement de sécurité, comme organe de réglage du niveau du réservoir, comme complément d'évacuation pour les faibles crues et pour les lâchers de soutien d'étiage. La tour de prise qui supporte la tête de l'organe de vidange à sa base, est également munie de prises étagées pour la fonction AEP, qui alimentent deux canalisations en diamètre 500 mm. Au cours de la vie de l'ouvrage, deux de ces prises ont été équipées de bras mobiles permettant un meilleur réglage du niveau de prise pour l'eau brute.

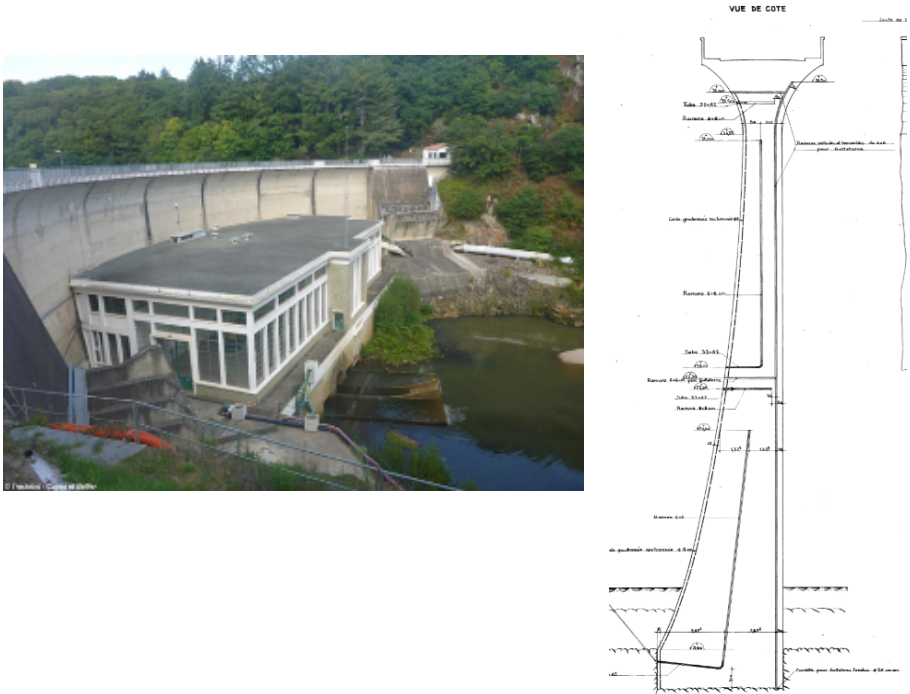


Fig. 4. Photo du barrage de Mervent avant travaux de modernisation et coupe-type de la voûte.

Sont enfin inclus deux pertuis de 2 m de diamètre de part et d'autre de la tour de prise, destinés à l'alimentation des deux groupes de production hydroélectrique. L'usine abritant les organes de commande de la vidange et les dispositifs de production hydroélectrique a été construite au pied de la voûte, sans lien structurel rigide avec elle.

Une seconde prise d'eau a également été aménagée côté rive gauche à travers la voûte, destinée à la fonction irrigation.

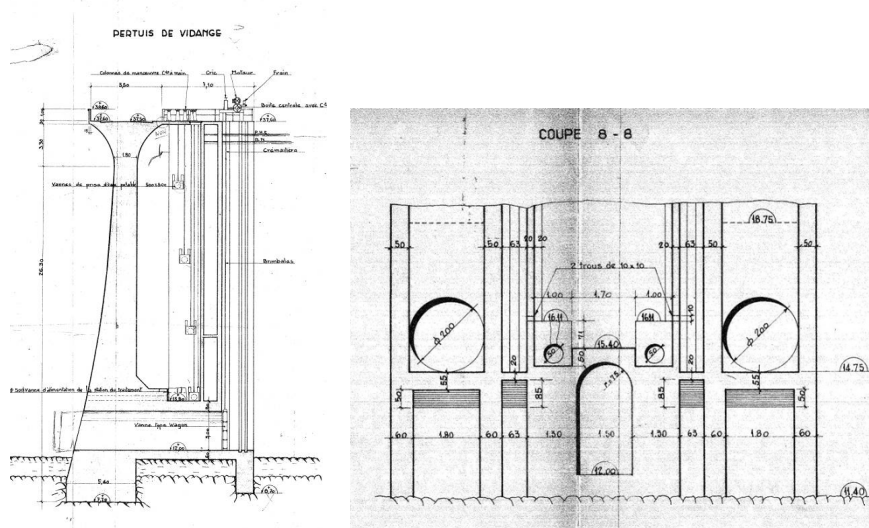


Fig. 5. Coupe et élévation sur la tour de prise abritant prises d'eau brute, vidange et prises hydroélectriques.

3.2 Modalités de gestion multi-usages

Le plan d'eau est soumis à des variations de cotes saisonnières avec un niveau maximum d'exploitation de mai à octobre à RN = 36 m et un niveau maximum d'exploitation à 33,50 m de novembre à février, soit un creux de 2,50 m minimum destiné à l'écrêtement des crues.

Les périodes de gestion sont définies en fonction de la pluviométrie et selon cinq paramètres d'intervention :

- risques de crues importantes (octobre à février),
- risques de crues (mars, avril),
- constitution des réserves d'AEP ou soutien d'étiage (avril),
- utilisation des réserves d'eau (de juin à octobre),
- risques de pénurie d'eau (septembre, octobre).

En année normale, le remplissage des retenues commence en mars pour atteindre le niveau de remplissage maximum au 1er mai afin de pouvoir subvenir aux besoins en été. Des conditions météorologiques exceptionnelles peuvent amener le service de la police de l'eau à déroger à cette règle.

Les règles de gestion hors crue de l'exploitant en hiver consistent en :

- maintien des cotes hiver du plan d'eau grâce aux turbines et à la vanne de fond,
- augmentation progressive des débits de restitution selon les débits entrants, via les turbines et la vanne de fond.

En période de crue, l'exploitant dispose d'un système de prévisions de crue qui lui permet de générer le cas échéant un creux préventif supplémentaire et d'adapter le débit restitué afin d'écrêter les crues en aval, dans la limite de capacité de la vidange de fond et des turbines. Au-delà, l'évacuation des crues devient passive par l'intermédiaire des siphons étagés.

4 Présentation des travaux récemment réalisés sur le barrage de Mervent avec maintien en exploitation pendant la durée du chantier

4.1 Genèse du projet de modernisation

Peu d'informations sont disponibles concernant les critères de design retenus par l'entreprise constructrice. En 1992, Coyne et Bellier (aujourd'hui Tractebel) a réalisé un diagnostic exhaustif de l'ouvrage aussi bien du point de vue structurel que de la vérification de son dimensionnement [1]. Ce diagnostic a notamment donné lieu à une révision de l'étude hydrologique des crues qui a conduit à estimer un débit de crue millénal de l'ordre de 500 m³/s et un débit décennal au-delà de 700 m³/s, bien supérieurs à la capacité de l'organe évacuateur de crues du barrage. L'étude a donc conclu à la nécessité de modifier l'aménagement afin d'augmenter sa capacité d'évacuation des crues et garantir ainsi la sécurité des populations implantées en aval.

Un premier projet développé à la fin des années 90 prévoyait la création d'une galerie sous l'appui rive gauche afin de constituer un évacuateur complémentaire [2]. Cette solution était coûteuse et nécessitait des investigations géotechniques complémentaires afin de confirmer sa faisabilité. Au début des années 2000, le propriétaire décida de moderniser son usine de potabilisation et de la déplacer en-dehors de l'emprise aval du barrage. De nouvelles solutions techniques devenaient envisageables et un dialogue compétitif fut engagé afin de sélectionner un maître d'œuvre chargé de la conception puis de la supervision des travaux

d'augmentation de la capacité d'évacuation des crues. Cette mission a été confiée à Stucky France, aujourd'hui intégré à Tractebel.

4.2 Principes de conception et programme de travaux [3]

Le nouvel évacuateur est composé de :

- 5 seuils libres d'une longueur totale de 56 m calé à la cote de retenue normale d'été soit 36 m.
- Une passe vannée de 10 m de largeur et 2,5 m de hauteur, équipée d'un clapet automatisé.

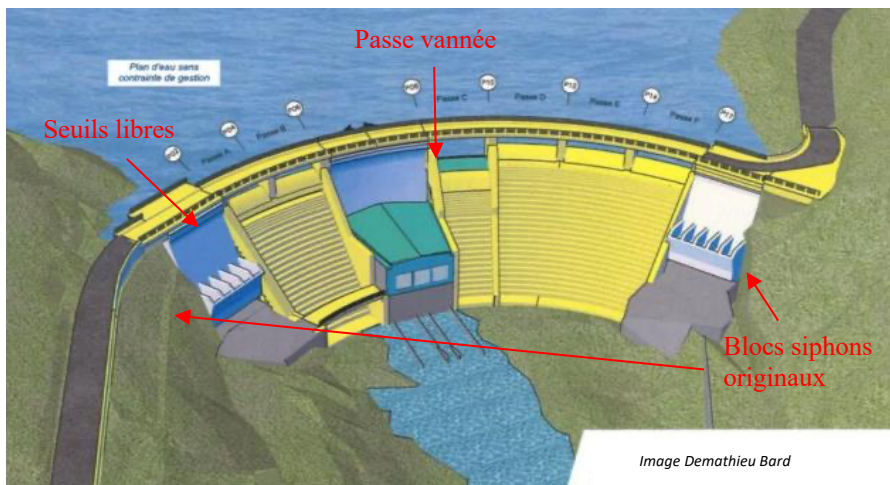


Fig. 6. Maquette 3D de l'aménagement (source Demathieu-Bard).

La réalisation de ces passes a nécessité l'arasement de la crête de la voûte. Un pont a été reconstitué au-dessus afin de rétablir le franchissement sur l'ouvrage. Un coursier en marche d'escalier a été construit afin d'accompagner et dissiper l'énergie des écoulements ; cette structure sur contreforts est totalement dissociée de la voûte qui conserve son fonctionnement nominal.

La conception de l'évacuateur a été pensée afin de répondre aux besoins particuliers d'exploitation du réservoir multiusages.

La passe vannée permet de contrôler le niveau du réservoir selon les consignes saisonnières variables : son seuil est calé au niveau d'exploitation hiver et sa crête au niveau de retenue normale d'été. L'organe est automatisé afin de gérer la restitution des débits de soutien d'été et de crue en lien avec les consignes de gestion et les dispositifs de prévision de crue. La programmation de l'automate permet une gestion couplée du clapet et de la vidange de fond qui a également été automatisée dans le cadre des travaux.

Les siphons ont été conservés comme évacuateurs complémentaires et leurs prises d'air recalées afin qu'ils s'amorcent de manière étagée au-delà de la crue cinq-centennale.

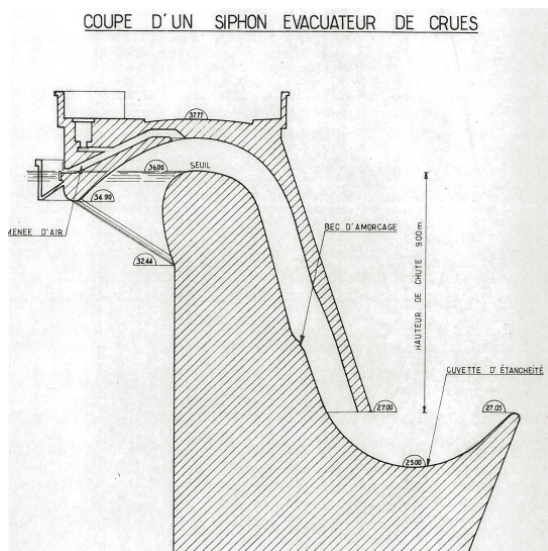


Fig. 7. Coupe sur siphon.

La centrale hydroélectrique et le dispositif de prise/vidange de fond étant conservés, l'usine en partie centrale n'a été que partiellement démolie puis reconstituée autour des organes conservés.

Outre la mise en conformité vis-à-vis du risque de crues, le propriétaire a intégré au programme de travaux le renforcement de l'étanchéité de la fondation par injections, la rénovation de la centrale hydroélectrique et l'ajout d'un dispositif de dévalaison pour les anguilles qui permet également de restituer le débit réservé.

Le programme d'injection a été défini après une campagne de reconnaissances complémentaires permise par la démolition de l'usine ; les injections ont concerné essentiellement les appuis rive droite et gauche et le pied rive droite de la voûte, avec une trentaine de forages primaires et secondaires (d'espacement 3m entre les forages primaires) représentant 105 passes d'injection de coulis.

La prise d'eau agricole désaffectée au niveau du plot 9 a été reconvertie en ouvrage de dévalaison : elle a été équipée d'une conduite en PEHD de diamètre 800 mm réduite progressivement à 500 mm, fixée sur un contrefort du coursier, et munie d'un joint souple compensant les déplacements différentiels de la voûte et du coursier, d'une vanne et d'un débitmètre. Il est prévu d'interrompre le turbinage et d'ouvrir cette vanne lors des phases de dévalaison des anguilles la nuit lors des petites crues hivernales ; ce dispositif expérimental a été élaboré avec le concours de l'AFB.

4.3 Déroulement des travaux et adaptation aux conditions d'exploitation [4]

L'une des principales caractéristiques notables du chantier, qui s'est déroulé de fin 2015 à début 2019, a été le maintien en fonctionnement de l'aménagement pendant toute la durée des travaux : la production d'eau brute, les fonctions de soutien d'étiage, de restitution du débit réservé et de gestion des crues ont été constamment maintenues, nécessitant des adaptations de planning et d'organisation de la part de l'entreprise. A titre d'exemple :

- La restitution du débit réservé a été maintenue par piquage sur une conduite de prise hydroélectrique,

- L'entreprise a mis en place, en concertation avec le maître d'œuvre, l'exploitant, le maître d'ouvrage et les services de l'État, un protocole précis de gestion des épisodes de crues afin de garantir la sécurité du chantier et des riverains en aval,
- Les conduites d'eau brute ont été déviées de manière provisoire puis définitive, avec des interruptions de service de durée inférieure à la journée, ce qui a conduit à une réorganisation et un phasage des travaux de réalisation du coursier en rive droite,
- Les travaux de reconstitution de la cuillère de la vidange ont dû être phasés pour permettre des ouvertures de la vidange pour les lâchers de soutien d'étiage



Fig. 8. Vue du barrage après travaux de modernisation.

5 Conclusion

Le complexe de Mervent est l'une des pièces maîtresses du parc d'aménagements géré par Vendée Eau pour l'alimentation en eau potable de la Vendée. Il contribue également à l'irrigation, au soutien d'étiage, à l'écrêtement des crues, aux loisirs et à la production hydroélectrique.

Des travaux d'ampleur ont dû être engagés afin de fiabiliser le barrage de Mervent et lui permettre d'évacuer les crues rares en toute sécurité.

Après quinze ans d'études et 4 ans de travaux, le barrage de Mervent a accru sa sûreté et la sécurité de la population en aval tout en satisfaisant de manière continue à ses différents usages et procure une réserve d'eau pérenne pour l'avenir.

Références

1. B. Goguel, Coyne et Bellier, Barrage de Mervent - Bilan technico-historique de l'ouvrage (1992)
2. Coyne et Bellier, Dossier CTPB (1999)
3. Tractebel, Dossier CTPBOH Définitif (2014)
4. Demathieu Bard, Dossier des Ouvrages Exécutés (2020)