

Livret n°2

Adaptation de la gestion des barrages de Naussac et Uillerest aux impacts du changement climatique



Fiche d'identité du projet

Intitulé du projet

Adaptation de la gestion
des barrages de Naussac
et Villerest aux impacts
du changement climatique

Projet réalisé pour le compte de

L'Établissement public Loire

Projet cofinancé par

L'Établissement public Loire,
l'Agence de l'eau Loire-Bretagne
et l'Union européenne

Projet réalisé par

Design Hydraulique & Énergie

Livret réalisé par

Mayane



p.03 _ En quelques lignes...

p.04 _ Rôle et gestion des
barrages de Naussac
et Villerest

p. 06 _ Grandes étapes
du projet

p. 08 _ Défis futurs et
adaptations

p. 10 _ Bilan et perspectives

Sommaire

Pourquoi ?

L'Établissement public Loire mène depuis 2007 des actions visant l'adaptation au changement climatique.

En effet, ce dernier est susceptible de réduire la disponibilité en eau dès le milieu du siècle sur le bassin de la Loire et ses affluents, également d'accentuer les situations extrêmes telles que les crues ou les sécheresses, entraînant des conséquences sur les activités socio-économiques et les milieux naturels.

Dans un souci d'anticipation opérationnelle, l'Établissement public Loire a étudié entre 2015 et 2017 l'impact du changement climatique et des évolutions socio-économiques sur le fonctionnement des deux barrages régulateurs, dont il est propriétaire et assure la gestion.

Le saviez-vous ?

Les objectifs de gestion des barrages pour le soutien d'étiage sont fixés par le Comité de Gestion des Retenues de Naussac et Villerest et des Étiages Sévères (CGRNVS), qui vise à garantir la quantité et la qualité d'eau pour les différents usages de l'eau et les milieux aquatiques.



Les acteurs de gestion de l'eau sur la Loire ont l'obligation de prendre des dispositions pour garantir au long terme une eau de qualité, en quantité nécessaire au bon fonctionnement d'un certain nombre d'activités socio-économiques. »

A. Telasco

En quelques lignes...

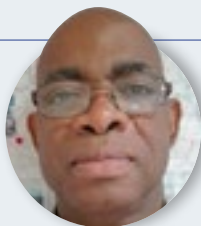
L'opération a eu pour objectif de **déterminer si les barrages de Naussac et de Villerest auront dans le futur la capacité d'assurer le soutien d'étiage et d'écrêter efficacement les crues.**

Les deux premiers axes abordés visaient à **appréhender les effets du changement climatique** et des usages de l'eau à venir sur le fonctionnement des barrages. Le troisième volet a eu pour ambition d'**identifier les meilleures stratégies d'adaptation** de la gestion des ouvrages. L'essentiel du travail

s'est basé sur les projections climatiques et hydrologiques à l'échelle du bassin de la Loire et ses affluents. Des modèles ont notamment permis de **tester plusieurs cas de fonctionnement des barrages par rapport à l'évolution future de leur taux de remplissage, des besoins en aval et des risques selon les saisons.**

Les leviers d'actions qui découlent de ces travaux seront utiles pour l'Établissement public Loire et les collectivités,

ainsi qu'à l'ensemble des acteurs dans l'orientation de leurs stratégies territoriales et actions concrètes d'adaptation. Deux d'entre eux témoignent dans ce livret.



**André
Telasco**

Attaché de Bassin à EDF
et membre du CGRNVES.



**Nicolas
Meyer**

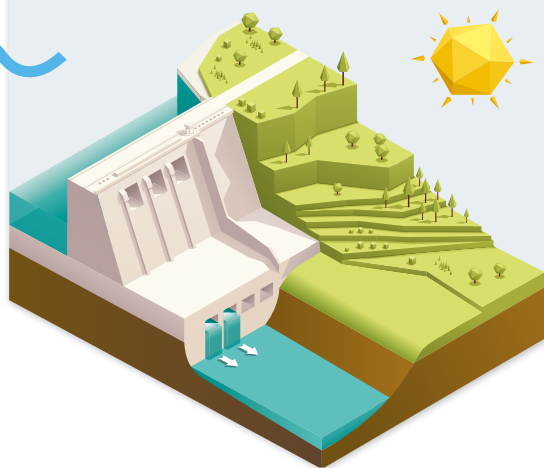
Responsable de la
délégation de Bassin
Loire-Bretagne à la DREAL
Centre-Val de Loire.

Ils témoignent

Rôle et gestion des barrages de Naussac et Villerest

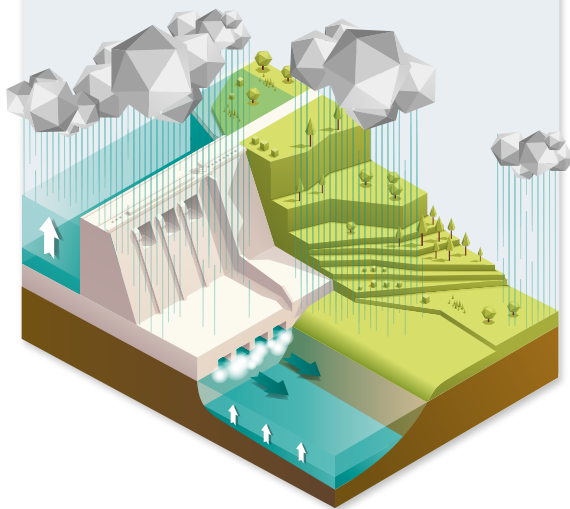
Soutien d'étéage

La baisse des débits des cours d'eau est un phénomène annuel récurrent à l'été. Lorsque le débit minimal d'un cours d'eau atteint des niveaux très bas certaines années, on parle d'étéage prolongé ou de sécheresse. Grâce à l'eau stockée, le barrage permet d'atténuer les conséquences de l'étéage sur les milieux aquatiques et les activités humaines en fournissant une alimentation continue en eau.



Écrêtement des crues

Les crues de la Loire ont pour origine d'intenses épisodes pluvieux. Ces phénomènes se manifestent actuellement à l'automne et au printemps. Certains barrages, dits écrêteurs, sont conçus pour diminuer le débit maximum de la rivière pendant une crue. Ils se remplissent provisoirement pour empêcher l'eau de poursuivre sa course, réduisant ainsi l'impact sur les populations, les activités et les biens en aval.



1983

Mise en service du barrage de **Naussac** (Lozère). Soutient les étiages de l'Allier et de la Loire.

1985

Mise en service du barrage de **Villerest** (Loire). Soutient les étiages de la Loire et intervient sur l'écrêtement des crues.

1984

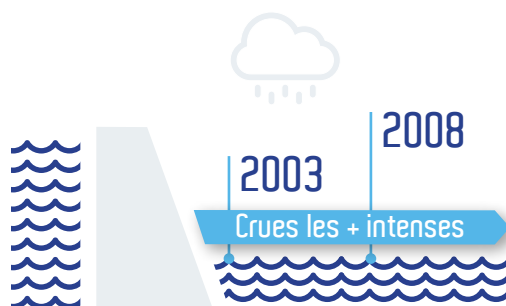
1986

1987

Un service rendu incontestable...

... lors de crues

Villereest a permis d'écarter efficacement les crues les plus intenses que la Loire ait connues depuis 1907. Par exemple en 2008, au pic de la crue, le barrage a permis de réduire la hauteur d'eau de près de 2 m à Roanne et 0,4 m à Tours grâce à un stockage, entraînant une élévation du niveau d'eau d'environ 12 m dans la retenue.

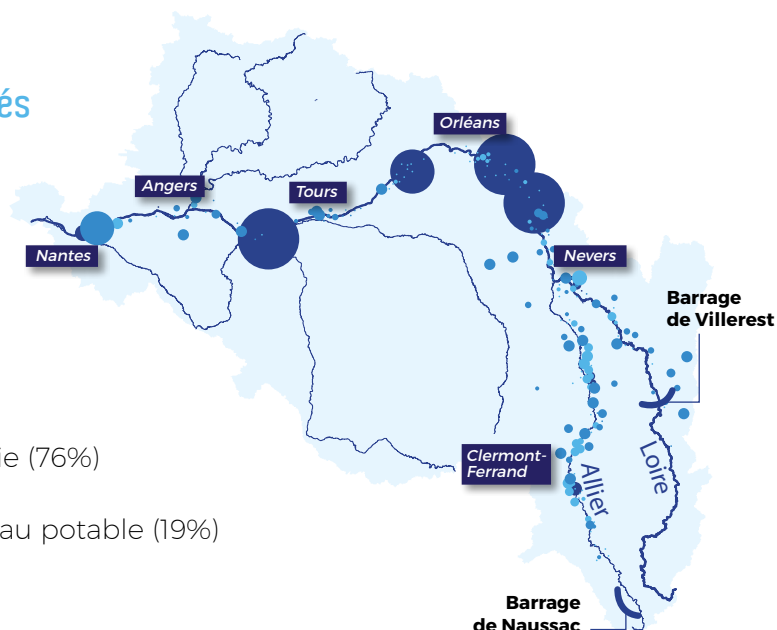


... en cas d'étiage

Depuis leur mise en service, ces barrages ont été en mesure de soutenir toutes les périodes d'étiage, y compris les étiages prolongés de 2003 (le plus sévère pour Villereest depuis 1985) et de 2015 (le plus long pour les 2 barrages depuis 1983).



Répartition des prélèvements actuels sur les axes réalimentés par les barrages



Énergie et industrie (76%)

Alimentation en eau potable (19%)

Irrigation (5%)

Grandes étapes du projet

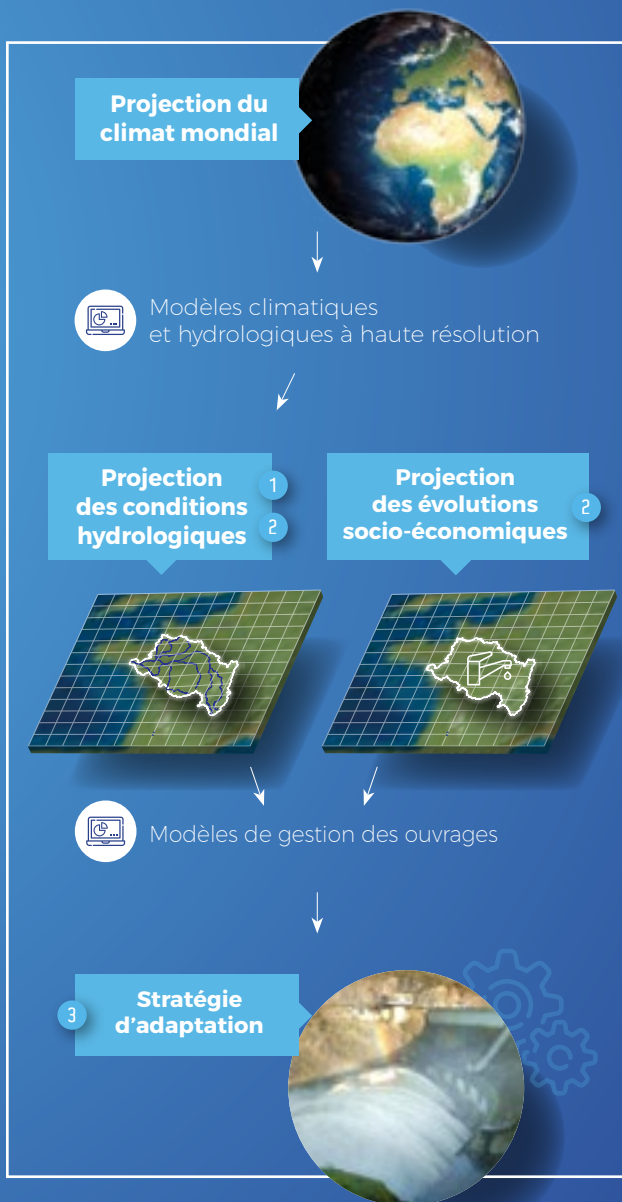
Les moyens déployés

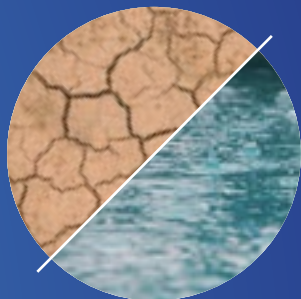
Les rejets importants de CO₂ associés aux activités humaines accentuent l'effet de serre. Ils sont en grande partie responsable du changement climatique. Ce dérèglement a des conséquences durables à l'échelle mondiale et notamment sur la hausse des températures.

L'étude du climat futur a été réalisée dans l'hypothèse d'une augmentation modérée des émissions de gaz à effet de serre au cours des prochaines décennies. Des travaux de recherche et des modélisations permettent d'envisager les évolutions du bassin fluvial au XXI^e siècle :

- 1 ICC-HYDROQUAL* a étudié l'influence des **conditions climatiques sur les débits des cours d'eau à venir**.
- 2 Explore 2070 a étudié **les évolutions démographiques, socio-économiques et climatiques à moyen terme**.
- 3 Des modèles ont été développés par l'Établissement public Loire et **reproduisent le fonctionnement des barrages**.

Étape par étape, ces moyens ont permis de répondre aux objectifs de l'étude : **adapter la gestion des barrages de Naussac et Villerest**.





L'impact du changement climatique sur l'hydrologie

Cette étape visait à appréhender l'impact du changement climatique sur le fonctionnement des barrages de Naussac et Villerest. Pour cela, l'évolution du climat futur et ses conséquences sur les débits ont été modélisées en amont et en aval des ouvrages. Cette méthode a abouti à des **tendances hydrologiques futures** :

- étiages plus intenses et plus longs sur l'Allier et la Loire ;
- crues plus fréquentes et décalées dans la saison.



Même les plus sceptiques au changement climatique devraient se poser des questions. Ces dernières années, le territoire a connu un certain nombre de phénomènes sévères (ex : étiage de juillet 2015 à janvier 2016). »

A. Telasco



Les évolutions socio-économiques

Les **futurs besoins en eau** en amont et en aval des ouvrages de Naussac et Villerest ont été étudiés par grandes catégories d'usage : l'énergie, l'industrie, l'eau potable et l'irrigation. Les résultats ont permis d'analyser l'impact des évolutions socio-économiques sur la sollicitation des barrages pour les prochaines décennies.



Depuis l'été 2017, l'augmentation des prélèvements en aval de la Loire et l'Allier n'est désormais plus envisageable. Les ressources en eau dans cette région sont donc d'ores et déjà limitées, et le seront encore davantage dans les années à venir sous l'effet du changement climatique. »

N. Meyer



Les stratégies d'adaptation

La dernière phase a eu pour ambition d'identifier les **meilleures possibilités d'adaptation** de la gestion future des barrages, en tenant compte :

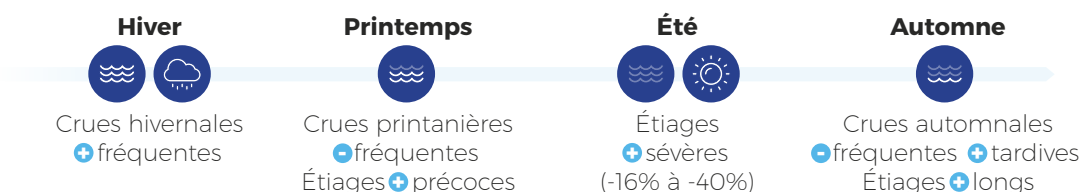
- des possibilités de remplissage des retenues plus limitées ;
- de l'évolution des débits et des besoins ;
- des nouvelles périodes à risque d'étiages et de crues.

Défis futurs et adaptations

Le changement climatique est susceptible d'exacerber les situations extrêmes (**crues, sécheresses**) et de réduire la **disponibilité en eau** dans le bassin fluvial dès le milieu du siècle. Afin d'anticiper ces évolutions et de mieux gérer une **ressource en eau plus rare**, des **leviers d'actions** sont envisagés grâce à une gestion optimisée du remplissage des barrages, des régulations des prélèvements et des lâchers à l'aval.

Baisse de la ressource en eau et décalage des périodes de crues

La diminution annoncée des débits moyens, de l'ordre de -20%, devrait toucher tous les mois de l'année.



Sollicitation plus importante des barrages

Les besoins en eau devraient nécessiter des lâchers d'eau **trois fois plus importants** en aval de Naussac et **deux fois plus importants** en aval de Villerest.



Lâchers moyens / an :

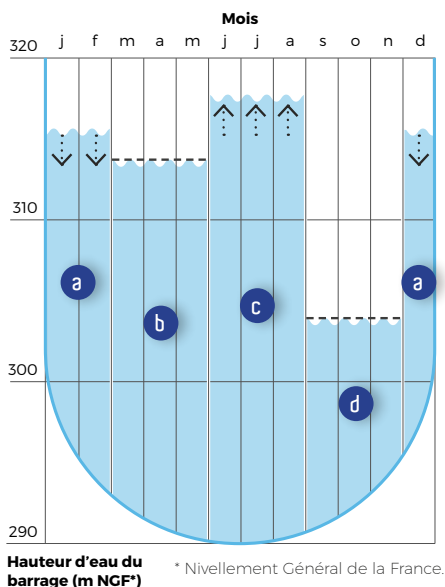


*Les centrales électriques EDF comptent parmi les nombreux usagers de l'eau sur la Loire.
En cas d'étiage sévère à l'avenir, la production d'électricité pourrait être modulée provisoirement afin de réduire les prélèvements d'eau.*

A. Telasco

Gestion optimisée de la hauteur d'eau des barrages

Scénario de gestion future de Villereest



Niveaux actuels de gestion



a

Hiver : Abaissement du niveau du barrage en prévision de l'écrêtement des crues



b

Printemps : Maintien du niveau du barrage aux conditions actuelles en prévision de l'écrêtement des crues



c

Été : Remplissage maximal pour permettre le soutien d'étiage; optimisation des lâchers



d

Automne : Maintien du niveau du barrage aux conditions actuelles en prévision de l'écrêtement des crues

Scénario de gestion future de Naussac

- Optimiser les apports complémentaires (ex : pompage) depuis l'amont entre avril et mai, pour remplir le barrage à son maximum plus tôt dans l'année.
- Optimiser les lâchers entre mai et octobre pour minimiser les pertes d'eau.

Ajustement des objectifs de soutien d'étiage

La baisse généralisée des débits annoncée d'ici le milieu du siècle aura des conséquences sur la disponibilité de la ressource en eau, avec une augmentation des besoins à l'étiage et une diminution conjointe du stock d'eau dans les barrages. L'**objectif de soutien d'étiage minimal actuel de 50 m³/s** pourrait être encore réduit au cours des prochaines décennies. Une gestion optimisée des barrages de Naussac et Villereest permettrait de **limiter cette baisse**.

Cette étude fait apparaître une augmentation significative des besoins en eau pour satisfaire le soutien d'étiage en aval d'ici le milieu du siècle. Ainsi, une adaptation des usages avec notamment une réduction de la consommation d'eau à l'étiage apparaît incontournable à l'avenir, mais ne pourra constituer la seule piste d'adaptation.»

N. Meyer

Bilan et perspectives

Le travail présenté dans ce livret a permis :

- d'**appréhender** les changements climatiques et hydrologiques à venir sur l'Allier et la Loire,
- d'**identifier** les leviers d'actions amont-aval qui existent,
- d'**anticiper** l'adaptation de la gestion des barrages.

« Une perspective intéressante serait de développer des modèles de prévision des débits d'étiage en intégrant les prévisions météorologiques comme c'est le cas actuellement pour la gestion des crues. Cette perspective permettrait d'affiner la gestion des barrages et de déterminer au plus juste les lâchers d'eau des barrages par rapport aux objectifs de soutien d'étiage. On peut espérer une économie de quelques pourcents du volume global consacré au soutien d'étiage. »

N. Meyer

Le saviez-vous ?

L'adaptation est déjà intégrée dans la gestion actuelle. L'objectif de soutien d'étiage à Gien est actuellement fixé à 60 m³/s. Cependant, cette valeur peut être modulée en fonction des conditions météorologiques, du remplissage des barrages, ou encore de la date de démarrage du soutien d'étiage. Ainsi, **en période de sécheresse, l'objectif peut être revu à la baisse jusqu'à 50 m³/s.**



**Adaptation
des règles de
remplissage
des barrages**



**Ajustement
des niveaux
d'exploitation
saisonnière**



**Ajustement
des objectifs
à l'aval**



Disposant de ces résultats, l'Établissement public Loire, en lien avec ses partenaires, poursuit cette dynamique d'anticipation opérationnelle.

Mise en œuvre d'actions



Approfondir et préciser ces résultats. Le logiciel évolutif créé pour ce projet permettra de les actualiser avec de nouvelles données et de les enrichir en testant d'autres scénarios.



Diffuser ces résultats et sensibiliser les acteurs concernés par la gestion des barrages aux impacts du changement climatique et aux adaptations envisageables.



Élargir la réflexion en étudiant l'adaptation de la gestion du barrage de Villerest par rapport aux enjeux de qualité de l'eau à l'aval.

Retrouvez l'intégralité des éléments de restitution sur
www.eptb-loire.fr/changement-climatique-barrages

Dans la même collection



Livret n°1

Réduction de la vulnérabilité aux inondations des biens culturels patrimoniaux



Livret n°3

Exploration à l'échelle du bassin de la Loire et ses affluents des potentialités en termes d'exploitation de champs d'expansion de crues

Renseignements pratiques

Établissement public Loire

www.eptb-loire.fr

E-mail : direction@eptb-loire.fr

L'Établissement public Loire, au service de la cinquantaine de collectivités qui le composent, contribue depuis plus de 30 ans à la cohérence des actions menées sur l'ensemble du bassin de la Loire et ses affluents. Maître d'ouvrage d'opérations menées à cette échelle, avec un caractère interrégional ou interdépartemental, ses réalisations innovantes se concentrent sur la gestion des ressources en eau des ouvrages de Naussac et Villerest (soutien d'étiage et écrêtement de crues), la prévention et la réduction du risque inondation, l'aménagement et la gestion des eaux, la stimulation de la recherche, du développement et de l'innovation, ainsi que la valorisation du patrimoine.



« Ce livret est cofinancé par l'Union Européenne. L'Europe s'engage sur le bassin de la Loire avec le Fonds Européen de Développement Régional. »



Établissement public du ministère chargé du développement durable

■ Régions • Auvergne-Rhône-Alpes • Bourgogne-Franche-Comté • Centre-Val de Loire • Nouvelle-Aquitaine • Occitanie • Pays de la Loire ■ Départements • Allier • Ardèche • Cher • Creuse • Indre-et-Loire • Loir-et-Cher • Loire • Haute-Loire • Loire-Atlantique • Loiret • Lozère • Maine-et-Loire • Nièvre • Puy-de-Dôme • Saône-et-Loire • Haute-Vienne ■ Villes, Agglos et Métropoles • Agglomération de Nevers • Angers Loire



Métropole • Blois • Bourges • Châteauroux • Clermont • Auvergne Métropole • CARENE • Limoges • Montluçon • Moulins Communauté • Nantes Métropole • Orléans • Riom • Limagne et Volcans • Roannais Agglomération • Saint-Etienne-Métropole • Saumur Val de Loire • Tours Métropole Val de Loire • Vichy • Vierzon ■ SICALA • Allier • Cher • Indre-et-Loire • Haute-Loire • Maine-et-Loire • Nièvre • Saône-et-Loire