

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



PHASE 4 - DETERMINATION DES CONDITIONS LIMITES DE DEBITS POUR LES ESPECES

Document B – Résumé



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.

Synthèse de l'étude	
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
Phase 1 - Caractérisation du territoire du fleuve Rhône et Bilan des influences anthropiques passées, actuelles et futures possibles	
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
Phase 2 - Etude des étiages historiques ; Reconstitution des débits désinfluencés et Evaluation de l'empreinte des influences anthropiques sur les débits du Rhône	
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
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	
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
Phase 4 - Détermination des conditions limites de débits pour les espèces	
A	Rapport principal de phase 4
B	Résumé de la phase 4
Phase 5 - Synthèse des débits limites pouvant être définis dans le Rhône et Approche des volumes prélevables	
A	Rapport principal de phase 5
B	Résumé de la phase 5
Phase 6 - Etude de la sensibilité des étiages du Rhône à des scénarios prospectifs	
A	Rapport principal de phase 6
B	Résumé de la phase 6

	BRL ingénierie 1105 Av Pierre Mendès-France BP 94001 30001 NIMES CEDEX 5
Sous-traitant	HEPIA (analyses statistiques hydrobiologiques)

Date de création du document	Mai 2014
Contact	Sébastien Chazot <u>sebastien.chazot@brl.fr</u>

Titre du document	Phase 4 – Document B : Résumé
Référence du document :	800420_Ph4_B_Résumé
Indice :	VFb

Date émission	Indice	Observation	Dressé par	Vérfié et Validé par
Mai 2014	V1.0		Manon Jézéquel, Frédéric Bergé	Sébastien Chazot
Octobre 2014	VFb		Manon Jézéquel, Frédéric Bergé	Sébastien Chazot

ETUDE DE LA GESTION QUANTITATIVE DES DEBITS DU RHONE EN PERIODE DE BASSES EAUX

Phase 4 - Document B : Résumé

PREAMBULE.....	1
1. OBJECTIFS ET CONTENU DE LA PHASE 4	3
2. A L'ECHELLE MENSUELLE, LE DEBIT N'APPARAÎT PAS COMME UN FACTEUR DE CONTROLE PERTINENT VIS-A-VIS DE LA BIOLOGIE	4
3. 20 % DU LINEAIRE DU RHONE NON COURT-CIRCUITE EST SENSIBLE AUX VARIATIONS DE DEBITS : LE RHONE « LIBRE »	6
4. LA TEMPERATURE INFLUENCANT LE CORTEGE D'ESPECES : LES REJETS THERMIQUES ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EN SONT LES PRINCIPAUX FACTEURS	8
5. RELATION HYDROLOGIE/THERMIE/BIOLOGIE : DES REponses « AU CAS PAR CAS »	9
6. APPROCHE DES BESOINS DES MILIEUX AUX SIX POINTS NODAUX	11

PREAMBULE

L'Agence de l'Eau RMC a confié à BRLingénierie, associé à Hydrofis et Hepia (sous-traitants), la réalisation de l'étude de la gestion quantitative et des débits du Rhône en période de basses eaux.

Le Rhône est souvent considéré comme une ressource pléthorique et susceptible de satisfaire de nombreux usages (prélèvements pour l'eau potable, l'industrie ou l'irrigation, production hydroélectrique, refroidissement de centrales nucléaires, navigation, ...). **On peut cependant s'interroger sur l'évolution de sa capacité à satisfaire, à terme, en périodes d'étiage, tous ces usages, conjointement avec une garantie du bon état des milieux aquatiques associés**, compte tenu de plusieurs paramètres, en particulier :

- ▶ des perspectives d'évolution des usages prélevant dans le fleuve ou sa nappe ;
- ▶ des perspectives de modification de son régime hydrologique et de la température de ses eaux sous l'influence du changement climatique ;
- ▶ une émergence de divers projets de substitution ou de développement de ressource pour amener de l'eau du fleuve (eau superficielle ou nappe) vers des bassins voisins ne disposant pas des ressources suffisantes pour satisfaire leurs besoins (alimentation en eau potable, usage agricole, usage industriel) ;
- ▶ l'apparition de périodes de tensions, en particulier lors d'épisodes caniculaires et/ou d'étiage prononcé. Certaines années récentes se sont illustrées par des températures d'eau élevées (en particulier 2003 et 2006), qui ont conduit EDF à diminuer la production des CNPE.

Ces différents points soulignent l'importance de la question clé posée par le cahier des charges de l'étude : **« Quelle est la capacité du fleuve Rhône à répondre à l'ensemble des usages actuels et à venir tout en assurant le fonctionnement des milieux aquatiques ? »**. Plus précisément, l'étude doit apporter des réponses aux questions suivantes :

- ▶ Est-il pertinent de considérer le Rhône comme une ressource pléthorique ?
- ▶ Quelles sont les composantes du débit du Rhône (contributions des glaciers, du manteau neigeux, du Lac Léman, des affluents, de la pluviométrie...) et les différents leviers influençant les débits d'étiage ?
- ▶ Quels sont les impacts des variations de débits et de température sur les différents usages ?
- ▶ Quels seuils de débit ne faut-il pas dépasser sur le fleuve pour ne compromettre ni la vie biologique, ni les usages prioritaires (eau potable/sécurité civile) ?

L'étude est découpée en six phases chronologiques.

- ▶ La phase 1 caractérise le territoire de l'étude et dresse un bilan des influences anthropiques passées, actuelles et futures possibles, à l'échelle du bassin versant, sur les eaux superficielles et les eaux souterraines : gestion du lac Léman, barrages, transferts hydroélectriques, prélèvements pour l'irrigation, l'eau potable, l'industrie et le refroidissement des centrales nucléaires.
- ▶ La phase 2 reconstitue, au droit des six stations hydrométriques de référence, les débits non influencés par les prélèvements et évalue l'empreinte des influences anthropiques sur ces débits.
- ▶ La phase 3 examine les 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.
- ▶ La phase 4 s'interroge sur les conditions limites de débit à maintenir pour les poissons.
- ▶ Les phases 5 et 6 font la synthèse des débits limites pouvant être définis à ce stade dans le Rhône et évaluent les effets possibles d'une augmentation des prélèvements sur les étiages du Rhône.

Le présent document est un résumé des résultats obtenus dans le cadre de la phase 4.

1. OBJECTIFS ET CONTENU DE LA PHASE 4

Cette phase avait pour objectif initial de déterminer des valeurs de débits biologiques et de débits biologiques de survie, qui permettent de prendre en compte le bon état des milieux dans la définition des débits d'objectif d'étiage (DOE) et des débits de crise renforcé (DCR). Ces débits devaient être définis sur les linéaires du Rhône non court-circuité au droit des six points nodaux définis dans le SDAGE, à savoir : Pougny, Lagnieu, Ternay, Valence, Viviers et Beaucaire.

La méthodologie initialement prévue consistait, entre autres, à reconnaître *in situ* les zones à enjeux et à définir le degré de connexion des habitats en berges et annexes selon le débit. L'année 2013 n'a pas permis de développer cette méthodologie en raison de conditions hydrologiques peu favorables (période de basses eaux quasi absente).

Des réunions avec les experts de l'Irstea et un atelier d'experts (Irstea, EDF, CNRS-Lyon 1, ARALEP, CNR, EDF, ONEMA, Université de Liège), tenues les 2 et 3 décembre 2013 à Lyon, ont permis d'échanger sur le niveau de connaissance du fleuve et les éléments permettant d'appréhender les « conditions limites de débits pour les espèces » sur le Rhône non court-circuité.

Les résultats présentés dans le rapport de phase 4 ont permis de statuer sur les paramètres de contrôle des populations biologiques du Rhône non court-circuité et de leurs exigences au regard de l'état du système et du niveau de connaissance.

Il est ressorti des diverses analyses de données, des sources documentaires et des échanges avec les experts que sur 80 % de son linéaire, la variable hydrologique considérant le débit à l'échelle mensuelle n'apparaît pas comme facteur pertinent vis-à-vis de la biologie du Rhône non court-circuité.

L'approche n'a donc pas débouché strictement sur des valeurs de débits au droit des six points nodaux. Elle a cependant permis de progresser dans les connaissances sur le fonctionnement du fleuve vis-à-vis des espèces du Rhône non court-circuité, qui reste aujourd'hui peu étudié par rapport aux « vieux-Rhône ».

Dans un premier temps, **la compréhension du système Rhône et du fonctionnement des aménagements hydroélectriques a été essentielle pour intégrer les échelles temporelles de l'hydrologie vis-à-vis des milieux.** Un focus a été réalisé sur l'analyse des variations infra-journalières de débits associées aux ouvrages. Les incidences sur les lignes d'eau et degrés de connexion vis-à-vis des habitats aquatiques ont été approchées à partir des études existantes et analyses spécifiques mettant en lumière des sensibilités hétérogènes conduisant à définir des zones à enjeux.

La thermie du fleuve à différents pas de temps a fait l'objet d'une synthèse visant à évaluer l'incidence de ce paramètre sur les écosystèmes.

La compréhension des liens entre biologie, hydrologie et thermie du fleuve ainsi que des analyses spécifiques réalisées dans le cadre de l'étude ont permis de préciser le rôle de chaque composante sur les espèces présentes en quatre sites.

La phase 4 a abouti à la proposition de **valeurs hydrologiques qui ont pu être approchées au droit des zones à enjeux en l'état actuel des connaissances. Ces valeurs restent cependant à prendre comme des valeurs guides** pour une analyse *a posteriori* des scénarios de gestion et non des valeurs à intégrer dans le calcul de DOE ou DCR.

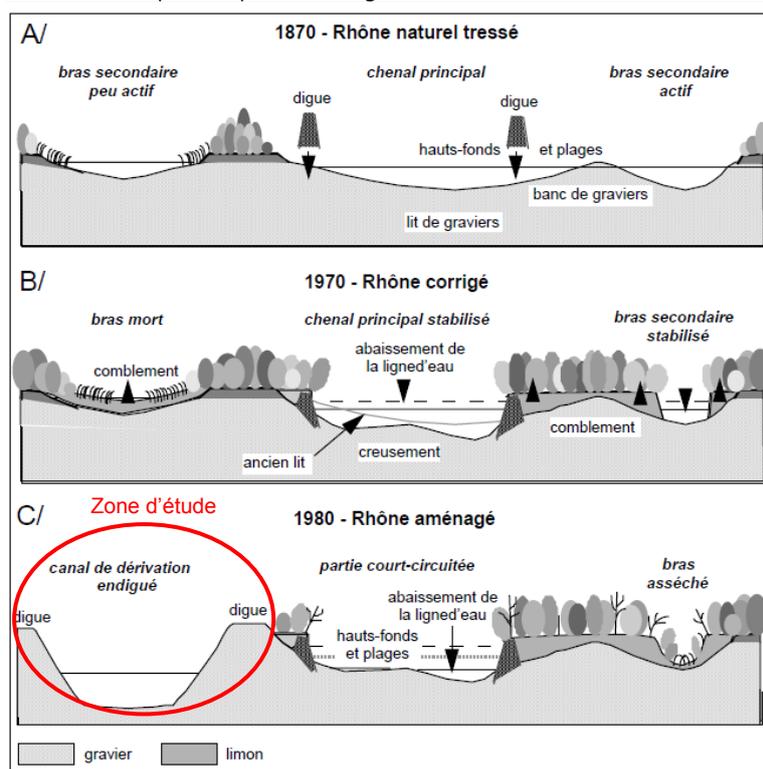
2. A L'ECHELLE MENSUELLE, LE DEBIT N'APPARAÎT PAS COMME UN FACTEUR DE CONTROLE PERTINENT VIS-A-VIS DE LA BIOLOGIE

LE RHONE NON COURT-CIRCUITE

L'étude a porté sur le Rhône non court-circuité qui correspond à la partie canalisée du linéaire du Rhône de l'aval du Léman à la mer. Les « vieux Rhône » ne sont pas étudiés dans la présente étude, considérant que les débits dans le Rhône court-circuité sont fixés par la réglementation sur les débits réservés (art L214.18 du Code de l'Environnement).

Alors que le Rhône était naturellement tressé avec la présence de bras secondaires, appelé lônes,, il y a quelques centaines d'années, il a dans un premier temps été endigué sur plusieurs centaines de kilomètres dans le but de lutter contre les inondations. Des aménagements ont ensuite été édifiés dans la seconde moitié du XIX^e siècle pour l'aménagement de la voie fluviale. C'est au XX^e siècle que sont apparus les aménagements à but énergétique et ainsi la création des canaux de dérivation endigués.

Figure 1 : Changement du profil transversal du Rhône à la suite des différents travaux de rectification de son cours depuis 1850. A- profil avant les endiguements Girardon ; B- profil un siècle après les premiers aménagements Girardon ; C- profil après aménagements CNR. (in Persat et al., 1995)

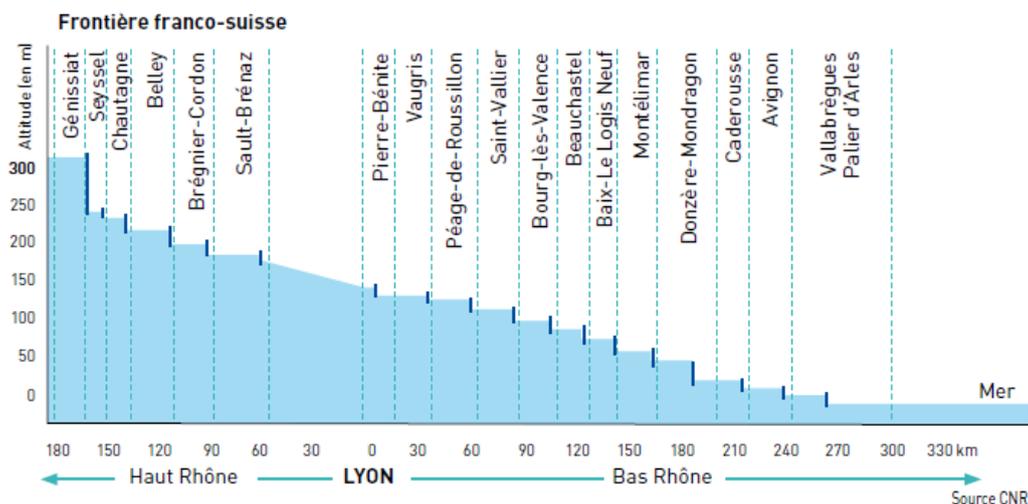


Le Rhône non court-circuité est essentiellement constitué d'une succession de biefs, contrôlés chacun par des ouvrages.

LE RHONE ARTIFICIALISE PAR LES AMENAGEMENTS HYDROELECTRIQUES

On compte au total 22 aménagements le long du Rhône dont 20 le long du Rhône français.

Figure 2 : Répartition des aménagements sur le Rhône français (source : le Rhône en 100 questions)



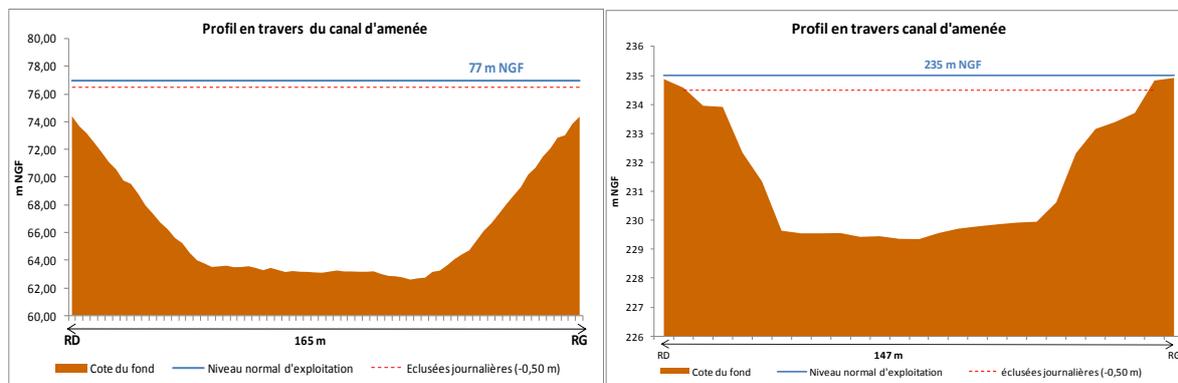
Depuis la frontière France/Suisse jusqu'à l'embouchure du fleuve, environ 160 km de linéaire sont canalisés par le fonctionnement des aménagements hydroélectriques (canaux de dérivation).

Les retenues des barrages sont contrôlées par les ouvrages, et des cotes fixes du plan d'eau amont sont maintenues pour l'exploitation des centrales hydroélectriques. Ces retenues totalisent 245 km du linéaire, soit environ 50 % du linéaire total du Rhône court-circuité.

La gestion des aménagements ne permet pas de maintenir une relation univoque entre la hauteur d'eau et le débit sur les linéaires influencés par les aménagements (canaux de dérivation et retenues). Le Rhône non court-circuité totalise un linéaire artificialisé de 406 km de long (somme de la longueur des retenues et des canaux de dérivation), ce qui représente environ **80 % du linéaire total** du Rhône français.

En raison du maintien de la ligne d'eau imposé par chaque ouvrage, de la forme trapézoïdale du lit, de la forte artificialisation des berges et de l'absence d'annexes fluviales, **le débit n'apparaît pas sur ces secteurs comme une variable de contrôle majeure pour le maintien des espèces.**

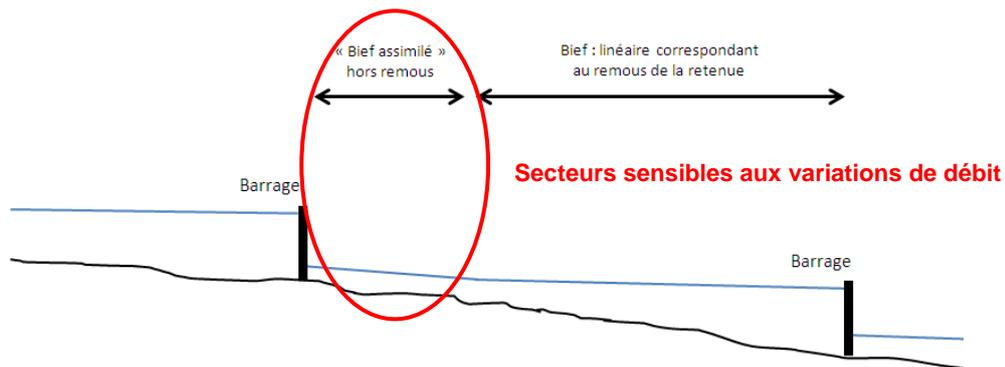
Figure 3 : Exemple de profils en travers dans le canal d'aménée de Montélimar (gauche) et Belley (droite) d'après les données bathymétriques (source : CNR)



3. 20 % DU LINEAIRE DU RHONE NON COURT-CIRCUITE EST SENSIBLE AUX VARIATIONS DE DEBITS : LE RHONE « LIBRE »

Les secteurs hors influence des aménagements, dits « à courant libre » ou « biefs assimilés », représentent 20 % du linéaire total du Rhône aménagé.

Figure 4 : Différence entre Bief et Bief « assimilé »



Ces secteurs présentent **une sensibilité au débit par la relation univoque existante entre débit et hauteur d'eau**. Cette sensibilité se traduit sur le terrain par **la disponibilité d'habitats selon le débit, notamment en berges ou par la connexion d'annexes fluviales**.

Deux secteurs sont principalement concernés par cette sensibilité au débit : le **secteur de Bugey** qui s'étend sur 22 km, situé sur le Haut-Rhône, et le **secteur d'Arles**, qui s'étend sur 62 km (en aval de l'ouvrage de Vallabrègue jusqu'à la mer).

D'autres biefs de 1 à 4 km à l'amont des retenues sont également concernés par ces variations mais ils ne constituent pas de zones à enjeux remarquables.

Il est important de noter que les variations infra-journalières de débit engendrées par l'optimisation énergétique des ouvrages est un facteur de dégradation de l'hydrosystème (confirmé par des inventaires biologiques : exemple du Rhône à Bugey), même si sur le Rhône, ces variations ne sont pas observées en période de basses eaux.

En effet, les fluctuations de débit entraînent des variations importantes de la disponibilité en habitats favorables, du fait de l'exondation régulière du lit (pied de berges, embâcles, plage de graviers...) : ils peuvent devenir progressivement « abiotiques » car difficilement colonisables par les espèces.

L'impact du débit sur la quantité d'habitats disponibles et la connexion aux annexes fluviales sur les secteurs les plus sensibles (Bugey et Arles) ont fait l'objet de développements spécifiques qui sont résumés ci-après.

DEBITS DE CONNEXION AVEC LES MILIEUX RIVULAIRES ET ANNEXES

Des travaux plus ou moins récents ont été menés afin d'évaluer le débit qui permet de garder la connectivité entre le chenal principal et les annexes fluviales et/ou les berges.

Secteur de Bugey

La modélisation hydraulique exploitée dans le cadre du projet BUGEY 2D de l'Irstea¹ a permis de montrer, via des simulations (Figure 5), une représentation et une quantification de l'évolution des habitats selon le débit.

Pour un débit inférieur à 200-300 m³/s, de nombreux bancs de graviers/galets sont exondés, les berges et embâcles déconnectés, réduisant fortement la disponibilité en habitats. Un débit de 500 m³/s permet une connexion complète de tous ces habitats en berges.

Secteur d'Arles²

Les digues transversales édifiées le long des berges du Rhône permettant de réduire la vitesse du courant et d'augmenter la sédimentation dans les compartiments latéraux pendant les épisodes de crue séparent différents compartiments aussi appelés « casiers Girardon ». Ces casiers peuvent être connectés ou non avec le chenal principal selon le niveau d'eau. Ils peuvent jouer un rôle important pour les espèces piscicoles qui utilisent généralement des plaines d'inondations naturelles pour se reproduire, se nourrir ou encore se réfugier.

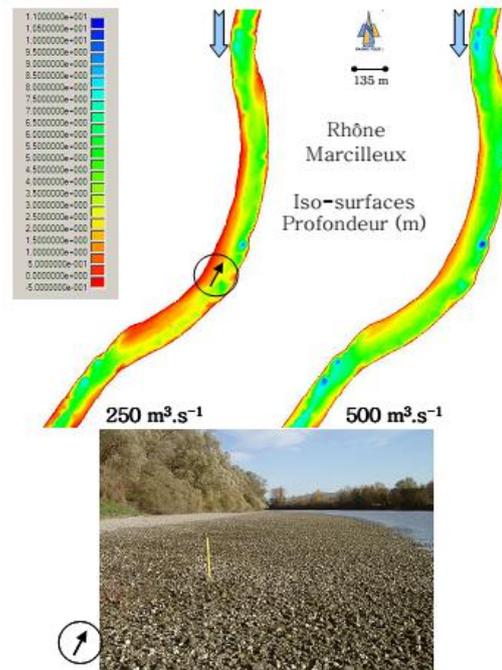


Figure 5 : Représentation des simulations à l'amont de la CNPE Bugey. (source : Capra H. et al., 2010)

Les campagnes de terrains ont montré que l'isolation complète des casiers et bras morts est mesurée lorsque le débit du Rhône est inférieur ou égal à 400 m³/s. Pour un débit du Rhône supérieurs à 800 m³/s, 5 casiers sur 9 sont connectés avec le chenal principal et c'est seulement à partir de 2500 m³/s que l'ensemble des casiers et bras morts sont submergés ou présentant un écoulement amont-aval.

Pour autant, il n'a pas été identifié de données biologiques ou d'études complémentaires permettant d'évaluer l'impact des débits sur les communautés aquatiques sur ce site (liens entre connexion des annexes fluviales et biologie).

¹ Capra H., Pella H., Morin J., Le Pichon C., Perraud C., Datry T., Secretan Y., Jouve P., Matte P. 2010. Conséquences de l'artificialisation de l'hydrologie du Rhône sur la structuration des communautés d'invertébrés et de poissons. Rapport Final. Rapport Cemagref – Agence de l'Eau RM&C. 104 pp.

² Nicolas Y., Pont D. 1997. Hydrosedimentary classification of natural and engineered backwaters of a large river, the lower Rhône: possible applications for the maintenance of high fish biodiversity. Regulated Rivers : Research & Management, Vol. 13 : 417-431.

IMPACT DES BAS DEBITS POUR LES GRANDS MIGRATEURS

L'hydrologie joue également un rôle important sur l'attractivité du fleuve vis-à-vis des espèces amphihalines. Lorsque les débits hivernaux et du début du printemps sont faibles, le fleuve est moins attractif et inversement.

Les observations réalisées au printemps 2011, alors que l'hydrologie du fleuve était faible, ont montré de très faibles remontées d'aloses feintes du Rhône comparativement aux années précédentes.

Une fois la migration enclenchée dans le fleuve, **l'hydrologie a un rôle important sur l'attractivité des voies de passages** (écluse pour le canal usinier et **équipement de passes à poissons en cours ou en projet** sur les barrages des Vieux Rhône). La colonisation du bassin peut rester cantonnée à l'aval (surverses aux barrages des Vieux Rhône dépassant celles des canaux usiniers) ou au contraire remonter jusqu'à Montélimar dès la fin du mois d'avril (surverses aux barrages des Vieux Rhône faibles ou inexistantes).

Il n'a pas été observé d'arrêt de migration suite à une baisse de débit du Rhône dans la mesure où cette baisse intervient de façon progressive. *A priori*, les arrêts de migration chez l'Alose feinte sont surtout liés à des variations brusques de débit qui sont essentiellement liées aux crues.

4. LA TEMPERATURE INFLUENCANT LE CORTEGE D'ESPECES : LES REJETS THERMIQUES ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EN SONT LES PRINCIPAUX FACTEURS

La température de l'eau en un point du Rhône est liée aux résultats des transferts amont-aval depuis la sortie du lac Léman, de la température de l'air et de l'échauffement des CNPE. Cependant, c'est la température de l'eau en sortie du Léman (fortement influencée par la météorologie locale) qui est fondamentale dans le régime thermique du Rhône, et ce d'autant plus que le débit est élevé.

LA TEMPERATURE ET LES CHANGEMENTS BIOLOGIQUES

Il ressort des analyses statistiques discriminantes de l'étude thermique Rhône (EDF) que les rejets thermiques des CNPE réalisés ces dernières décennies interviennent en premier ordre par rapport à l'évolution climatique dans les changements biologiques, et ils sont observés surtout dans le chenal.

Les effets biologiques des rejets thermiques sont identifiés localement, à l'aval immédiat des CNPE. En période de basses eaux, ces effets sont d'autant plus marqués que le milieu est moins dilué et la profondeur plus faible. Un effet thermique fort en aval du rejet peut avoir des conséquences sur la richesse du peuplement des invertébrés (nette diminution à des échauffements atteignant 8 à 9°C), sur les végétaux supérieurs (baisse de diversité avec un échauffement de 5°C) et sur les poissons (mais pas de différence significative entre les peuplements amont et aval des sites à une échelle plus large).

Cependant, aucun épisode de mortalité lié à la température du Rhône n'a été recensé à ce jour. Les modifications du cortège biologique sont essentiellement liées aux modifications d'habitats, de physico-chimie de l'eau, à la colonisation de nouvelles espèces et aux changements globaux : on constate globalement une diminution des espèces exigeantes.

Les températures enregistrées aujourd'hui sur le fleuve peuvent être une source de stress pour la vie aquatique (en dehors des optimums) mais jamais à un niveau léthal.

AUGMENTER LE DEBIT POUR REDUIRE LA TEMPERATURE

L'activation synchrone des leviers hydrauliques existants (apports de débit supplémentaires depuis certains affluents) aurait une incidence limitée, à environ 0.5°C, pendant la période estivale.

Si les apports au Rhône sont accentués à partir du Léman au printemps et en été, il sera enregistré sur le Haut-Rhône une hausse des températures alors que sur le bas Rhône, elle provoquera une baisse des températures du fleuve, dans des proportions très limitées (-0.1°C pour +50 m³/s).

Il ressort que l'hydrologie ne semble pas être un facteur sur lequel une gestion spécifique puisse être apportée pour réduire significativement la température du fleuve.

Aussi, la température n'a pas été retenue comme critère déterminant dans le cadre de la définition des besoins des milieux.

5. RELATION HYDROLOGIE/THERMIE/BIOLOGIE : DES REPONSES « AU CAS PAR CAS »

Une synthèse des principales études réalisées sur le Rhône qui traitent des relations entre les peuplements piscicoles, l'hydrologie et la thermie a permis de montrer que :

- ▶ la plupart des liens mis en évidence entre les trois composantes concernent les jeunes stades de vie. Cela s'explique par le fait qu'ils sont réputés plus sensibles aux variations physiques de leur environnement que les stades juvéniles et adultes et par le biais d'échantillonnages (pêche de berge où les jeunes stades sont plus représentés) ;
- ▶ la saisonnalité est une composante essentielle à considérer pour comprendre les effets des régimes hydrologiques et thermiques. Ces deux variables ont un effet soit sur les adultes au moment de la reproduction, soit sur les produits de la reproduction à différents stades de croissance (œuf, larve, alevin) ;
- ▶ le rôle des variabilités hydrologique et thermique interannuelles dépend du site considéré (composition spécifique du peuplement, diversité et caractéristiques de l'habitat local, distance aux barrages, histoire du site en termes d'aménagement...) ;
- ▶ il est relativement difficile de séparer la part respective de variabilité liée à une tendance d'évolution du peuplement à long terme, de celle liée à des variations interannuelles.

Dans le cadre de cette phase, Franck Cattaneo (HEPIA) a également réalisé des analyses spécifiques permettant de mettre en lumière le rôle de chaque composante sur les espèces présentes.

La méthodologie générale des approches conduites s'est basée sur les données de suivi piscicole des quatre CNPE EDF de Bugey, Saint-Alban/Saint-Maurice l'Exil, Cruas-Meysse et Tricastin. Les analyses ont porté uniquement sur la classe des jeunes de l'année (0+) pour les sites de Bugey et Saint-Alban, et sur la totalité du peuplement pour les autres sites. Ces données biologiques ont été couplées à des données de débits journaliers représentatives des quatre sites, ainsi qu'à des données de températures journalières.

Les chroniques de débit et température (sur 20/30 ans selon les sites) ont été décrites par 14 variables, calculées pour trois saisons (hiver, reproduction, croissance) correspondant à trois phases du cycle biologique des espèces.

Des analyses multivariées (ACP) ont été utilisées pour décrire l'évolution de la structure du peuplement, de l'hydrologie et de la température interannuelle au droit de chaque station CNPE EDF.

Bugey

Il ressort que l'évolution globale du peuplement dépend de facteurs climatiques globaux, notamment thermiques. Il y a une augmentation d'espèces eurythermes et/ou méridionales, à ponte tardive et fractionnée et plutôt de grande taille (gardon, spirin, chevaine, barbeau) au détriment d'espèces plus septentrionales et sténothermes (vandoise, goujon, ablette).

Néanmoins, la variation interannuelle des débits printaniers et estivaux module le succès reproducteur de certaines espèces autour de cette tendance. Des espèces comme le hotu, la truite, le chabot, le blageon et la vandoise, présentant les enjeux écologiques les plus importants (espèces très rhéophiles et sténothermes froides) voient leurs abondances augmenter les années à faible hydraulité printanière, sans qu'une tendance à long terme soit identifiée.

Péage de Roussillon

La structure du peuplement a peu évolué. L'augmentation de la température à long terme (+2.5°C) n'est pas associée à une évolution du peuplement piscicole.

En revanche, le peuplement piscicole présente une variabilité interannuelle qui s'explique en partie par les composantes hydrologiques et thermiques saisonnières, notamment estivales. La faible hydraulité estivale et les températures élevées favorisent l'abondance du recrutement pour l'ensemble des espèces.

La variabilité hydrologique semble peu influencer le peuplement, probablement en raison de l'effet « tampon » de la retenue (relation débit-hauteur d'eau non univoque) et de la consigne de gestion de l'ouvrage.

Cruas

La richesse spécifique s'est accrue au cours du temps, notamment par addition d'espèces non autochtones (carassin argenté, grémille, sandre, silure, pseudorasbora). L'abondance de cyprinidés rhéophiles (barbeau, hotu, spirin, blageon), de la brème commune, du chabot, du chevaine et du goujon, présente une tendance significative à l'augmentation qui peut être associée à l'accroissement des températures printanières et estivales depuis une trentaine d'années, reflétant les effets du changement climatique.

D'une année sur l'autre, le peuplement piscicole à Cruas répond aux variations hydrologiques et thermiques saisonnières. En particulier, la stabilité hydrologique et l'absence de crue en période estivale favorisent les abondances de l'ensemble des espèces.

Tricastin

L'ablette, le chevaine et le gardon dominant largement le peuplement, qui est surtout composé d'espèces de grande taille (> 30 cm), eurythermes, limnophiles, phyto-lithophiles, et peu exigeantes quant à la qualité de l'eau et de l'habitat.

En trois décennies, la richesse spécifique ainsi que l'abondance globale du peuplement ont significativement augmenté. La baisse de l'hydraulité et les augmentations des températures printanières et estivales sont associées à l'augmentation des abondances d'espèces telles que le gardon, les brèmes, le goujon, le barbeau, le hotu, la carpe, le carassin, ou encore la bouvière. L'apport d'espèces non autochtones (par ex., carassin argenté, pseudorasbora, silure) explique en partie l'accroissement de richesse spécifique, mais ce dernier est surtout lié à l'addition d'espèces natives qui colonisent le milieu (par exemple : bouvière, spirin, tanche).

En plus des effets liés au changement climatique, l'évolution du peuplement au niveau de Tricastin a été fortement marquée par la crue majeure d'octobre 1993 (T = 100 ans), qui a complètement changé l'état du système (forte augmentation de la richesse spécifique et des abondances globales), probablement suite aux modifications drastiques de l'habitat physique et à l'apport de nouvelles espèces depuis l'amont. Depuis cette crue majeure, les variabilités interannuelles hivernales et printanières de l'hydrologie modulent les abondances d'espèces comme le gardon, le hotu, la bouvière, le goujon, les brèmes, le barbeau, le chevaine, le spirin ou encore l'ablette, qui répondent positivement à une hydraulité élevée.

Ces analyses de corrélations permettent d'apporter des connaissances supplémentaires sur les peuplements piscicoles du Rhône en relation avec l'hydrologie et la température. Il en ressort que le changement dans la structure du peuplement est principalement lié à l'augmentation des températures en période estivale, donc à l'effet cumulé de l'échauffement des CNPE et du changement climatique. Les variations hydrologiques semblent peu influencer les peuplements. Des augmentations d'abondance de certaines espèces peuvent être observées à faibles hydraulicités printanières ou estivales.

6. APPROCHE DES BESOINS DES MILIEUX AUX SIX POINTS NODAUX

Comme annoncé en tête de résumé, l'étude n'a pas permis d'aboutir à des valeurs sur l'ensemble des six points nodaux.

Il faut retenir de l'étude que 80 % du linéaire du Rhône non court-circuité présente des lignes d'eaux contrôlées par des ouvrages et donc que le **débit ne présente pas, sur ces tronçons, un critère pertinent pour définir les besoins des milieux aquatiques.**

Les 20 % restant sont dit « à courant libre » et présentent des relations entre débits et niveaux d'eau. Ils sont donc sensibles aux variations de débits. Les études scientifiques ont été réalisées sur les deux principaux secteurs à enjeux (Bugey et aval du barrage de Vallabrègues) et ont permis de définir des relations entre débits et niveaux de connexions aux berges, embâcles ou annexes :

- ▶ Secteur de Bugey (Lagnieu) : 200 m³/s à 250 – 300 m³/s (QMNA 5 à 216 m³/s et QMNA moyen à 282 m³/s)
- ▶ **Secteur d'Arles (Beaucaire) : pour un débit de 700-800 m³/s, 5 casiers sur 9 sont connectés (QMNA 5 à 680 m³/s et QMNA moyen à 843 m³/s). S'il est fort probable que ces annexes jouent un rôle dans l'équilibre biologique du système, il n'a pas été identifié de données biologiques ou d'études complémentaires permettant d'évaluer l'impact des débits sur les communautés aquatiques.**

Sur « le Rhône libre » non court-circuité, les experts s'accordent sur le fait que la gestion de la problématique des basses eaux pour la biologie n'est pas contenue dans la valeur absolue du débit mais dans la prise en compte des variations infra-journalières de débit, notamment sur un secteur comme Bugey.

La valeur mensuelle de débit n'a que peu de sens d'un point de vue biologique pour caractériser les besoins des milieux sur ce système. Ces valeurs de débits ne peuvent être utilisés *stricto sensu* dans le calcul des DOE et volumes prélevables.

L'étude devait également aboutir à la définition de débits biologiques de survie (DBS) qui doit permettre de satisfaire, en étiage sévère, les fonctionnalités biologiques du milieu en situation de survie à tout moment. Sur le Rhône, aucun épisode de mortalité ayant pour cause une baisse significative des débits n'a encore été enregistré à ce jour.

Ces propositions de DBS sur les tronçons contrôlés par les ouvrages ont peu ou pas de signification dans la mesure où les ouvrages existants maintiennent à leur amont un plan d'eau permanent pour les bas débits : le maintien d'un plan d'eau garantissant la survie des espèces.

La gestion de la problématique des basses eaux pour la biologie sur le Rhône libre ne sera pas contenue dans la seule valeur absolue du débit à l'échelle mensuelle ou journalière. En effet, les variations infra-journalières de débit constituent un facteur déterminant sur le fonctionnement écologique du fleuve.

La réflexion portée à ce jour sur les valeurs de DOE et DCR dans le cadre du SDAGE ne permet pas de prendre en compte cette spécificité.

La prise en compte des variations infra-journalières de débits et la compréhension du rôle des annexes sur la biologie semblent constituer les pistes d'investigations préalables pour proposer une gestion hydrologique visant le bon état et le bon potentiel du fleuve Rhône.