

## ETUDE DE LA GESTION QUANTITATIVE ET DES DEBITS DU RHONE EN PERIODE DE « BASSES EAUX »



**PHASE 1 - CARACTERISATION DU TERRITOIRE DU FLEUVE RHONE  
ET BILAN DES INFLUENCES ANTHROPIQUES PASSES, ACTUELLES  
ET FUTURES POSSIBLES**

*Document D - Fiche de synthèse sur les ouvrages  
hydroélectriques situés sur la partie française du bassin  
du Rhône*



Edition finale - Octobre 2014



L'étude de la gestion quantitative et des débits du Rhône en période de basses eaux comporte les documents listés ci-dessous. Le présent document constitue le rapport surligné en gris.

<b>Synthèse de l'étude</b>	
Synthèse	Etude de la gestion quantitative du fleuve Rhône à l'étiage : Principaux résultats - Synthèse de l'étude en 100 pages précédée d'un résumé de 6 pages
<b>Phase 1 - Caractérisation du territoire du fleuve Rhône et Bilan des influences anthropiques passées, actuelles et futures possibles</b>	
A	Rapport principal de phase 1
B	Rapport thématique sur l'irrigation dans le bassin du Rhône
C	Rapport thématique sur les nappes en interaction avec le Rhône
D	Fiche de synthèse sur les ouvrages hydroélectriques situés sur la partie française du bassin du Rhône
E	Fiche de synthèse sur l'hydrologie du Rhône alpestre et l'influence des ouvrages hydrauliques suisses
F	Résumé de la phase 1
<b>Phase 2 - Etude des étiages historiques ; Reconstitution des débits désinfluencés et Evaluation de l'empreinte des influences anthropiques sur les débits du Rhône</b>	
A	Rapport principal de mission 1 : Etude des étiages historiques
B	Rapport principal de mission 2 : Reconstitution des débits désinfluencés et évaluation des empreintes des influences anthropiques sur les débits
C	Rapport thématique Hydrogéologie : Estimation des impacts des prélèvements en nappes sur le débit du Rhône
D	Rapport thématique Hydrométrie : Etude critique des débits mesurés aux stations d'étude
E	Résumé de la phase 2
<b>Phase 3 - Détermination des conditions limites (débits et températures) à maintenir dans le fleuve pour l'alimentation en eau potable et le fonctionnement des centres nucléaires de production d'électricité</b>	
A	Rapport principal de phase 3
B	Résumé de la phase 3
C	Impact d'une baisse des débits d'étiage sur la salinisation des hydrosystèmes souterrains en Camargue
D	Impact d'une baisse de débit du fleuve sur les usages préleveurs en nappe alluviale
<b>Phase 4 - Détermination des conditions limites de débits pour les espèces</b>	
A	Rapport principal de phase 4
B	Résumé de la phase 4
<b>Phase 5 - Synthèse des débits limites pouvant être définis dans le Rhône et Approche des volumes prélevables</b>	
A	Rapport principal de phase 5
B	Résumé de la phase 5
<b>Phase 6 - Etude de la sensibilité des étiages du Rhône à des scénarios prospectifs</b>	
A	Rapport principal de phase 6
B	Résumé de la phase 6



	<b>BRL ingénierie</b> <b>1105 Av Pierre Mendès-France BP 94001</b> 30001 NIMES CEDEX 5
<b>Sous-traitants</b>	<b>HYDROFIS (aspects hydrogéologiques)</b>

Date de création du document	<b>décembre 2012</b>
Contact	<b>Sébastien Chazot</b> <u>sebastien.chazot@brl.fr</u>

Titre du document	<b>Phase 1 - Document D : Fiche de synthèse sur le  « Fonctionnement des ouvrages sur le Rhône Français  et sur les principaux affluents »</b>
Référence du document :	<b>800420_Ph1_D_Fiches_Ouvrages</b>
Indice :	<b>VF</b>

Date émission	Indice	Observation	Dressé par	Vérfié et Validé par
11 déc 2012	1.0		Marion Mahé, Mathilde Chauveau, Sébastien Chazot	S. Chazot
05 févr 2013	2.0			
12 avril 2013	3.0			
Octobre 2014	VFb			



# ETUDE DE LA GESTION QUANTITATIVE ET DES DEBITS DU RHONE EN PERIODE DE « BASSES EAUX »

## Phase 1 - Document D : Fiche de synthèse sur le « Fonctionnement des ouvrages sur le Rhône Français et sur les principaux affluents »

La grande période d'aménagement hydroélectrique et hydraulique du Rhône et de ses affluents s'étend des années 1930-40 aux années 1970. On peut distinguer deux grands types d'ouvrages sur le bassin versant du Rhône :

- ▶ Les aménagements installés sur le Rhône lui-même, dont la capacité de stockage est généralement faible au regard des débits du fleuve (ouvrages au fil de l'eau) ;
- ▶ Les ouvrages de stockage localisés sur les affluents, notamment l'Ain, l'Isère et la Durance.

### LES AMENAGEMENTS HYDROELECTRIQUES DU FLEUVE RHONE

La stratégie d'aménagement choisie pour l'aménagement du Rhône a été motivée par la volonté de satisfaire à la fois les besoins de la production d'hydroélectricité, de la navigation à grand gabarit à l'aval de Lyon et de l'irrigation. On compte au total **22 aménagements le long du Rhône dont 20 le long du Rhône français**. Ils sont localisés sur la carte présentée plus bas. A ces aménagements s'ajoute le **barrage du Seujet**, en sortie du lac Léman. Le fonctionnement et la gestion des barrages sur la partie suisse font l'objet d'une note de synthèse distincte (« Règles de fonctionnement du lac Léman et du Rhône Genevois »).

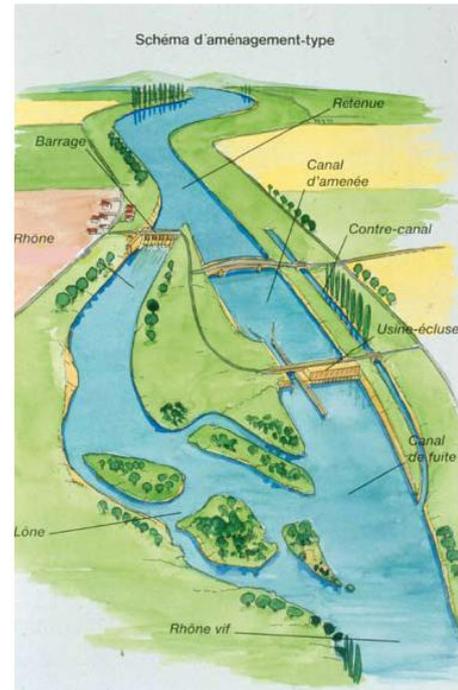
Sur la partie française, ces aménagement sont gérés par la CNR, à l'exception de l'aménagement de Cusset (EDF).

Un aménagement type est composé des différents éléments listés ci-dessous :

- ▶ un **barrage** construit sur le cours naturel du fleuve, dont le rôle est de relever le niveau du Rhône et de créer une chute sur laquelle est installée la centrale. **Tous les aménagements ont un volume utile très faible comparé aux débits du Rhône.** L'ouvrage le plus important, Génissiat, présente une forte hauteur de chute, mais pour un débit semi-permanent du Rhône d'environ 315 m<sup>3</sup>/s, le volume de stockage utile (14 Mm<sup>3</sup>) est rempli en une douzaine d'heures. **A l'exception de l'aménagement de Génissiat, dont la gestion est hebdomadaire, les différents ouvrages ont une gestion journalière des niveaux ;**
- ▶ un **canal de dérivation**, qui conduit les eaux jusqu'à la centrale ;
- ▶ une **centrale** fonctionnant au **fil de l'eau** qui convertit la puissance motrice du fleuve en électricité.

A partir de Pierre Bénite, et jusqu'à la Méditerranée, les aménagements sont associés à des écluses afin de permettre la navigation à grand gabarit. Des contre-canaux sont également associés aux aménagements pour drainer les terres agricoles, assurer l'équilibre piézométrique des nappes et collecter les eaux percolant à travers les digues, qui par choix technique ne sont pas étanches.

#### Schéma d'un aménagement type de la CNR



Aménagement type du Rhône (© Photothèque CNR).

Au total, la production annuelle de ces ouvrages s'élève à plus de 17 000 GW, équivalent au besoin en électricité annuel de près de 2,3 millions de personnes. Les usines de la Compagnie nationale du Rhône (CNR) fournissent un quart de l'hydroélectricité nationale et représentent 3 % de la production électrique française.

Le principe fondateur de l'aménagement du Rhône et de sa gestion, fixé par l'Etat, est la neutralité vis-à-vis des crues. Pour mettre en œuvre ce principe, le cahier des charges général de la concession soumet les aménagements à des consignes d'exploitation, approuvées par les services de l'Etat en charge du contrôle. Les contraintes fondamentales pour l'exploitation des aménagements hydroélectriques sont au nombre de deux et se traduisent par la garantie de :

- ▶ la sécurité publique associée à celle des ouvrages ;
- ▶ la non-aggravation par rapport à ce qui se passerait à l'état naturel (situation préexistante immédiatement avant aménagement), en particulier la non-aggravation des niveaux des crues et de leurs conséquences.

Outre ces contraintes, les objectifs définis dans les consignes d'exploitation visent à :

- ▶ assurer la navigation aux conditions du cahier des charges général (les niveaux d'eau entre les PBEN et les PHEN1 doivent être compatibles avec les mouillages et hauteurs libres à garantir) ;
- ▶ Optimiser la production énergétique ;
- ▶ Contribuer aux objectifs de Réseau de Transport d'Electricité (RTE) d'équilibre du réseau électrique.

<sup>1</sup> PBEN : Plus Basses Eaux Navigables. Le niveau des PBEN est celui atteint ou dépassé statistiquement 355 jours/an.  
PHEN : Plus Hautes Eaux Navigables. Le niveau des PHEN est celui atteint ou dépassé statistiquement 10 jours/an.

Sur le Haut-Rhône, l'amplitude des modulations de débit (écart entre le minimum et le maximum) est typiquement de l'ordre de 300 à 350 m<sup>3</sup>/s en sortie des aménagements suisses des Services industriels genevois (SIG) puis de l'ordre de 550 à 600 m<sup>3</sup>/s en sortie de Génissiat. Les aménagements CNR situés en aval (Seysssel, Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon et Sault-Brénaz) démodulent ces variations suisses et françaises ainsi que celles générées par les ouvrages EDF situés sur les affluents (Fier et Ain notamment). En définitive cette démodulation, associée à l'atténuation naturelle, ne conduit plus qu'à des variations d'une amplitude de l'ordre de 200 m<sup>3</sup>/s au niveau de l'agglomération lyonnaise (inférieures à 15 cm au Pont Morand).

Sur les ouvrages à l'aval de Seysssel, des éclusées énergétiques d'une amplitude maximale de l'ordre de 50 cm sont autorisées et pratiquées généralement deux fois par jour (pour répondre aux pointes de consommation). Sur l'aménagement de Seysssel, conçu comme bassin de compensation de Génissiat, les niveaux varient de 3,5 m. L'aménagement de Génissiat est le seul dont la gestion des niveaux est hebdomadaire (en lien avec sa capacité utile plus importante) ; le niveau de la retenue varie avec une amplitude de 5,7 m.

## LES OUVRAGES SUR LES AFFLUENTS DU RHONE

### *Ouvrages à l'amont du lac Léman*

Plus d'une cinquantaine de barrages totalisant une capacité de l'ordre de **1,2 milliards de m<sup>3</sup>** sont implantés en Suisse sur l'amont du bassin versant du Rhône. Il s'agit principalement d'aménagements à vocation hydroélectrique assurant un stockage au printemps jusqu'au début de l'été et un déstockage en automne et en hiver. Ils influent sur les débits du Rhône, en particulier sur la répartition annuelle des débits (baisse des débits estivaux, hausse des débits hivernaux), et sur le régime hebdomadaire (débits moindres les week-end).

### ***Barrages modifiant le régime hydrologique en France : un volume utile de 3,3 milliards de m<sup>3</sup>***

Contrairement à la majorité des barrages présents sur le fleuve, les barrages situés sur les affluents du Rhône sont des barrages « stockeurs ». Leur grande capacité au regard du cours d'eau sur lequel ils sont construits leur permet d'exercer une régulation inter-saisonnière des débits. 85 ouvrages au total ont été inventoriés sur les affluents du Rhône français. Ils totalisent un volume de stockage de l'ordre de 4,7 milliards de m<sup>3</sup> et un volume utile de l'ordre de 3,3 milliards de m<sup>3</sup>. Ils ont été construits pour la plupart entre la fin des années 1950 et 1985.

La majorité de ces barrages sont gérés par EDF et ont comme vocation première la production d'hydroélectricité. L'eau stockée est turbinée en fonction de la demande énergétique et des règles de gestion propres à chaque ouvrage. Ces règles peuvent intégrer les besoins en eau destinés à d'autres usages comme l'alimentation en eau potable, les loisirs, l'irrigation ou le soutien d'étiage.

Les dix ouvrages dont la capacité est la plus importante regroupent plus de 85 % des volumes. Parmi ceux-ci, les cinq plus grands sont :

- ▶ Le **barrage de Serre-Ponçon** positionné sur la Durance. Il est le deuxième lac artificiel d'Europe par sa capacité (1 272 Mm<sup>3</sup> d'eau stockée) et le troisième par sa superficie (2 820 ha). Le barrage a été mis en service en 1960 et répond aujourd'hui à des besoins hydroélectriques (700 GWh productibles annuellement et 380 MW installés) mais également d'alimentation en eau potable, de loisir et d'irrigation (200 Mm<sup>3</sup> sont réservés pour des usages agricoles). Il est le départ d'une chaîne de production hydroélectrique sous la responsabilité d'EDF. Un canal usinier d'une capacité de 250 m<sup>3</sup>/s part de la retenue, suit la Durance jusqu'à Malmort puis bifurque vers l'étang de Berre (son exutoire) en alimentant au passage 17 usines hydroélectriques.
- ▶ Le **barrage de Vouglans** sur l'Ain, dont le volume représente 605 Mm<sup>3</sup> et la surface de retenue couvre 1 600 ha. Ce barrage a été conçu à des fins de production électrique. Les travaux de construction ont été mis en œuvre dès 1962 et le barrage est finalement mis en service en 1970. Le barrage assure une production annuelle de 235 GWh, compte tenu d'une puissance installée de 262 MW. Sa gestion est assurée par EDF.

- ▶ Le **barrage de Sainte-Croix** situé sur le Verdon, mis en service par EDF en 1974. Sa capacité de stockage atteint 761 Mm<sup>3</sup> et sa surface atteint 2 180 ha. L'eau stockée sert à la production d'hydroélectricité (142 GWh/an) ; un volume de 140 Mm<sup>3</sup> est également réservé à l'agriculture.
- ▶ Le **barrage du Mont Cenis** est situé en Savoie à proximité du col éponyme. Il sert principalement pour la production d'hydroélectricité. Sa capacité de stockage est de 315 Mm<sup>3</sup>. Sa mise en service remonte à 1969.
- ▶ Le **barrage du Chevril (également appelé barrage de Tignes)** est située en Tarentaise (Savoie), dans la haute vallée de l'Isère. Il permet la formation d'un lac artificiel de 235 Mm<sup>3</sup> recouvrant 300 ha. Le barrage géré par EDF et mis en service en 1952 se trouve au cœur d'un important ensemble hydroélectrique composé de plusieurs autres barrages (Sassière, Sautet, etc.), de centrales électriques (les Brévières, Malgovert) et de conduites forcées. D'après EDF, l'ensemble produit annuellement près de 1 000 GWh.

Les barrages construits sur le bassin versant du Rhône français ont plus souvent une vocation multiple que leurs homologues suisses, avec notamment pour plusieurs d'entre eux une part des volumes destinée à l'irrigation ou au soutien d'étiage.

### **Transferts**

Il existe des transferts d'eau dans et à l'extérieur du bassin du Rhône pour l'usage hydroélectrique. On peut citer (les volumes correspondent à une moyenne 2006-2011) :

- ▶ le transfert d'Emosson, du bassin de l'Arve vers le Rhône, avec un volume dévié moyen de 94 Mm<sup>3</sup>/an ;
- ▶ le transfert de Belleville, du bassin de l'Arve vers l'Isère, avec un volume débit dévié moyen de 46 Mm<sup>3</sup>/an ;
- ▶ le transfert externe de la Loire vers l'Ardèche (Montpezat) avec un apport moyen annuel vers le bassin du Rhône de l'ordre de 191 Mm<sup>3</sup>/an ;
- ▶ le transfert externe de la Durance vers l'étang de Berre (St Chamas) avec une perte pour le bassin du Rhône de l'ordre de 893 Mm<sup>3</sup>/an.

