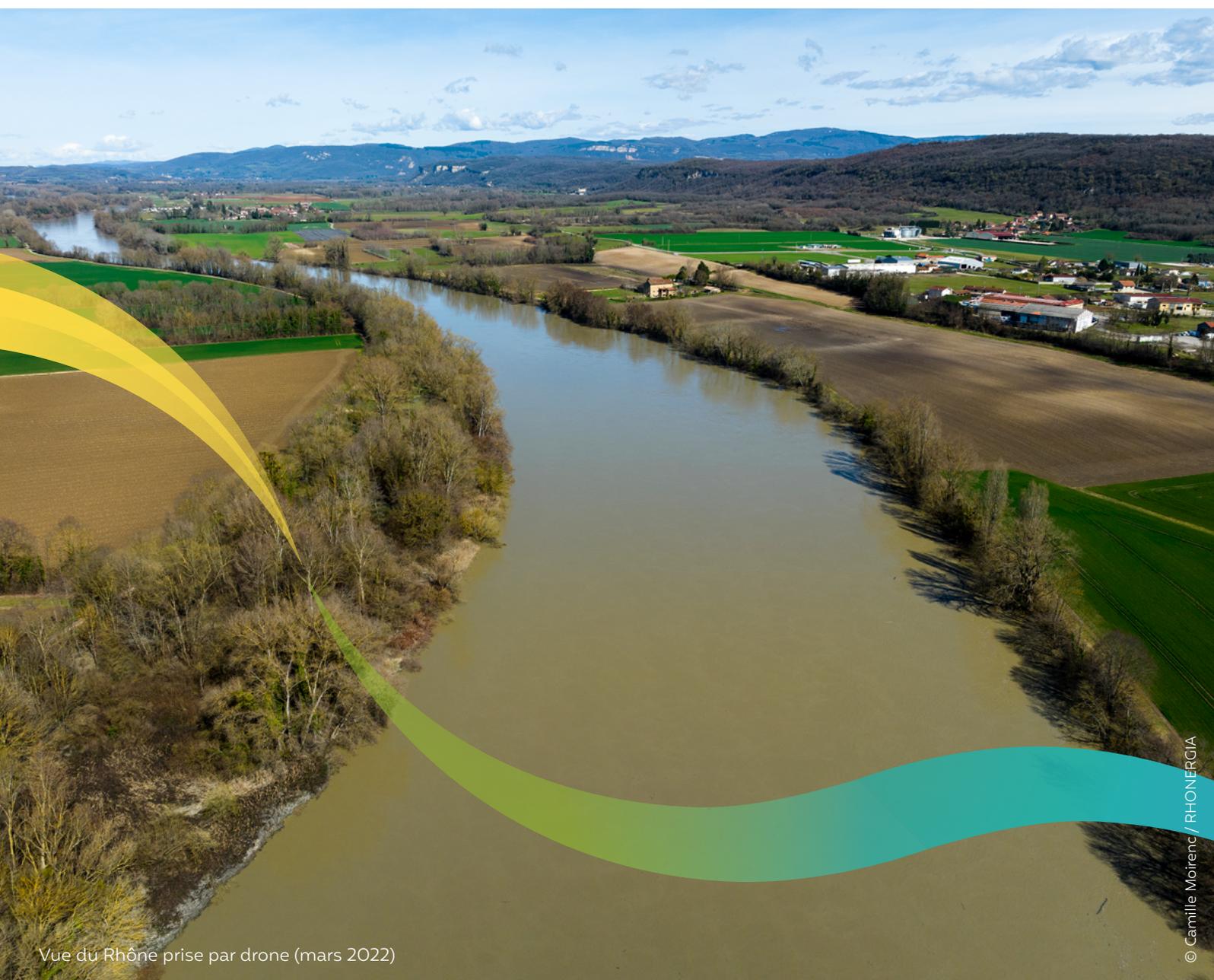


## ANNEXES DU DOSSIER DE LA CONCERTATION PRÉALABLE 1<sup>ER</sup> DÉCEMBRE 2023 - 29 FÉVRIER 2024



Vue du Rhône prise par drone (mars 2022)

© Camille Moirenc / RHONERGIA

# SOMMAIRE

<b>ANNEXE 1 LE RHÔNE ET LA NAVIGATION</b>	<b>1</b>	Les masses d'eau	28
Le Rhône, un axe fluvial à haut potentiel	1	Température des eaux	28
		Morphologie du fleuve	28
<b>ANNEXE 2 L'EXPLOITATION HYDROÉLECTRIQUE DU RHÔNE</b>	<b>4</b>	<b>ANNEXE 7 L'ÉTUDE DES SOLS</b>	<b>31</b>
Historique du développement de l'hydroélectricité sur le Rhône	4	Des formations alluvionnaires quaternaires	32
Le cadre légal et réglementaire d'intervention de CNR	6	Un substrat molassique tertiaire	32
500 M€ d'investissement prévus par la loi du 28 février 2022 « Aménagement du Rhône »	7	Les aquifères	32
La gestion centralisée des aménagements hydroélectriques du Rhône	7	<b>ANNEXE 8 LES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX DE L'EXPLOITATION HYDROÉLECTRIQUE DU RHÔNE</b>	<b>33</b>
L'enjeu de la sécurité	8	La démarche dite « ERC – AS » (Éviter – Réduire – Compenser et d'Accompagnement et de Suivi)	33
<b>ANNEXE 3 L'ABANDON DU PROJET D'AMÉNAGEMENT TERRITORIAL DE LOYETTES (1996)</b>	<b>11</b>	Les enjeux environnementaux de la gestion hydroélectrique du Rhône	33
		Les zonages de protection réglementaire et d'inventaires relatifs aux milieux naturels	39
<b>ANNEXE 4 LES POLITIQUES PUBLIQUES RELATIVES À LA LUTTE CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE</b>	<b>14</b>	Les milieux naturels	40
L'accord de Paris	14	Continuités écologiques aquatiques et terrestres	40
La nouvelle ambition climatique européenne	14	<b>ANNEXE 9 LE RHÔNE, UNE RESSOURCE ESSENTIELLE POUR L'AGRICULTURE</b>	<b>44</b>
La Stratégie nationale bas carbone (SNBC)	14	L'accompagnement de la mutation des pratiques agricoles	45
La programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE)	15	Exemples d'initiatives vertueuses soutenues par CNR	45
Le SRADDET Auvergne-Rhône-Alpes	16	<b>ANNEXE 10 LE FONCTIONNEMENT DES INSTALLATIONS DE PRODUCTION HYDROÉLECTRIQUE</b>	<b>46</b>
<b>ANNEXE 5 LE FLEUVE RHÔNE ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE : QUELLES PERSPECTIVES ?</b>	<b>17</b>	Le fonctionnement d'une installation hydroélectrique	46
L'impact du changement climatique sur les eaux du Rhône	17	Les différents types d'aménagements hydroélectriques	46
L'impact du changement climatique sur l'hydrologie	18	Les aménagements hydroélectriques au fil de l'eau	47
Le Rhône, une ressource pour lutter contre le changement climatique	20	Les groupes turbo-alternateurs de l'usine hydroélectrique à l'étude	48
L'empreinte carbone du projet RhôneGria à l'étude	22	<b>ANNEXE 11 LES INTERFACES ENTRE LE PROJET RHÔNERGIA ET LE CENTRE NUCLEAIRE DE PRODUCTION D'ELECTRICITE DU BUGEY</b>	<b>49</b>
<b>ANNEXE 6 LE RÉGIME HYDROMORPHOLOGIQUE DU RHÔNE</b>	<b>25</b>	<b>ANNEXE 12 LE PERIMÈTRE DE LA CONCERTATION</b>	<b>52</b>
Hydrologie courante	25		
Étiage	26		
Crues du Rhône et de l'Ain	26		
Le fonctionnement du Rhône et de ses affluents	27		

## ANNEXE 1

## LE RHÔNE ET LA NAVIGATION

Long de 812 km, le Rhône prend sa source dans le glacier suisse du même nom vers 1 900 m d'altitude, sur les pentes du massif de l'Aar-Gothard, surnommé le « château d'eau de l'Europe ». Il traverse le lac Léman puis coule en France où il se jette par le delta de Camargue dans la mer Méditerranée. Il est le plus puissant des fleuves français. Le Haut-Rhône correspond à la partie du fleuve comprise entre la frontière franco-suisse et l'agglomération lyonnaise.

En France, le Rhône accueille sur ses rives un quart de la population et des emplois du bassin Rhône-Méditerranée. Il génère un quart de la production hydroélectrique du pays et constitue une ressource pour de nombreux autres usages : navigation, alimentation en eau potable, irrigation agricole, refroidissement des centrales nucléaires et autres activités industrielles, tourisme et loisirs.

## RÉPARTITION DES USAGES DU FLEUVE RHÔNE FRANÇAIS

Prélèvement net par usage	Mm <sup>3</sup> /an	%
Centrales nucléaires	80	2,55 %
Industrie	150	4,80 %
Eau potable	520	16,61 %
Agriculture	1 500	47,92 %
Navigation	140	4,47 %
Hydroélectricité (transfert)	740	23,65 %
Total	3 130	100 %

Mm<sup>3</sup> = millions de m<sup>3</sup>

Source : Étude de l'hydrologie du fleuve Rhône sous changement climatique. Diagnostic actualisé de la situation hydrologique du fleuve. Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse. Mars 2023

## LE RHÔNE, UN AXE FLUVIAL À HAUT POTENTIEL

Aménagé à grand gabarit (c'est-à-dire pouvant accueillir de grands bateaux) entre les deux aires économiques structurantes que sont les métropoles de Marseille et de Lyon, le fleuve Rhône est au cœur du corridor « Méditerranéen » transeuropéen. Associé au rail, il représente une porte d'entrée stratégique pour développer le fret vers l'Europe et les grands axes maritimes mondiaux. Il accueille près de 15 % des conteneurs acheminés sur le réseau français et le port de Lyon Edouard Herriot est le troisième port fluvial de l'Hexagone. Par son caractère massifié (c'est-à-dire qui permet de transporter des volumes importants sur un bateau) particulièrement adapté au transport de vrac, de conteneurs, de matières dangereuses et aux convois exceptionnels, le transport fluvial sur le Rhône contribue à décarboner le transport de marchandises.

Aménageur du fleuve, gestionnaire d'écluses et de zones d'activités portuaires, CNR soutient la croissance du transport fluvial, au service de la transition écologique et du développement industriel des territoires : malgré une baisse du transport fluvial sur le Rhône de 30 % entre 2012 et 2022<sup>1</sup> liée à différentes causes extérieures à CNR (restructuration industrielle, usages réduits de certaines matières, crises céréalières, du BTP), CNR a maintenu ses actions de soutien au développement de la voie d'eau : développement des sites portuaires, remise voie d'eau (réduction de loyer lorsqu'un amodataire réalise des trafics cibles), stimulation et suivi de l'écosystème d'acteurs, financements dans les cadre des plans de missions d'intérêt général (MIG) puis les plans 5Rhône<sup>2</sup>. Sa mission navigation ne se limite pas à l'entretien du chenal et au fonctionnement des écluses. Engagée à dynamiser le trafic fluvial, CNR contribue à la vitalité économique du sillon rhodanien et au maintien de l'emploi. Elle participe activement en ce sens à la mission sur l'axe Méditerranée-Rhône-Saône (MERS), confiée par le Président de la République au Préfet coordonnateur de bassin, qui a pour objectif de renforcer les

1 [https://www.vnf.fr/vnf/app/uploads/2022/10/VNF-Chiffres-cle%CC%81s-2021\\_pages.pdf](https://www.vnf.fr/vnf/app/uploads/2022/10/VNF-Chiffres-cle%CC%81s-2021_pages.pdf)

2 <https://www.cnr.tm.fr/enjeux-strategie/accompagner-les-territoires-rhodaniens-avec-les-plans-5rhone/>

synergies entre les gestionnaires d'infrastructures portuaires et de navigation ainsi qu'avec les acteurs territoriaux. Les coopérations portent sur la logistique, l'industrie, l'énergie, l'économie, etc.

Le Rhône est également une voie d'eau accueillante pour découvrir en douceur le patrimoine naturel et culturel des territoires. À ce titre, CNR l'aménage pour favoriser le tourisme itinérant et encourage le tourisme fluvial qui associe croisière sur le fleuve et visites à terre, plaisir de l'eau et périples dans l'arrière-pays rhodanien.

### Une alternative à la route

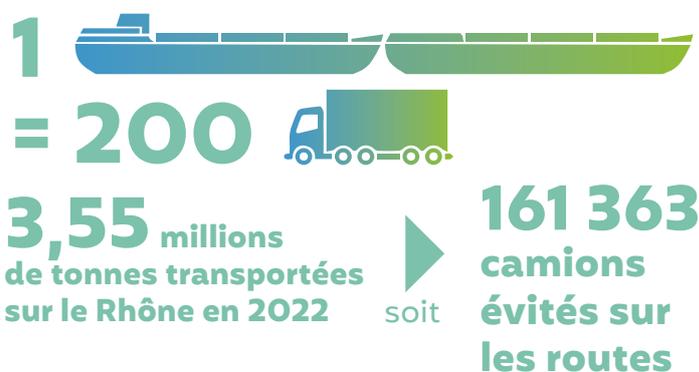
Émettant quatre fois moins de CO<sub>2</sub> à la tonne transportée que la route, le transport fluvial fait partie des mobilités alternatives pour lutter contre le dérèglement climatique. Contribuant à diminuer le trafic poids lourds, son développement permet de réduire l'empreinte écologique de la logistique ainsi que la congestion routière et les nuisances sonores. Même si la part modale du transport fluvial (c'est-à-dire la part des déplacements effectués par voie fluviale) diminue (passant de 2,4 % à 2 % entre 2015 et 2021) comme celle du ferroviaire (de 12 % à 10,7 % sur la même période) alors que celle de la route augmente (passant de 85,6 % à 87,3 % également sur cette période), un convoi poussé (pousseurs + barges) pouvant transporter jusqu'à 5000 tonnes soit l'équivalent de 200 camions, le fluvial reste un outil pour diminuer le trafic poids lourds et ses impacts. D'autant que les infrastructures de navigation du fleuve Rhône pourraient accueillir quatre à cinq fois plus de trafic à l'année sans un euro supplémentaire d'investissement. Elles peuvent aussi servir à l'approvisionnement des cœurs de ville et contribuer à une logistique urbaine verte.

Malgré ses réserves de capacités importantes et son intérêt pour la transition énergétique, l'infrastructure fluviale reste actuellement largement sous-utilisée. Le fret sur le Rhône a diminué notamment depuis la crise sanitaire de 2020 (- 8 %<sup>3</sup>).

En partenariat avec SNCF Réseau et VNF, CNR s'emploie à renforcer la complémentarité fer/fleuve sur l'axe Rhône-Saône pour construire des chaînes logistiques combinant différents types de transport bas carbone. CNR soutient aussi le verdissement de la flotte fluviale (abondement de CNR au Plan d'aides à la modernisation et à l'innovation de la flotte (PAMI) de VNF - 1 M€ sur 2022 -2027<sup>4</sup>) et s'engage à faire de la navigation intérieure un transport écologique de référence.

### Une offre portuaire de proximité

CNR gère, modernise et développe 18 zones d'activités industrialo-portuaires qui s'échelonnent tous les 20 kilomètres de Lyon à la Méditerranée. Prestataires logistiques y voisinent avec sociétés industrielles et du BTP intéressées par une implantation connectée à la voie d'eau et au rail pour leur approvisionnement ou l'expédition de leurs produits. Le Port de Lyon est la tête de pont de ce réseau qui accueille 172 entreprises et 5 200 emplois sur 930 hectares. Le foncier disponible de CNR, déjà anthropisé, est riche de potentiels pour participer à la réindustrialisation de l'axe Rhône-Saône dans le respect de l'environnement : la mise à disposition d'un foncier viabilisé et équipé d'infrastructures de transport multimodales est cruciale pour attirer des entreprises dans la vallée du Rhône et développer le fret fluvial.



3 [https://www.vnf.fr/vnf/app/uploads/2022/10/VNF-Chiffres-cle%CC%81s-2021\\_pages.pdf](https://www.vnf.fr/vnf/app/uploads/2022/10/VNF-Chiffres-cle%CC%81s-2021_pages.pdf)

4 <https://www.vnf.fr/vnf/accueil/beneficier-de-solutions-en-faveur-de-la-transition-energetique-du-secteur-fluvial/comment-financer-un-projet-de-verdissement-de-la-flotte-fluviale/pami/>

### Qualité de service aux navigants

Depuis 2012, le Centre de Gestion de la Navigation de CNR installé à Châteauneuf-du-Rhône (Drôme) surveille et téléconduit à distance, 7 j/7 et 24 h/24, les 14 écluses à grand gabarit du Rhône. Il contribue ainsi à la sécurité sur le fleuve, optimise le passage aux écluses (éclusages de moins de 20 minutes) et apporte aux navigants une information en temps réel sur le trafic.

### Tourisme vert

En partenariat avec les acteurs territoriaux, CNR développe des services à quai pour la plaisance et la croisière dans le sillon rhodanien et accompagne l'essor du slow tourisme<sup>5</sup> sur le Haut-Rhône. Dans ce secteur, la concession du Rhône se compose de 57 km de voies navigables continues pour la plaisance entre Seyssel et l'amont de l'usine de Brégnier-Cordon, avec des écluses permettant le franchissement des centrales des aménagements de Belley et Chautagne. L'écluse de Savières relie le Rhône au lac du Bourget via le canal de Savières (géré par CNR depuis la prolongation de la concession).

L'impact de cette ouverture a fait l'objet d'un suivi par l'Observatoire de la navigation du Haut-Rhône, piloté par le Syndicat du Haut-Rhône, jusqu'en 2016. Deux projets locaux d'accueil de bateaux de plaisance ont accompagné ces opérations, à Seyssel et Virignin, sur le parcours de la ViaRhôna. À Virignin, les plaisanciers disposent d'une capitainerie et d'hébergements.

L'entreprise s'est par ailleurs impliquée dans des projets portés par les collectivités territoriales : création d'appointements pour bateaux à passagers dans ses sites à fort potentiel touristique et économique, amélioration et extension de ports de plaisance, réalisation de haltes fluviales, de rampes à canoë, etc. En 2022, VNF et CNR ont initié le Club Croisière Rhône Saône qui fédère les professionnels de la croisière fluviale, le monde du tourisme et les territoires. L'ambition partagée est d'améliorer l'accueil et le niveau de services aux escales, de contribuer à la promotion et au verdissement de la filière, d'anticiper l'offre touristique de demain et d'augmenter les retombées économiques pour les territoires. Dans cette optique, CNR a notamment programmé l'installation de bornes électriques à haute puissance sur 10 sites de la vallée du Rhône, permettant le branchement des bateaux de croisière en escale, afin d'éviter les nuisances liées au fonctionnement des moteurs.

### VUE PAR DRONE DE L'ÉCLUSE DE CHAUTAGNE/BELLEY.



5 Le slow tourisme est un tourisme alternatif, plus respectueux de l'environnement.

## ANNEXE 2

# L'EXPLOITATION HYDROÉLECTRIQUE DU RHÔNE

Depuis l'antiquité romaine, le Rhône a joué un rôle majeur dans les échanges. Au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle est entreprise la construction de la voie navigable dans le lit même du fleuve, avec notamment les épis Girardon, ces enrochements aménagés pour constituer un chenal entretenu par le curage naturel du lit du fleuve. Mais c'est surtout au lendemain de la seconde guerre mondiale que son exploitation s'est largement développée, avec la mise en œuvre d'un programme d'aménagements hydroélectriques et la sécurisation de la navigation dans le cadre de la concession du Rhône attribuée à CNR.

Concessionnaire du Rhône depuis près de 90 ans, CNR dispose d'une expertise internationalement reconnue dans la gestion intégrée du fleuve, c'est-à-dire le pilotage de l'ensemble des ouvrages depuis un point. Les ouvrages réalisés et exploités pour transformer sa puissance hydraulique en électricité servent à de multiples autres usages de l'eau. Et les ressources dégagées par l'utilisation de sa force motrice participent à l'aménagement et à la vitalité socio-économique du sillon rhodanien ainsi qu'à la préservation de ses milieux naturels.

## HISTORIQUE DU DÉVELOPPEMENT DE L'HYDROÉLECTRICITÉ SUR LE RHÔNE

**1899** : la Société Lyonnaise des forces motrices du Rhône met en service la centrale électrique de Jonage-Cusset, aujourd'hui gérée par EDF.

**1935** : le programme global d'aménagement du Rhône de la CNR est approuvé par décision

ministérielle. Il comporte 20 ouvrages hydroélectriques de la frontière suisse à la Méditerranée (7 en amont de Lyon et 13 en aval) et des sites industriels et portuaires.

De **1938** à **1986**, les grands chantiers hydroélectriques :

- **1948** : Mise en service du barrage-usine de Génissiat (chantier lancé en 1938) : surnommés le « Niagara français », le plus grand barrage d'Europe de l'époque et sa centrale représentent 4 % de la production d'électricité nationale et marquent la fin des coupures d'électricité pour les Français.
- **1952** : achèvement de l'aménagement du site de Donzère-Mondragon (engagé en 1947), avec l'aide du plan Marshall. Ce « Suez français » servira de référence lors d'autres aménagements à l'aval de Lyon, pour la dimension des écluses et, en association avec le génie rural, pour les interventions en faveur de l'agriculture. Dessinée par l'architecte Théo Sardnal, sa façade extérieure est inscrite à l'inventaire des monuments historiques en 1992. Une réserve de chasse et de faune sauvage est en outre aménagée dès 1954 tout au long des 28 km du canal de dérivation. Gérée par l'Office français de la biodiversité (OFB) en lien étroit avec CNR, elle sera labellisée par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) en 2019.
- **Après-guerre**, la Compagnie nationale du Rhône poursuit l'équipement de la vallée rhodanienne en vue de son industrialisation avec 17 autres équipements hydroélectriques, de dimensions toutefois plus modestes que les précédents.
- **1986** : mise en service de l'aménagement de Sault-Brénaz.



Les **19 centrales hydroélectriques de CNR**

totalisent plus de **3 000 MW**

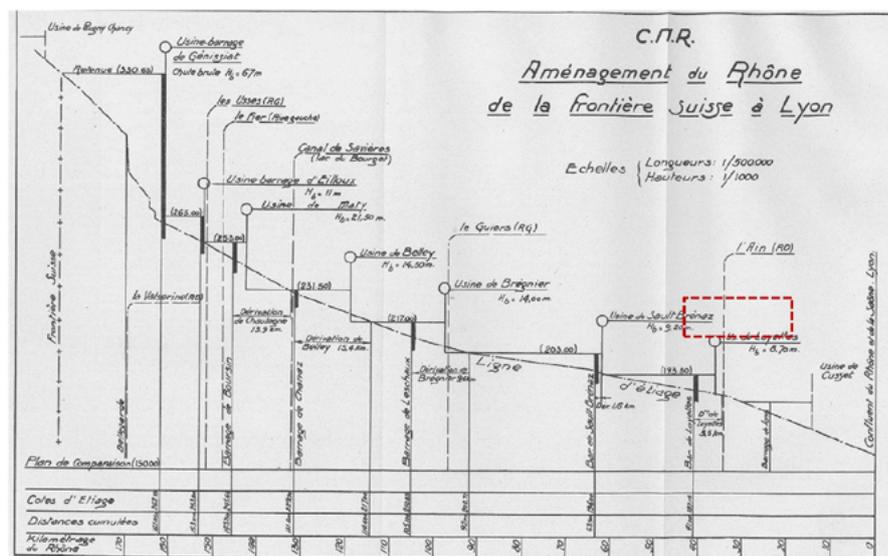
et produisent près de **15 TWh** par an en moyenne

soit **25 %** de l'hydroélectricité nationale et

**3 %** de la production électrique française.

Dès 1934, le programme général d'aménagement du Rhône approuvé par décision ministérielle du 16 août 1935 comprenait notamment la construction de 20 usines hydroélectriques (7 en amont de Lyon et 13 en aval). L'une d'entre-elles était située à Loyettes.

EXTRAIT DU RAPPORT DE CNR DU 16 MAI 1935 REMIS À L'ÉTAT



#### 19 CENTRALES HYDROÉLECTRIQUES CONSTRUITES PAR CNR EN 50 ANS

Nom	Puissance (MW)	Prod.moyenne (GWh/an)	Département	Mise en service	Hauteur de chute (m)
Génissiat	420	1 786	Ain	1948	64,5
Seyssel	45	165	Haute-Savoie	1951	7,5
Chautagne	90	487	Ain	1980	17
Belley	90	453	Ain	1982	18
Brégnier-Cordon	70	324	Ain	1983	13,7
Sault-Brénaz	45	249	Isère	1986	7,5
Pierre-Bénite	84	528	Métropole de Lyon	1966	9
Vaugris	72	332	Isère	1980	6,7
Sablons	160	885	Isère	1977	12,2
Gervans	120	668	Drôme	1971	11,5
Bourg-lès-Valence	180	1 082	Drôme	1968	11,7
Beauchastel	198	1 211	Ardèche	1963	11,8
Logis-Neuf	215	1 177	Drôme	1960	11,7
Châteauneuf-du-Rhône	295	1 575	Drôme	1957	16,5
Donzère-Mondragon (Bollène)	348	2 032	Vaucluse	1952	22,5
Caderousse	156	843	Vaucluse	1975	8,6
Sauveterre	52	257	Gard	1973	9,5
Avignon	126	543	Vaucluse	1973	9,5
Beaucaire	210	1 269	Gard	1970	11,3

## LE CADRE LÉGAL ET RÉGLEMENTAIRE D'INTERVENTION DE CNR

L'activité de CNR est encadrée par des lois, règlements et documents d'orientation et de programmation, au premier rang desquels :

- **La Directive Cadre sur l'eau** (DCE - 23 octobre 2000) fixe le cadre de la politique communautaire dans le domaine de l'eau. Elle établit des règles pour mettre fin à la détérioration de l'état des masses d'eau de l'Union européenne et atteindre un bon état écologique des eaux (rivières, lacs et eaux souterraines) en Europe. Il s'agit notamment de les protéger, de restaurer leurs écosystèmes, de réduire leur pollution et de garantir leur utilisation durable par les particuliers et les entreprises. Le bon état écologique est défini à l'aide de paramètres physico-chimiques et biologiques. La DCE fixe des échéances pour l'atteindre : 2015, 2021 ou 2027, au fil de la mise en place des plans d'actions, des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) et de leur programme de mesures.

Si les études ultérieures démontraient une atteinte au bon état écologique des masses d'eau, le projet devra faire l'objet d'une demande de dérogation à la DCE.

- **La loi sur l'eau et les milieux aquatiques** (LEMA- 30 décembre 2006) retranscrit en droit français la Directive Cadre sur l'eau. Elle dote la France de nouveaux outils réglementaires afin d'améliorer : la lutte contre les pollutions ponctuelles ou diffuses ; la gestion quantitative de l'eau, en favorisant les économies d'eau et le partage de la ressource ; la restauration du bon fonctionnement des milieux aquatiques (débit réservé, circulation piscicole, transit sédimentaire...).
- **Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux** (SDAGE - 2022-2027 du bassin Rhône-Méditerranée en vigueur) qui définit les grandes priorités de gestion équilibrée et durable de la ressource en eau et identifie les actions concrètes à engager pour les atteindre. Il fixe les conditions pour concilier le développement et l'aménagement des territoires avec les objectifs de préservation et de restauration des milieux aquatiques.

### MISSIONS EXERCÉES PAR LES PRINCIPAUX ACTEURS EN VALLÉE DU RHÔNE

Catégories	Activités	Acteurs				
		État	Collectivités territoriales	VNF	Agence de l'eau	CNR
INONDATIONS	Mission de prévention des inondations (GEMAPI)		X			
	Prévision des inondations	X				
POLITIQUE DE L'EAU	Les orientations de la politique de l'eau à l'échelle du bassin	X				
	Soutien financier et mise en œuvre des politiques publiques de l'eau définies par l'État				X	
ACTIVITÉS RÉGLEMENTAIRES	La police de l'eau	X				
	Le contrôle de la concession	X				
	Le contrôle de la sûreté des ouvrages	X				
GESTION DU DOMAINE PUBLIC FLUVIAL (DPF)	Gestionnaire du domaine public fluvial (DPF)					
	Police de la navigation			X		
USAGES DE L'EAU SUR LE RHÔNE	Exploitation des ouvrages hydroélectriques (hors Cusset)					X
	Développement et gestion de la navigation					X
	Participation aux dispositifs d'irrigation dans la vallée du Rhône				X	X
	Assainissement / eau potable		X			

## Le comité de suivi de l'exécution de la concession

Institué par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, le comité de suivi de l'exécution de la concession du Rhône a été créé en août 2018<sup>6</sup>. Il vise à faciliter l'information des parties prenantes de CNR sur les missions et les travaux qu'elle effectue ainsi qu'à favoriser leur participation à la gestion des usages de l'eau. Il comprend trois commissions territoriales, respectivement présidées par les préfets de l'Ain, de la Drôme et du Vaucluse, qui se réunissent au moins une fois par an. Chacune comprenait initialement une quarantaine de membres – représentant l'État, CNR, les collectivités territoriales, VNF, les syndicats, des associations environnementales et d'usagers. Pour répondre aux attentes exprimées lors de la concertation sur la prolongation de la concession, leur composition a été élargie – aux parlementaires et aux représentants des chambres de commerce et d'industrie et des chambres d'agriculture – et leur champ de compétences étendu à l'examen des projets de Plans 5Rhône et au suivi de leur exécution.

## 500 M€ D'INVESTISSEMENT PRÉVUS PAR LA LOI DU 28 FÉVRIER 2022 « AMÉNAGEMENT DU RHÔNE »

Le programme de travaux supplémentaires inscrit dans le cahier des charges général de la concession annexé à la loi du 28 février 2022 contribue aussi à optimiser la production de CNR. Outre l'étude, et le cas échéant, la réalisation du projet Rhônergia, ce programme comprend la construction de 6 petites centrales électriques sur des barrages existants, afin de produire de l'énergie à partir du débit réservé<sup>7</sup> : Saint-Pierre-de-Bœuf à Péage de Roussillon, Arras à Saint-Vallier, La-Roche-de-Glun à Bourg-lès-Valence, Charmes à Beauchastel, Donzère à Donzère-Mondragon et Caderousse.

Les capacités de production de l'usine hydroélectrique de Montélimar seront en outre augmentées. L'ensemble de ces travaux (6 petites centrales et modernisation de Montélimar) représente un potentiel de puissance installée de l'ordre de 80 MW, avec un gain de production annuelle estimée à 350 GWh. Les études relatives à l'usine de Montélimar et aux petites centrales hydroélectriques sont lancées.

Le programme prévoit par ailleurs le doublement des portes aval des écluses de Châteauneuf-du-Rhône et de Bollène pour assurer le même niveau de fiabilité sur ces deux écluses que sur les autres écluses à l'aval de Lyon.

## LA GESTION CENTRALISÉE DES AMÉNAGEMENTS HYDROÉLECTRIQUES DU RHÔNE

Hormis les aménagements hydroélectriques de Verbois et de Chancy-Pougny, respectivement gérés par les Services industriels de Genève (SIG) sous le contrôle des autorités suisses et la Société des forces motrices de Chancy-Pougny (SFMCP) à la frontière franco-suisse, et celui de Cusset géré par EDF, tous les barrages-usines du Rhône sont gérés de façon centralisée par CNR, sous l'égide de l'État : 24 heures sur 24, 7 jours sur 7 et 365 jours par an ses 18 aménagements hydroélectriques sont gérés à distance et de façon synchronisée par le Centre d'optimisation et de conduite de la production intermittente (COCPIT). Celui-ci réunit une trentaine de collaborateurs, experts de la prévision météo, de la production et du marché de l'électricité afin d'optimiser la production de CNR et de la valoriser au mieux.

### Anticipation de la production

Des prévisionnistes anticipent les aléas météorologiques, contrainte naturelle inhérente à l'activité de l'entreprise, pour anticiper la production à venir, heure par heure. Ils se fondent sur leurs propres outils de prévision météo et sur les modèles de Météo France pour prévoir les débits des cours d'eau. À J+1, la marge d'incertitude est de l'ordre de 3 % seulement.

6 Arrêté portant création du comité de suivi de l'exécution de la concession générale pour l'aménagement du Rhône et de la gestion des usages de l'eau du Rhône et définissant les modalités de son fonctionnement du 20 août 2018 modifié

7 Débit minimal imposé dans le Rhône court-circuité, entre la prise d'eau et son rejet après turbinage, pour assurer la vie des espèces aquatiques

## Optimisation du programme de production

Des optimiseurs élaborent le programme de production des aménagements de CNR pour la journée en cours et les jours suivants en fonction des débits et au regard de la demande du réseau de transport d'électricité. En jouant sur le niveau des retenues, la production peut être modulée pour accompagner les fluctuations de la consommation électrique. Un potentiel de flexibilité de 1 000 MW par jour qui dispense de faire appel à une centrale thermique pour satisfaire les pointes de consommation et permet à CNR de placer sa production au meilleur prix.

## Optimisation de la commercialisation

Des traders, épaulés par des analystes de marché, commercialisent la production. Ils négocient et concluent les transactions auprès de producteurs, fournisseurs et industriels. CNR place la moitié de sa production à terme, à travers la vente de gré à gré auprès de grands acteurs du marché de l'énergie en complément de ses interventions sur les marchés de gros français et européens.

## Surveillance de la production

Des opérateurs de télé-conduite du Rhône surveillent tous les barrages-usines de CNR pour garantir la sécurité hydraulique, la gestion de la production et l'optimisation de la vente de l'électricité hydroélectrique.

## Une exploitation intégrée

Le modèle d'exploitation du Rhône intéresse de nombreux gestionnaires de grands fleuves à l'international : le Rhône est l'un des seuls fleuves au monde dont la gestion est assurée par un opérateur unique. Industriel responsable, CNR collabore avec l'ensemble des usagers du fleuve, sur sa partie française et sa partie suisse. L'entreprise échange notamment avec les autres hydro-électriciens pour mieux synchroniser leur production respective à l'échelle de la semaine.

Les 19 centrales hydroélectriques de CNR restituent intégralement la ressource après avoir produit de l'électricité (voir tableau présentant les caractéristiques des ouvrages). Ils permettent aussi, en formant une succession de paliers de la frontière suisse jusqu'à la Méditerranée, de maintenir un niveau d'eau suffisant l'ensemble des autres usages, y compris en période d'étiage sévère.

## L'ENJEU DE LA SÉCURITÉ

Assurer la sécurité des personnes, des sites, des biens, des chantiers et de leurs abords pendant la durée du contrat de concession constitue une obligation de CNR (article 31 du cahier des charges général de la concession) et de la réglementation en vigueur (code de l'énergie et de l'environnement). Cet enjeu est pris en compte tout au long du cycle de vie de l'ouvrage, de sa conception à son exploitation. Si CNR est tenue de garantir la neutralité de ses barrages lors des crues (principe de non-aggravation du niveau des crues par rapport à la situation avant aménagement), la compétence en matière de prévention des inondations relève, quant à elle, des intercommunalités (article L.211-7 du Code de l'environnement) qui ont notamment la charge de définir et d'exploiter les systèmes d'endiguement.

## Sécurité des populations riveraines

Afin d'éviter tout incident à proximité des installations de CNR ou lors de l'ouverture de barrages, des procédures strictes sont mises en œuvre.

En amont et en aval immédiat des installations, l'accès à certaines zones dangereuses, identifiées lors de l'étude de danger qui serait menée si l'État décidait de poursuivre les études, par CNR en concertation avec la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL), est interdit par arrêté préfectoral. Les digues demeurent toutefois accessibles : les restrictions portent sur la partie descendante des berges, les îles ou bancs de graviers et le lit du fleuve. Pour sensibiliser promeneurs, pêcheurs et pratiquants d'activités nautiques aux risques encourus à proximité des barrages, 500 panneaux d'information sont installés de manière pérenne sur les berges du Rhône de Génissiat (Ain) à la Méditerranée.

Dans les situations nécessitant une ouverture du barrage, CNR respecte des procédures d'alerte spécifiques. Systématiquement, chaque premier lâcher d'eau se fait par une manœuvre limitée et contrôlée qui permet une hausse minime mais sensible du niveau d'eau. L'objectif est d'avertir les pêcheurs ou les autres personnes présentes dans les Vieux-Rhône, ces bras naturels du fleuve, de l'ouverture imminente du barrage pour qu'elles puissent se mettre en sécurité.

## DÉBITS CARACTÉRISTIQUES DE LA CRUE EN VALLÉE DU RHÔNE

Valeurs de débit exprimées en m <sup>3</sup> /s	Pont de Lagneu (Ain)	Ternay (Rhône)	Valence (Drôme)	Beaucaire (Gard)
Débit moyen*	460	1000	1340	1645
Crue annuelle <sup>1*</sup>	1015	2730	3325	4115
Crue décennale <sup>2**</sup>	1 880	4 440	5 740	8 650
Crue centennale <sup>3**</sup>	2 300	5 500	7 300	11 450
Crue millénaire <sup>4**</sup>	2 600	6 250	8 500	13 850

(1) débit moyen dépassé 10 jours/an - (2) probabilité d'apparition annuelle 1/10 - (3) probabilité d'apparition annuelle 1/100

(4) probabilité d'apparition annuelle 1/1 000

\* Données des observations de débit moyen journalier sur la période 1991-2020. Valeurs arrondies à 5 m<sup>3</sup>/s.

\*\* Débit de crue de référence issu de l'Étude d'Actualisation de l'Hydrologie des Crues du Rhône (AHCR, 2018).

## REDONNER AU RHÔNE SON COURS NATUREL



Situation normale d'exploitation => image 1.  
En période de crue, les barrages sont ouverts pour la laisser passer sans aggraver les effets => images 2 et 3.

De plus, une campagne de sensibilisation aux risques et de prévention des accidents est menée chaque été auprès des touristes et des riverains en mettant en scène Louloute la loutre, un animal du territoire. En outre, une dizaine de chargés de prévention sillonnent les berges du Rhône à la rencontre des pêcheurs, promeneurs, cyclistes, touristes et pique-niqueurs afin de relayer les consignes de prudence pour la pratique des loisirs le long du fleuve.

## La gestion des crues

Les crues sont une préoccupation centrale de CNR. Lorsqu'une crue survient, l'entreprise doit garantir la neutralité de ses aménagements hydroélectriques, ce qui signifie qu'elle doit laisser l'eau s'écouler sans en aggraver les effets pour préserver la situation prévalant immédiatement avant la construction de l'aménagement. Les ouvrages restent neutres par rapport à l'événement, comme s'ils n'étaient pas là. CNR laisse passer le fleuve sans chercher à le contenir. Dès que l'hydraulicité devient exceptionnelle, les barrages sont ouverts pour laisser passer la crue et les turbines sont arrêtées dès que le débit du fleuve dépasse les capacités de turbinage. Dans le secteur du Haut-Rhône, le marais de Lavours, la plaine de Chautagne et le lac du Bourget, la plaine de Brangues, la confluence de l'Ain et la plaine de Miribel Jonage limitent les effets des crues dans l'agglomération lyonnaise.

Chaque équipement est soumis à de strictes consignes d'exploitation, contrôlées par la DREAL. Les digues aménagées en amont des centrales hydroélectriques sont quant à elle prévues pour résister au débit défini par le cadre réglementaire.

Elles permettent de canaliser l'eau vers la centrale, de limiter l'espace occupé par l'aménagement et de créer un plan d'eau nécessaire à la navigation et à la production électrique. En cas de crue, la responsabilité de CNR porte donc exclusivement sur ses aménagements. Charge à elle d'effectuer toutes les manœuvres nécessaires dans le respect des consignes et du cahier des charges. Elle n'a en revanche aucune mission en matière de prévention des inondations et d'information des populations.

CNR travaille avec les territoires riverains du Rhône et les services de l'État pour essayer de réduire les conséquences des crues. Elle se place aux côtés des instances qui portent la gestion de la crue (Services de Prévisions des Crues – SPC –, Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations – SCHAPI –, Préfecture de département, Service Interministériel de Défense et de Protection Civile, etc.), en partageant sa connaissance du fleuve et de ses aléas.

Les crues du Rhône ont été analysées sur 200 ans. L'occurrence de crue est fournie par la méthode définie dans l'étude d'Actualisation de l'hydrologie des crues du Rhône de 2018 pilotée l'Agence de l'Eau.<sup>8</sup>

### La prévention des inondations

La prévention des inondations n'entre pas dans les missions de CNR. Il revient aux collectivités territoriales d'informer leurs habitants sur les risques qu'ils encourent et d'évaluer les zones pouvant subir des inondations. Depuis 2020, elles ont aussi l'obligation de mettre en œuvre des actions de défense contre les inondations : les lois de décentralisation du 27 janvier 2014 et du 7 août 2015 ont confié aux intercommunalités la gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations (GEMAPI). Cette compétence peut être déléguée à des syndicats. Elle recouvre l'aménagement des bassins versants, l'entretien et l'aménagement des cours d'eau, canaux, lacs et plans d'eau, la défense contre les inondations et contre la mer et la protection et la restauration des zones humides. La surveillance, l'entretien et la réhabilitation des digues font partie des actions les plus structurantes en matière de prévention des inondations. Il est possible pour les Départements et les Régions de continuer à exercer certaines de ces missions en accord avec les intercommunalités (loi du 30 décembre 2017).

CNR est en lien avec les intercommunalités responsables de la GEMAPI<sup>9</sup> et met à disposition ses ouvrages en tant que de besoin pour la définition des systèmes d'endiguement. Dans le cadre du Plan 5Rhône, CNR contribue à la restauration écologique du fleuve mais les intercommunalités responsables de la GEMAPI peuvent intervenir en complément. S'agissant des syndicats sur les affluents du Rhône, ils sont associés au comité de suivi de la concession dès lors que les projets de CNR les concernent.

### Point de réglage de la retenue

Situé à un point géographique précis d'une retenue, un point de réglage est un point de mesure qui sert à maintenir le niveau d'eau (cote) en fonction des débits du fleuve, et donc à turbiner plus ou moins l'eau et, le cas échéant, à ouvrir le barrage si les turbines sont saturées.

S'il est réalisé, le projet RhôneGria comportera deux points de réglage qui serviront de référence aux consignes d'exploitation. Le premier est établi pour régler le niveau d'eau en période normale de débit du Rhône, et le second, en période de crue.

8 Actualisation de l'hydrologie des crues du Rhône <https://www.plan-rhone.fr/publications-131/actualisation-de-lhydrologie-des-crues-du-rhone-1865.html?cHash=9612a85f6a0cf55232ff34ccbccabbab>

9 Compétence GEMAPI (Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations) : <https://www.ecologie.gouv.fr/gestion-des-milieux-aquatiques-et-prevention-des-inondations-gemapi>

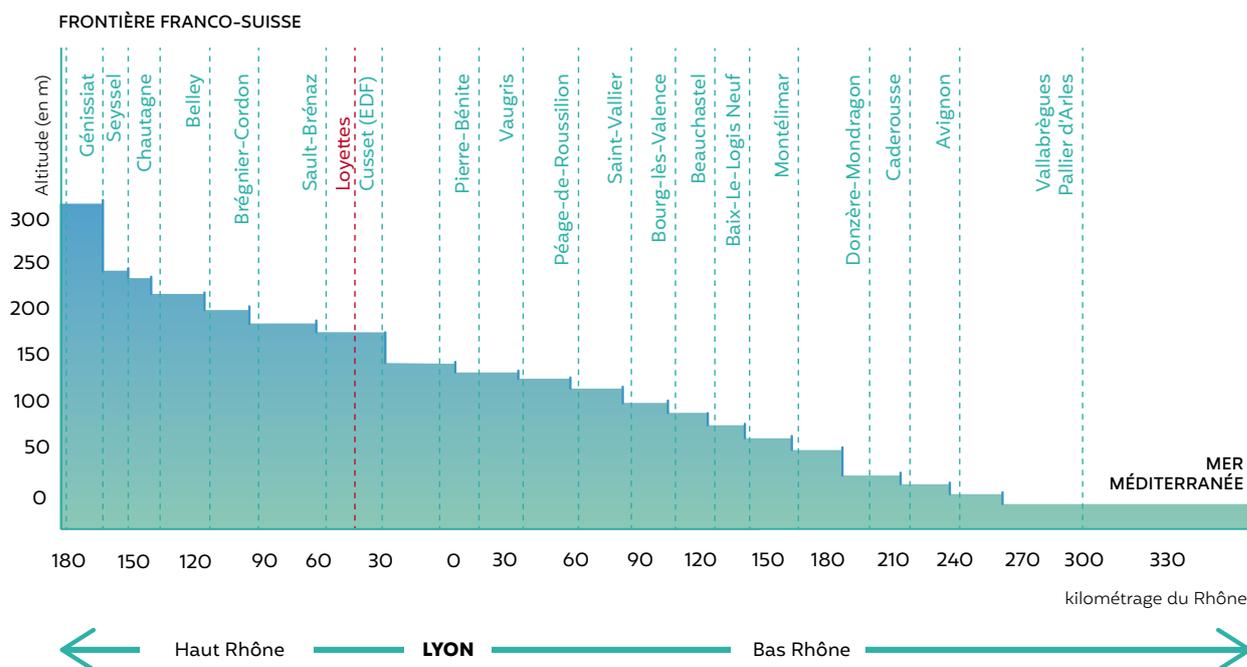
## ANNEXE 3

# L'ABANDON DU PROJET D'AMÉNAGEMENT TERRITORIAL DE LOYETTES (1996)

L'usine hydroélectrique de Loyettes dans le secteur du Haut-Rhône figurait dans le projet d'aménagement du Rhône de 1935. Si la CNR s'est d'abord concentrée sur les aménagements dont le ratio capacité de production/ investissement était le plus élevé, les études sur cet ouvrage reprennent à la demande de l'État dans les années 1970 dans le contexte des chocs pétroliers, propice au développement de la production d'électricité.

Le projet d'usine hydroélectrique de Loyettes se serait intégré dans un plan d'aménagement industriel du territoire visant à assurer la continuité de la navigation de Lyon jusqu'à la zone d'activité industrielle de la plaine de l'Ain, située sur les communes de Blyes et Saint-Vulbas.

POSITIONNEMENT DU PROJET D'USINE HYDROÉLECTRIQUE DE LOYETTES (EN ROUGE) SUR LE PROFIL EN LONG DU HAUT-RHÔNE – EXTRAIT DU RAPPORT DE LA CNR DU 16 MAI 1935 REMIS À L'ÉTAT.



Source : Le Rhône en 100 questions, collectif, 2006.

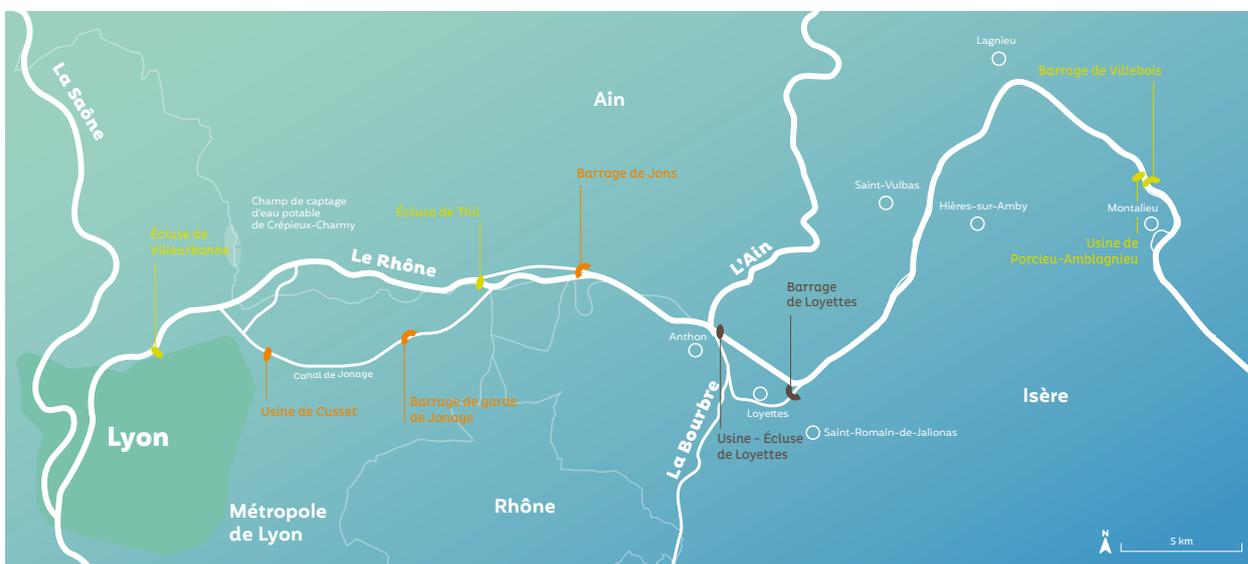
## Le programme hydroélectrique

Un ouvrage hydroélectrique était prévu en rive droite du Rhône sur la commune de Loyettes (Ain) avec un canal de dérivation entièrement aménagé en rive droite (au PK34,5). La chute de Loyettes concernait 32,5 km de fleuve environ, entre l'ouvrage de restitution du barrage-usine de Sault-Brenaz en amont et la retenue de l'aménagement hydroélectrique de Jonage-Cusset exploité par EDF en aval.

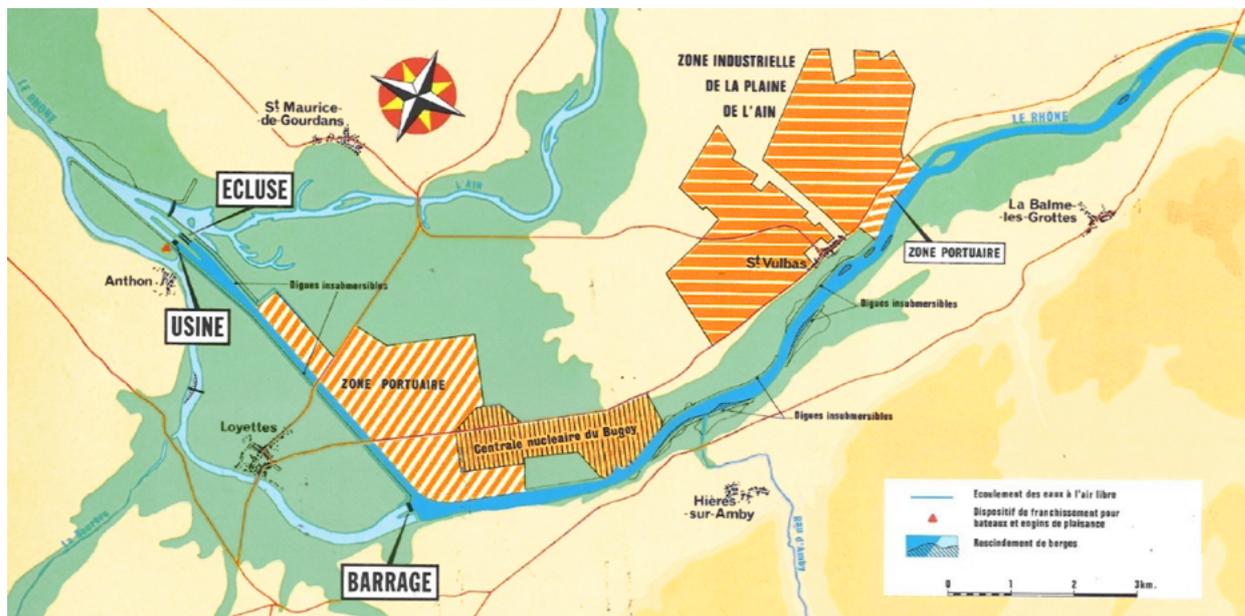
L'aménagement hydroélectrique était envisagé hors du lit du Rhône afin d'éviter les hauts fonds à proximité d'Anthon (Isère) — où la profondeur est inférieure à 1 m du fait des affleurements de blocs morainiques. Il devait comporter :

- une retenue longue de 31 km ;
- un barrage de retenue pour maintenir le niveau à la cote NGF 193.50 m ;

## AMÉNAGEMENT DU RHÔNE ISSU DU PROJET DE LOYETTES SUSPENDU DANS SA TOTALITÉ EN 1996 (SCHÉMA D'ÉTUDE CNR).



## VUE EN PLAN DE L'ANCIEN PROJET D'AMÉNAGEMENT MULTIMODAL DE LOYETTES- SCHÉMA D'ÉTUDE CNR. SOURCE : DOSSIER D'ENQUÊTE PUBLIQUE DE 1982.



- un canal de dérivation de 8 km coupant la plaine de l'Ain et la confluence de l'Ain en rive droite du Rhône afin de créer une hauteur de chute importante ;
- une usine hydroélectrique, située sur le canal de dérivation, d'une puissance de 47 MW pour une production de 275 GWh ;
- une écluse à grand gabarit (195 m x 12 m).

### Le programme fluvial et portuaire

Il était également prévu de réaliser :

- une voie navigable à grand gabarit entre Lyon et Sault-Brénaz ;
- un port desservant la zone industrielle de la plaine de l'Ain ;
- deux écluses respectivement à Jons et à Caluire.

### La suspension du projet

Ce programme global fait l'objet d'une enquête publique le 15 février 1980. Après avoir rencontré une forte opposition locale conduite par le comité de Coordination pour la Défense du fleuve Rhône et de la rivière d'Ain (CODERA), qui regroupe des élus et des associations, il est arrêté. L'État en notifie la suspension à CNR le 23 janvier 1996. Il justifie sa décision par l'intérêt écologique de la confluence de l'Ain (qui bénéficie depuis du statut de site classé au titre du Code de l'environnement) et l'importance des emprises foncières sur les terres agricoles que la construction du canal d'aménage aurait rendu nécessaires.

La zone industrielle a quant à elle été mise en œuvre par le Syndicat Mixte de la Plaine de l'Ain : c'est aujourd'hui le Parc industriel de la Plaine de l'Ain (PIPA) situé à Saint-Vulbas.

### Les enseignements tirés de l'opposition au projet

Les enseignements du projet de Loyettes ont été tirés. Le projet Rhônergia aujourd'hui à l'étude est fondamentalement différent de celui de Loyettes et de bien moindre ampleur.

Ses avantages comparatifs en termes d'impacts locaux par rapport au projet de Loyettes seraient les suivants :

- des ouvrages moins nombreux et de dimensions réduites (un seul ouvrage en béton, un endiguement réduit) ;
- aucune emprise sur la zone naturelle classée de la confluence de l'Ain ;
- de faibles emprises agricoles (vs environ 160 ha nécessaires pour réaliser le projet abandonné de Loyettes) ;
- pas de création d'une vaste zone portuaire et industrielle ;
- pas de navigation à grand gabarit depuis la confluence de la Saône ;
- un dispositif de franchissement piscicole intégré dès la conception.

A noter : contrairement au projet à l'étude, le projet abandonné de Loyettes prévoyait un chenal navigable pour du transport de 4400 tonnes de charges identiques à celui en aval de Lyon.

## ANNEXE 4

# LES POLITIQUES PUBLIQUES RELATIVES À LA LUTTE CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

## L'ACCORD DE PARIS

Adopté à l'issue de la COP 21 en 2015, l'Accord de Paris a donné un cadre international à l'atténuation du dérèglement climatique. Il assujettit les États parties à une obligation de résultats avec une limitation du réchauffement climatique à un niveau inférieur à 2 °C, de préférence proche de 1,5 °C, par rapport au niveau préindustriel. Ce traité a notamment fixé une trajectoire pour le développement et la croissance des énergies renouvelables, dans la perspective d'une réduction des gaz à effet de serre dans le monde de 40 % en 2030 et de 80 à 95 % en 2050 par rapport aux niveaux de 1990.

Dans le cadre de l'Accord de Paris (2015), la France a pris l'engagement d'atteindre la neutralité carbone en 2050. Actuellement, son engagement se décline principalement autour de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (2015), la loi relative à l'énergie et au climat (2019), la stratégie nationale bas-carbone (2<sup>ème</sup> édition adoptée en 2020), la programmation pluriannuelle de l'énergie (2<sup>ème</sup> édition adoptée en 2020), la loi portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets (2021) et la loi d'accélération de la production des énergies renouvelables (2023).

## LA NOUVELLE AMBITION CLIMATIQUE EUROPÉENNE

Les objectifs de l'Union européenne pour lutter contre le réchauffement climatique ont été revus à la hausse à travers le paquet de propositions « Fit for 55 » présenté par la Commission européenne le 14 juillet 2021. Il s'agit de parvenir en 2030 à une réduction des gaz à effet de serre de 55 % par rapport aux niveaux de 1990 (versus 50 % auparavant). Le 30 mars 2023, Parlement, États membres et Commission se sont accordés sur la 2<sup>ème</sup> révision de la directive sur les énergies

renouvelables (RED III), avec notamment l'objectif contraignant de 42,5 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale de l'Union européenne d'ici 2030 (versus 32 % auparavant).

## LA STRATÉGIE NATIONALE BAS CARBONE (SNBC)

La SNBC définit la feuille de route de la France pour respecter ses objectifs de réduction des émissions de GES à court, moyen et long termes. La loi prévoit sa révision tous les cinq ans. Pour placer la France sur une trajectoire compatible avec la nouvelle ambition climatique européenne et les objectifs du paquet climat « Fit for 55 », les objectifs sectoriels de la SNBC2 adoptée en 2020 seront revus à la hausse d'ici 2024 lors de l'élaboration de la future Stratégie française sur l'énergie et le climat.

Pour atteindre la neutralité carbone, la SNBC 2 prévoit notamment de :

- diviser par deux par rapport à 2012 la consommation d'énergie tous secteurs confondus, en améliorant l'efficacité énergétique et en maîtrisant la demande en énergie dans l'ensemble des secteurs ;
- décarboner totalement l'énergie que nous consommons et sortir ainsi de la dépendance aux énergies fossiles, risquée sur les plans économique, géopolitique et climatique ;
- réduire au maximum les émissions de GES non énergétiques, en particulier de l'agriculture et l'industrie ;
- maximiser les puits de carbone, en optimisant la gestion des forêts et des sols agricoles, afin de compenser les émissions résiduelles incompressibles (des secteurs non énergétiques comme l'agriculture ou l'industrie). Il n'y a pas de seuil retenu pour la maximisation des puits de carbone.

Tous secteurs confondus, l'objectif national actuel à l'horizon 2030 est de réduire d'au moins 40 % nos émissions de GES par rapport à 1990.

Pour atteindre la neutralité carbone en 2050, la SNBC couple la sobriété à une sortie des énergies fossiles. Celle-ci passe par une électrification des usages et le développement de la production d'énergies décarbonées.

## LA PROGRAMMATION PLURIANNUELLE DE L'ÉNERGIE (PPE)

La PPE est l'outil de pilotage de la politique énergétique française : elle expose les orientations et fixe les priorités d'action des pouvoirs publics pour la gestion de l'ensemble des formes d'énergie dans l'Hexagone, afin d'atteindre la neutralité carbone en 2050.

Couvrant une période de 10 ans, elle est révisée tous les cinq ans. Toutefois, compte tenu de la révision de la directive européenne sur les énergies renouvelables, un projet de 3<sup>ème</sup> édition de la PPE est envisagé pour la période 2024-2033.

La 2<sup>ème</sup> édition de la PPE (2019-2028), repose sur deux piliers principaux :

- la réduction des consommations d'énergie ;
- la fin de l'utilisation des énergies fossiles (pétrole, gaz, charbon) et la décarbonation totale de notre mix énergétique en 2050 à travers notamment le développement des sources d'énergies bas-carbone (énergies renouvelables, nucléaire) et une transformation des usages (électrification notamment).

### PRINCIPAUX OBJECTIFS ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES DE LA FRANCE (SOURCES : CODE DE L'ÉNERGIE ET PPE2)

	ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE	CONSOMMATION D'ÉNERGIE FINALE	CONSOMMATION FINALE D'ÉNERGIE RENOUVELABLE	CONSO CHALEUR RENOUVELABLE	PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE	CONSO GAZ RENOUVELABLE	PART DU NUCLÉAIRE DANS LE MIX ÉLECTRIQUE
2028 (PPE)		-16,5% par rapport à 2012	Entre 32 et 35%	Entre 34 et 38%	Entre 33 et 36%	Entre 6 et 8%	
2030	-40% par rapport à 1990	-20% par rapport à 2012	33%	38%	40%	10%	
2035							50%*
2050	Neutralité carbone	-50% par rapport à 2012					

\* Hors programme nouveau nucléaire

Atteindre les objectifs de production d'électricité à partir d'énergies renouvelables (33 à 36 % en 2028) nécessite un doublement des capacités d'énergies renouvelables électriques d'ici 2028 par rapport à 2017. En matière d'hydroélectricité, à fin 2022, le panorama des ENR fait état d'une atteinte des objectifs nationaux 2023 à 99,3 %. Pour les autres ENR, la situation est très disparate avec par exemple seulement 77,3 % des objectifs nationaux 2023 atteints dans la filière solaire<sup>10</sup>.

L'énergie primaire est l'énergie « potentielle » contenue dans les ressources naturelles (comme le bois, le gaz, le pétrole, le vent, le soleil, etc.) avant toute transformation. L'uranium n'est pas considéré comme une énergie primaire. Par convention, c'est la chaleur produite par les centrales nucléaires qui est comptabilisée comme énergie primaire.

L'énergie finale est l'énergie consommée et facturée à chaque bâtiment, en tenant compte des pertes lors de la production, du transport et de la transformation du combustible.

10 <https://assets.rte-france.com/prod/public/2023-07/2023-07-19-panorama-energies-renouvelables-2022.pdf>

## LE SRADDET AUVERGNE- RHÔNE-ALPES

Le projet à l'étude s'inscrit également dans les orientations du Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires de la Région Auvergne-Rhône Alpes (SRADDET) soumis en avril 2023 à consultation<sup>11</sup>. Celui-ci s'est notamment donné pour objectif de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 81,9% en 2050 par rapport à 2015. Face à ce défi, il prévoit de diminuer de 15 % la consommation d'énergie et de doubler la production d'énergie renouvelable par rapport à 2015, pour atteindre une part de 62 % dans la consommation énergétique régionale en 2050. À cette date, pour l'hydroélectricité, le SRADDET ambitionne 1 000 MW de puissance installée en plus et 1 140 GWh/an de production supplémentaire. Il intègre l'étude et, le cas échéant, la réalisation d'un nouvel aménagement hydroélectrique en amont du confluent de l'Ain d'une puissance maximale brute estimée à environ 40 MW prévue par la loi du 28 février 2022.

Tableau : ENR électrique – Puissance installée et productible pour 2030

	Parc installé en MW (2015)	Objectif intermédiaire 2023	Objectif 2030	Evolution	Productible 2030 (GWh)	Evolution productible
Hydroélectricité	11 600 MW	11 850 MW	12 100 MW	+ 500 MW	27 550 GWh	+ 1 140 GWh
Photovoltaïque	672 MWc	3 000 MWc	6 500 MWc	+ 5 828 MWc	7 149 GWh	+ 6 365 GWh
Eolien	416 MW	1 380 MW	2 500 MW	+ 2 084 MW	4 807 GWh	+ 4 008 GWh

Source : La Région Auvergne-Rhône-Alpes

Tableau : ENR électrique – Puissance installée et productible pour 2050

	Parc installé en MW (2015)	Objectif 2050 – Puissance	Evolution	Productible 2030 (GWh)	Evolution productible
Hydroélectricité	11 600 MW	12 600 MW	+ 1000 MW	27 550 GWh	+ 1 140 GWh
Photovoltaïque	672 MWc	13 000 MWc	+ 12 328 MWc	14 298 GWh	+ 13 559 GWh
Eolien	416 MW	4 000 MW	+ 3 584 MW	4 807 GWh	+ 6 927 GWh

Source : La Région Auvergne-Rhône-Alpes

11 <https://sraddet.auvergnerrhonealpes.fr/wp-content/uploads/sites/3/2023/05/RAPPORT-OBJECTIFS-1.pdf>

## ANNEXE 5

# LE FLEUVE RHÔNE ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE : QUELLES PERSPECTIVES ?

## L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES EAUX DU RHÔNE

Publiée en mars 2023, l'étude co-pilotée par l'Agence de l'eau Rhône-Corse-Méditerranée et la DREAL Auvergne-Rhône Alpes sur l'évolution des débits du fleuve Rhône montre qu'avec le changement climatique, l'évolution des débits d'étiage du fleuve à l'horizon 2055 devient une préoccupation collective. Ils ont déjà diminué de 7 % en amont, à la sortie du lac Léman (Pougny) et de 13 % à l'aval, en Camargue (Beaucaire) sur les 60 dernières années. À Beaucaire, ils pourraient encore baisser de 20 % dans les 30 prochaines années. Sur certains affluents du Rhône, la baisse pourrait être plus forte, de l'ordre de 40 % en moyenne pour l'Isère, et 30 % pour la Drôme et la Durance.

Sur le bassin du Rhône, il fait plus chaud et plus sec que dans les années 60. La température moyenne de l'air a augmenté de 1,8 °C sur la période 1960-2020. Ce réchauffement est plus marqué sur certains secteurs, par exemple + 3,6 °C en Ardèche en été. Selon Météo France, cette hausse va s'accroître et pourrait atteindre + 2,3 °C d'ici 2055. Qui dit augmentation des températures dit aussi augmentation de l'évaporation. À précipitations égales, les ressources en eau diminuent. Les précipitations neigeuses sont plus faibles et la quantité de neige a diminué de 10 % en moyenne en raison du réchauffement de l'air (la réduction de l'enneigement sur les massifs montagneux entraîne une baisse de débit dans le Rhône au moment de la fonte des neiges). D'ici 2055, les précipitations neigeuses en montagne seront encore plus faibles, avec une baisse de 20 à 40 % selon les secteurs. L'eau du fleuve Rhône s'est également réchauffée. Depuis 1970, la température moyenne de l'eau a augmenté de 2,2 °C au nord et 4,5 °C au sud, sous l'effet conjugué de l'élévation de la température de

l'air et de l'implantation de centrales nucléaires. Les sols s'assèchent davantage du fait de l'augmentation de la température de l'air, en moyenne annuelle de + 18 % à 37 % selon les secteurs depuis 1960, ce qui réduit leur possible contribution au soutien des débits du fleuve. Cet assèchement s'observe davantage en rive droite du fleuve, en aval de la confluence avec la Saône, et surtout en été.

La part des volumes d'eau prélevés au plus fort de l'été représente actuellement 15 % du volume d'écoulement du Rhône, ce qui témoigne de son fort niveau de sollicitation. Ce taux pourrait dépasser 30 % lors de sécheresses exceptionnelles, plus fréquentes sur les prochaines décennies (6 années sur 30)<sup>12</sup>.

Au niveau de l'embouchure du fleuve, la remontée du coin salé (intrusion d'eau salée dans le fleuve) en période de basses eaux pourrait plus fréquemment poser un problème pour la production d'eau potable et l'irrigation des cultures situées dans le delta du Rhône.

Plusieurs facteurs liés au changement climatique pourront interférer avec le transit sédimentaire, notamment : épisodes extrêmes plus fréquents et plus nombreux, étiage/sécheresse, crues/ruissellements et régression de la végétation sur certains massifs vont générer des effets érosifs plus marqués et donc des apports sédimentaires certainement plus conséquents sur les bassins versants des affluents et in fine dans le Rhône. Ces apports arrivant au Rhône seront eux-mêmes remobilisés au gré des crues (potentiellement plus fortes et plus fréquentes) et par les actions de gestion sédimentaire sur le fleuve mais aussi sur les affluents par les collectivités ayant la compétence relative à la gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations (GEMAPI). Par contre, la remontée du niveau marin va induire une diminution

12 [https://www.eaurmc.fr/upload/docs/application/pdf/2023-03/aermc\\_plaquette\\_rhoene\\_reugime\\_hydrologique\\_v9\\_bigbang\\_web.pdf](https://www.eaurmc.fr/upload/docs/application/pdf/2023-03/aermc_plaquette_rhoene_reugime_hydrologique_v9_bigbang_web.pdf)

de la pente sur la partie la plus aval du fleuve, en aval du dernier aménagement jusqu'à la mer. Sur le Petit Rhône (bras du Rhône à l'ouest du delta), comme sur le Grand Rhône (bras du Rhône situé à l'Est du delta), des risques de sédimentation accrus sont donc très probables à moyens-longs termes, et devront être alors pris en compte dans la gestion sédimentaire globale du fleuve et des affluents.

Enfin, avec des débits plus faibles et une eau plus chaude, la biodiversité aquatique du Rhône sera fragilisée.

Selon l'étude, le Rhône demeurera à moyen terme un fleuve puissant, avec des débits moyens annuels en général élevés — les projections divergent cependant, certaines prédisent une hausse quand d'autres indiquent une baisse des débits moyens. La notion de débit moyen n'aura toutefois guère de sens à l'avenir. Outre une récurrence plus rapprochée des sécheresses, il faut s'attendre à une saisonnalité plus marquée, avec des débits plus puissants en hiver et des étiages plus sévères en été, et à une fluctuation des débits plus erratique au sein d'une même saison, avec des phénomènes météorologiques extrêmes. Selon l'Agence de l'Eau, la baisse des débits en été devrait se traduire par une diminution du productible théorique des centrales hydroélectriques installées au fil de l'eau : le volume d'eau passant à RhôneGria sera identique sur une année selon l'étude de l'Agence de l'Eau. C'est la répartition qui différerait avec des étiages et des périodes humides plus marqués.

La fonte des glaciers influera également sur les débits du Rhône : les précipitations sur les montagnes restent globalement inchangées mais elles diffèrent sur la forme (plus de pluie et moins de neige). Si elle constitue une menace à l'échelle mondiale en raison du réchauffement climatique, les glaciers des Alpes sont particulièrement vulnérables, en raison de leur plus petite taille et de leur moindre épaisseur. Dans un rapport paru en 2019, le Groupe d'experts inter-gouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) prévoit qu'ils auront perdu plus de 80 % de leur masse actuelle d'ici à 2100. Bon nombre d'entre eux sont d'ores et déjà voués à disparaître, indépendamment des mesures qui pourraient être prises pour limiter les émissions de gaz à effet de serre.

### Adaptation à la variabilité de la ressource en eau

Le dérèglement climatique rendant de plus en plus aléatoire le profil des courbes de production, CNR cherche à améliorer en permanence ses modes d'exploitation et à augmenter la flexibilité et la productivité des opérations de maintenance pour profiter de toute période d'hydraulicité favorable.

Profiter de l'eau quand elle est au rendez-vous pour valoriser au mieux chaque mètre cube d'eau qui coule dans le Rhône implique d'optimiser la disponibilité de ses installations.

Pour gagner en flexibilité, CNR renforce ses capacités d'anticipation, améliore sa réactivité aux aléas naturels et cible plus finement ses interventions de maintenance. Ses outils de prévision météorologique à J + 14 et son modèle d'estimation du stock de neige sont affinés, pour mieux prévoir les débits du Rhône à moyen terme. Ses interventions de maintenance sont planifiées et pilotées au regard des données « eau » notamment, de façon à réduire le temps d'arrêt des usines. La maintenance conditionnelle, qui consiste à intervenir en juste à temps, se généralise. La maintenance prédictive est amorcée grâce à la révolution numérique du « big data » qui apporte des capacités immenses de stockage et d'analyse de données. Recueillies par des micro-capteurs, les données d'exploitation pourront être collectées de façon industrielle, automatique et en continu. Les défaillances seront mieux détectées. Des algorithmes serviront à établir des tendances et des seuils d'alerte, à prédire l'usure des équipements et à ajuster les opérations de maintenance. Les capacités de calcul puissantes du numérique seront aussi utilisées pour comprendre encore davantage les phénomènes complexes qui entrent en jeu dans le fonctionnement des ouvrages hydroélectriques et effectuer des simulations en vue de l'optimiser. L'organisation déployée par CNR pour prévenir les coupures d'électricité permet d'optimiser les maintenances vers l'essentiel pour assurer une production maximale sur les périodes de fortes consommations comme celles de l'hiver 2022-2023 et de participer à l'équilibre production-consommation.

Grâce à la mobilisation de ses équipes, 80 groupes de production sur 81 étaient en fonctionnement fin 2022, soit un taux de disponibilité de 96 %, une performance inégalée depuis une décennie.

## L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'HYDROLOGIE

Le régime hydrologique du Rhône évolue, et continuera d'évoluer, sous l'effet du changement climatique et de l'évolution des usages de l'eau. L'impact du changement climatique sur son hydrologie a été récemment évalué par une étude menée par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse et la DREAL Auvergne-Rhône Alpes publiée en mars 2023<sup>17</sup>. Cette étude a produit des scénarios hydrologiques de référence en milieu de siècle (2041-2070) qui montrent une évolution marquée

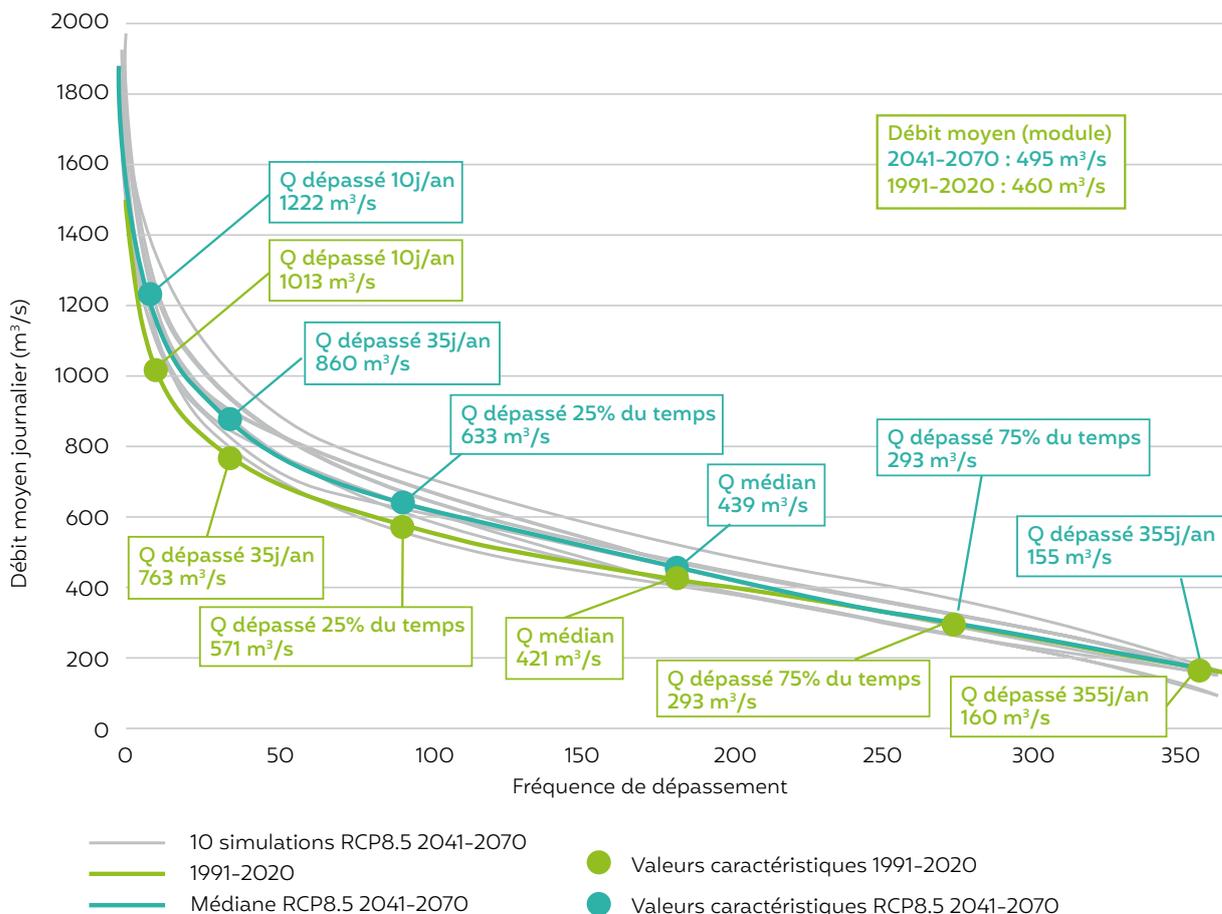
des débits du fleuve, avec des débits hivernaux plus importants qu'aujourd'hui, et un étiage estival et automnal plus sévère. La conception du projet RhôneGria à l'étude ainsi que son exploitation, s'il voit le jour, tiendront compte de ces projections.

Après la fonte probable des glaciers, le Rhône sera principalement alimenté par les eaux de pluie. Ainsi, CNR étudiera l'adaptation des conditions d'exploitation de ces ouvrages en s'appuyant sur les conditions hydrologiques actuelles et à venir.

	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans
Débit moyen mensuel minimal (m <sup>3</sup> /s) du Rhône à Lagnieu (1920-2020), pour des périodes de retour de 2 à 20 ans	244	200	180	165
Débit moyen mensuel minimal (m <sup>3</sup> /s) actuels et futurs (2041 - 2070 - scénario RCP8.5) du Rhône à Lagnieu, pour des périodes de retour de 5 à 20 ans	244	199	179	164

FRÉQUENCE DE DÉPASSEMENT DES DÉBITS CARACTÉRISTIQUES DU RHÔNE ACTUELS ET FUTURS (2041-2070 - SCÉNARIO RCP8.5) DU RHÔNE À LAGNIEU<sup>13</sup>

Le changement climatique montre des périodes humides et des étiages plus marqués. La variabilité du débit médian reste pratiquement identique.



13 Etude de l'hydrologie du fleuve Rhône sous changement climatique (BRLi, 2023), commanditée par l'Agence de l'Eau RMC et la DREAL AURA

## LE RHÔNE, UNE RESSOURCE POUR LUTTER CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

### Le Rhône au service de la filière hydrogène

Dans le cadre des actions menées pour lutter contre le changement climatique, le développement massif des énergies renouvelables intermittentes impose de s'appuyer sur des technologies de stockage de l'électricité à l'échelle industrielle, dont l'hydrogène vert. L'hydroélectricité du Rhône contribuera à sa production.

Produit par électrolyse de l'eau à partir d'électricité renouvelable, quand celle-ci est excédentaire ou mal valorisée sur le marché, l'hydrogène sera un vecteur majeur de la transition énergétique.

Il pourra être stocké à grande échelle dans les réseaux de gaz existants, en y étant injecté directement, ou après avoir été converti en méthane de synthèse par combinaison avec du CO<sub>2</sub>. Il constituera un trait d'union entre réseaux de gaz et d'électricité. Il pourra notamment donner lieu à la production d'électricité via des turbines à gaz. Cette filière, dite de Power to Gaz, constitue un axe stratégique de CNR à l'horizon 2030, non seulement pour apporter de la flexibilité à sa production mais aussi pour pouvoir arbitrer entre les marchés de l'électricité et du gaz et ainsi tirer le meilleur parti de leur cours et optimiser la gestion des risques. L'entreprise participe à une première expérimentation de Power to Gaz menée à l'échelle industrielle par le consortium Jupiter 1000 dont GRT Gaz est le chef de file.

CNR se tourne aussi vers d'autres usages, en circuit court, de l'hydrogène vert. La mobilité décarbonée tout d'abord : l'hydrogène peut servir à alimenter des véhicules, terrestres ou fluviaux, sans autre rejet que la vapeur d'eau. Une expérimentation est menée en ce sens au port de Lyon-Edouard Herriot avec notamment deux bornes de recharge à hydrogène au Quai des énergies, station multi-énergies vertes ouvertes aux véhicules terrestres. L'entreprise cherche aussi à proposer de l'hydrogène vert aux industriels qui utilisent de longue date de l'hydrogène carboné dans leurs procédés. En partenariat avec la Région Auvergne-Rhône-Alpes et plusieurs industriels, CNR développe un électrolyseur relié à l'usine hydroélectrique CNR de Pierre-Bénite pour décarboner la mobilité et l'industrie lourde de la vallée de la chimie.

### Le Rhône et les actions de transition écologique des territoires

CNR partage une partie des recettes dégagées par l'exploitation hydroélectrique du fleuve avec les territoires qui le bordent (collectivités, associations, gestionnaires de milieux, établissements publics, chambres consulaires, Etat et ses établissements publics, entreprises qui réalisent des trafics fluviaux – Remise Voie d'Eau). Dans le cadre de la prolongation de sa concession, elle s'est engagée à investir 165 millions d'euros tous les cinq ans au profit de l'aménagement de la vallée du Rhône à travers les Plans 5Rhône<sup>14</sup>. Dans la continuité des Plans de Missions d'Intérêt Général mis en œuvre entre 2004 et 2022, ces plans quinquennaux visent à valoriser le fleuve et favoriser le dynamisme économique et la vitalité socio-culturelle des territoires rhodaniens ainsi que la préservation de leur patrimoine naturel et l'amélioration du cadre de vie de leur population. Leur périmètre d'intervention s'étend sur 45 intercommunalités réparties sur les régions Auvergne-Rhône Alpes, Occitanie et Sud. Les Plans 5Rhône sont élaborés dans le cadre d'une dynamique de co-construction avec l'État et les parties prenantes de CNR. Le comité de suivi de l'exécution de la concession est associé à leur élaboration et au suivi annuel de leur mise en œuvre. L'État est garant du bon usage de leurs financements.

Le premier Plan 5Rhône a ainsi été lancé en 2022, qui prévoit de consacrer 173 millions d'euros à la transition écologique ainsi qu'à la réindustrialisation du sillon rhodanien d'ici 2027, soit :

- 40 M€ pour développer les énergies vertes et l'hydrogène.
- 36 M€ pour renforcer la navigation sur le Rhône et les sites industriels et portuaires.
- 27 M€ pour contribuer à adapter l'agriculture du sillon rhodanien.
- 35 M€ pour valoriser un corridor plus vivant et dynamique.
- 35 M€ pour soutenir les projets des territoires de la vallée du Rhône.

Sur l'année 2022, 108 projets ont été subventionnés, pour un montant de 24 M€ nets investis.

14 <https://www.cnr.tm.fr/enjeux-strategie/accompagner-les-territoires-rhodaniens-avec-les-plans-5rhone/>

## 496 M€

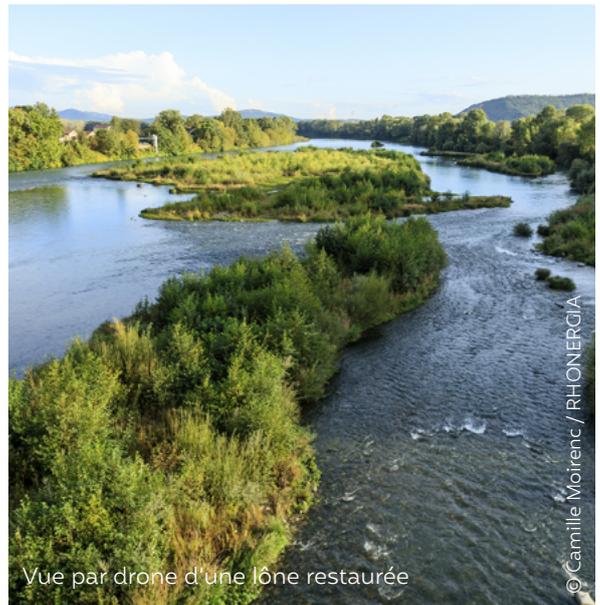
investis par CNR dans les missions d'intérêt général entre 2004 et 2021

Dans son premier plan de mission d'intérêt général (2004-2008), CNR a réalisé un programme global de restauration environnementale sur le Haut-Rhône co-financé avec l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, la Région Rhône-Alpes, la DREAL, les Conseils Généraux de l'Ain, de l'Isère et de la Savoie, VNF et le Syndicat du Haut-Rhône. Il comprenait : une augmentation du débit réservé au-delà du volume réglementaire (l'augmentation de débit se traduisant par une augmentation des niveaux d'eau, couplée aux actions de recusement de certaines annexes, permettaient d'en améliorer la connexion avec le cours principal et d'ouvrir des surfaces d'habitats plus importantes pour une grande diversité d'espèces), la restauration de 22 îles, la construction de 2 passes-à-poissons, et de 2 petites centrales hydroélectriques (Motz et Lavours). CNR a aussi soutenu des projets de tourisme et de loisirs adaptés aux personnes à mobilité réduite et des actions de promotion du Haut-Rhône comme destination de pêche.

CNR accueille sur son domaine 65 % du tracé de la Via Rhôna et contribue au financement et à la promotion de ses tronçons. Cet itinéraire cyclable de 815 km entre le lac Léman et la Méditerranée traverse 15 collectivités, régions ou départements. Il prolonge la Route du Rhône en Suisse et s'intègre au réseau européen des vélos routes voies vertes. Aujourd'hui achevé à 89 %, il est réservé aux véhicules non motorisés sur 59 % de son parcours<sup>15</sup>.

## 165 M€

investis tous les 5 ans dans les Plans 5Rhône jusqu'en 2041



© Camille Moirenc / RHONERGIA



© Camille Moirenc / RHONERGIA

15 Données janvier 2023 <https://www.velo-territoires.org/schemas-itineraires/schema-europeen-eurovelo/eurovelo-17>

## L'EMPREINTE CARBONE DU PROJET RHÔNERGIA À L'ÉTUDE

Les éléments présentés ci-après ont été étudiés par le bureau d'études TRACTEBEL ; ils démontrent notamment que les quantités de GES évitées sont supérieures aux quantités de GES générées par la construction de l'aménagement.

### Une feuille de route pour la réduction des émissions de GES

Une évaluation préliminaire des émissions de gaz à effet de serre (GES) pour Rhônergia a été réalisée. Il s'agit d'un indicateur clé pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES).

En cas de réalisation du projet Rhônergia, CNR s'engage à poursuivre cette approche avec un bilan des émissions de GES de la phase de conception des ouvrages à leur exploitation. Elle y intégrera une approche de l'Analyse du cycle de vie (ACV) sur l'ensemble du cycle de vie de l'aménagement hydroélectrique.

Étudiée par CNR et ses mandataires, l'estimation des émissions de gaz à effet de serre (GES) présente un degré d'incertitude de 30 %. Toutefois, il s'agit d'un premier jalon permettant de :

- comparer le projet du point de vue des émissions de GES avec les solutions alternatives de production d'énergie renouvelable (optimisation des ouvrages existants, développement du solaire et du photovoltaïque, etc.),
- d'approfondir les pistes de diminution de son empreinte carbone lors des études ultérieures si l'État décidait de poursuivre les études.

L'objectif final est de rechercher autant que possible les solutions les moins émettrices en GES. Pendant les travaux, une charte chantier à faibles émissions serait intégrée dans les marchés (pièce du dossier de consultation des entreprises et des jalons et pénalités peuvent y être associés). En phase d'exploitation, les efforts porteraient notamment sur l'efficacité énergétique du site et la limitation de l'empreinte du numérique.

### Qu'est-ce que l'empreinte carbone ?

L'empreinte carbone d'une activité ou d'un projet correspond à son impact sur le climat lié à ses émissions de gaz à effet de serre (GES) : ceux qu'il émet directement (source de combustion interne) ou indirectement du fait de la consommation d'électricité de réseau, d'achats de services et matériaux, de transport, de déchets, etc.

16 L'impact lié à l'émission d'une tonne de GES dans l'atmosphère est différent d'un gaz à l'autre (durée de vie du gaz dans l'atmosphère, pouvoir de réchauffement). Cet impact est exprimé en Potentiel de Réchauffement Global (PRG) à 100 ans. Le PRG est converti en une unité standard : dioxyde de carbone équivalent (CO<sub>2</sub>e). Tous les résultats de l'empreinte carbone sont exprimés en tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>e (tCO<sub>2</sub>e).

## Evaluation préliminaire des émissions de GES du projet

L'empreinte carbone a été évaluée pour les étapes de construction et d'exploitation des variantes retenues de Rhônergia. Les travaux architecturaux et paysagers n'ont pas été pris en compte dans cette évaluation et nécessiteraient d'être intégrés dans l'analyse ultérieure si l'État décidait de poursuivre les études.

### Méthodologie utilisée pour l'évaluation des émissions de GES de Rhônergia

La méthodologie utilisée, basée sur la méthode développée par l'ADEME et l'Association Bilan Carbone (ABC), pour évaluer les émissions de GES du projet permet d'obtenir des ordres de grandeur plus que des résultats précis. En effet, Rhônergia étant en phase d'étude de faisabilité préliminaire, des approximations et simplifications ont dû être réalisées. Les résultats obtenus correspondent à une valeur approximative de l'empreinte carbone, l'objectif étant d'avoir un ordre de grandeur correct des estimations de GES pour ensuite pouvoir déterminer sur quels paramètres agir pour réduire ces émissions.

L'outil utilisé pour évaluer l'empreinte carbone de l'aménagement hydroélectrique est un outil interne développé par Tractebel. Il utilise une approche analytique basée sur les quantités principales de l'aménagement et sur différentes hypothèses concernant le transport des matériaux, le personnel présent sur site, les engins de chantier utilisés, etc.

### Phase de construction

Il convient de rappeler que la phase chantier représente la majorité des émissions émises dans le cadre d'un projet de construction.

Pendant la phase de construction, les variantes 3 et 6 du projet ont respectivement un bilan carbone de 234 128 tCO<sub>2</sub>e et 284 206 tCO<sub>2</sub>e<sup>16</sup>. La production représente la majorité des émissions émises dans le cadre d'un projet de construction.

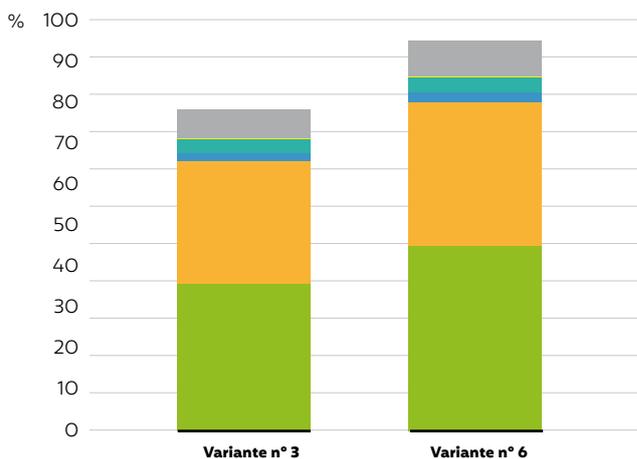
Les caractéristiques physiques des variantes vont influencer sur la quantité de matériaux et leur mise en œuvre (travaux de génie civil) qui totalisent 84 %

des émissions de GES. Le béton/ciment représente de loin la première source d'émission de GES des matériaux utilisés (48 %), devant les produits du sol (22 % pour la variante 3 et 24 % pour la variante 6) et les métaux (20 %).

Les excavations à ciel ouvert sont de loin la première source d'émission de GES des activités de génie civil (78 % pour la variante 3 et 76 % pour la variante 6), suivi du remblaiement (19 % pour la variante 3 et 11 % pour la variante 6).

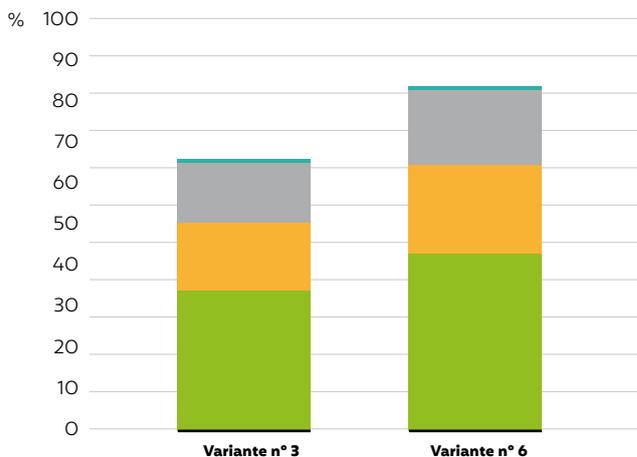
### RÉPARTITION DE L'EMPREINTE CARBONE PAR ACTIVITÉ

- Matériaux
- Mise en œuvre
- Transport de matériaux
- Transport d'engins de chantier
- Transport du personnel
- Base vie
- Divers non mesurés



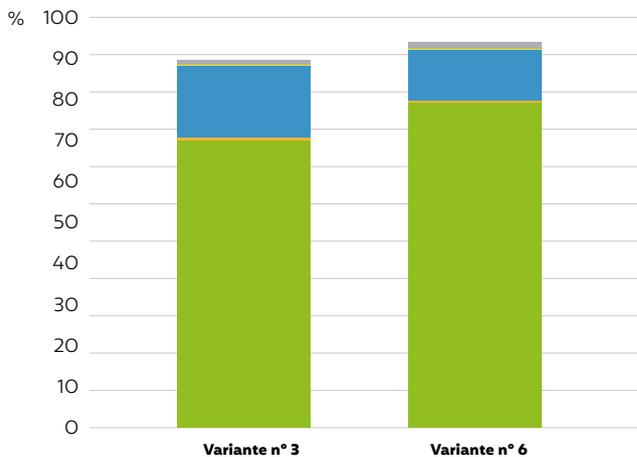
### RÉPARTITION DU BILAN CARBONE PAR TYPE DE MATÉRIAU

- Béton/ciment
- Produits du sol (agrégats et matériaux de remblaiement)
- Métaux
- Équipements Hydro-Électro-Mécanique
- Plastiques



### RÉPARTITION DU BILAN CARBONE PAR TYPE D'ACTIVITÉ DE GÉNIE CIVIL

- Excavation à ciel ouvert
- Accès
- Remblais
- Étanchéité
- Béton



## Phase d'exploitation

Compte tenu de la surface du réservoir et de la capacité installée de Rhônergia, il est supposé que les émissions de GES sont de 0 gCO<sub>2</sub>e/kWh.

L'empreinte carbone des activités d'exploitation et de maintenance (émissions relatives aux déplacements des équipes d'exploitation et de maintenance) est évaluée à 207 tCO<sub>2</sub>e pour les variantes 3 et 30 sur une durée de vie de projet de 100 ans<sup>17</sup>.

## De premières pistes à approfondir pour réduire l'empreinte carbone du projet

Si le projet est réalisé, les études ultérieures affineront notamment les réductions des émissions de gaz à effet de serre en agissant notamment sur trois postes qui représentent environ 60 % de l'empreinte carbone :

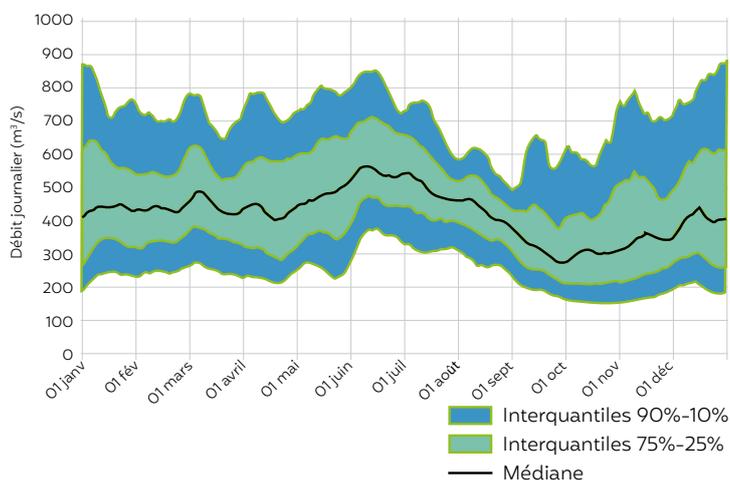
- les travaux de terrassement : Les excavations à ciel ouvert sont la première source d'émissions de GES du projet : elles avoisinent 30 % de l'empreinte carbone totale, avec le transport des matériaux qui en représente la plus grande part. Parmi les solutions envisagées pour limiter l'empreinte carbone du projet figurent la réutilisation des matériaux sur site ou à proximité, et la réduction de la consommation de carburant lors du chantier ;
- la production de béton : représentant environ 20 % de l'empreinte carbone totale, il s'agira d'analyser les dispositions possibles pour réduire ce poste d'émissions (type de béton, nature du ciment, conception fine du génie-civil, origine des matériaux, etc.) ;
- l'utilisation de l'acier : comme pour le béton, les études détaillées seront l'occasion d'analyser les pistes d'optimisation pour le ferrailage qui vaut avec 10 % environ de l'empreinte carbone totale du projet.

<sup>17</sup> La durée de 75 ans est un critère réglementaire fixé dans le cadre du cahier des charges d'une concession hydroélectrique (Loi du 16 octobre 1919 relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique actualisée en 2016) avec obligations de laisser bon état de fonctionnement les ouvrages. L'aménagement sera conçu pour une durée de vie a minima de 100 ans.

## ANNEXE 6

# LE RÉGIME HYDROMORPHOLOGIQUE DU RHÔNE

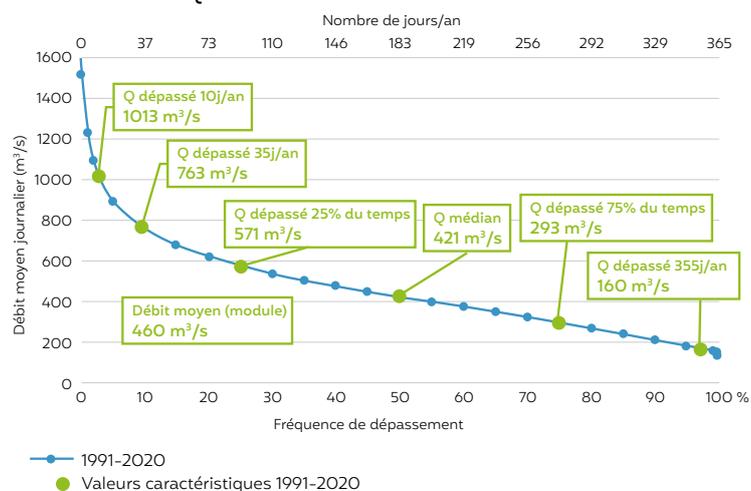
RÉGIME HYDROLOGIQUE ANNUEL DU RHÔNE À LAGNIEU (1991-2020)



Du régime hydrologique du Rhône dépendent à la fois les estimations de la production du projet d'aménagement à l'étude et les calculs de son dimensionnement.

CNR a pris en compte les relevés de débits du Rhône à la station de mesure de Lagnieu dans l'Ain sur la période 1991-2020. Pour les étiages (basses eaux) et les crues (prise en compte de l'étude relative à l'actualisation de l'hydrologie des crues du Rhône de décembre 2018<sup>18</sup>), son analyse a porté sur plus d'un siècle. Près de 200 crues concomitantes du Rhône et de l'Ain ont aussi été intégrées dans l'évaluation de CNR. L'impact du changement climatique sur l'hydrologie du Rhône a également été pris en considération, sur la base des données de l'étude de l'Agence de l'eau publiée en mars 2023 relative à l'étude de l'hydrologie du Rhône sous changement climatique<sup>19</sup>.

FRÉQUENCE DE DÉPASSEMENT DES DÉBITS CARACTÉRISTIQUES DU RHÔNE



## HYDROLOGIE COURANTE

Sur la période 1991-2020, l'hydrologie du Rhône à Lagnieu dans l'Ain (station de mesure de référence pour le projet) est caractérisée par une période de plus faibles débits d'octobre à février et une période de débits plus soutenus en saison chaude, de mai à août, liée à la fonte des neiges. Généralement de courte durée, les crues les plus importantes peuvent survenir à tout moment de l'année, mais se produisent plutôt pendant la saison froide, d'octobre à avril.

18 Actualisation de l'hydrologie des crues du Rhône - Plan Rhône (plan-rhone.fr), DREAL de bassin décembre 2018. <https://www.plan-rhone.fr/publications-131/actualisation-de-lhydrologie-des-crues-du-rhone-1865.html?cHash=9612a85f6a0cf55232ff34ccbcbab>

19 BRLI, 2023, Étude de l'hydrologie du fleuve Rhône sous changement climatique - [https://www.eaurmc.fr/jcms/pro\\_118205/fr/une-etude-sur-les-debits-du-rhone-pour-anticiper-leur-evolution](https://www.eaurmc.fr/jcms/pro_118205/fr/une-etude-sur-les-debits-du-rhone-pour-anticiper-leur-evolution)

## ÉTIAGE

L'étiage du Rhône (basses eaux), tel que mesuré à la station de Lagnieu n'est pas naturel : l'hydrologie du fleuve est principalement influencée par les aménagements hydroélectriques situés en amont, sur la partie suisse essentiellement, et par la régulation des niveaux du lac Léman.

Ces aménagements induisent une variation artificielle saisonnière des débits ainsi que des variations quotidiennes et hebdomadaires pour l'optimisation de la production électrique. L'étiage peut être également soutenu par des mécanismes ponctuels de lâchers d'eau en vue de maintenir un débit nécessaire au refroidissement optimal des centrales nucléaires situées le long du Rhône. Le plus faible débit d'étiage ayant été enregistré le 24/10/1972 est de 99 m<sup>3</sup>/s.

## CRUES DU RHÔNE ET DE L'AIN

La juste estimation des débits du Rhône en crue est essentielle car le dimensionnement des ouvrages à l'étude en dépend en grande partie. L'étude de faisabilité tient compte de l'étude d'Actualisation de l'hydrologie des crues du Rhône de décembre 2018 pilotée par la DREAL de bassin.

Il est également impératif de caractériser l'hydrologie de l'Ain, situé à l'aval des ouvrages projetés, particulièrement en crue, ses niveaux influençant ceux du Rhône et donc les écoulements au droit des ouvrages à l'étude. Les crues de l'Ain et du Rhône sont le plus souvent causées par des perturbations océaniques donnant lieu à des précipitations sur les reliefs des Alpes du nord (pour le Rhône) et du Jura (pour l'Ain). Elles surviennent en même temps de façon fréquente. Il est donc crucial de caractériser leur concomitance pour évaluer les risques qu'elles pourraient présenter pour l'aménagement étudié. Différents scénarios de crues concomitantes ont été simulés pour réaliser cette évaluation, sur la base de 191 événements de ce type survenus sur plus d'un siècle (1812-1921).

### DÉBITS DU RHÔNE ET DE L'AIN LORS DE CRUES HISTORIQUES

Date	Rhône (Lagnieu)		Ain (Chazey)		Commentaires
	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Période de retour approximative	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Période de retour approximative	
Mai 1856	2350	100 ans	1500	5 ans	
Décembre 1918	2100	50 ans	2250	100 ans	Plus forte crue observée sur l'Ain
Novembre 1944	2400	100 ans	1900	50 ans	
Février 1957	1820	10 ans	2250	100 ans	Plus forte crue observée sur l'Ain
Février 1990	2445	200 ans	1690	10 ans	Plus forte crue observée sur le Rhône
Janvier 2018	1780	10 ans	1430	2 ans	

## DÉBITS COURANTS ET EN CRUE DU RHÔNE (STATION HYDROMÉTRIQUE « LE RHÔNE À LAGNIEU ») ET DE L'AIN (STATION HYDROMÉTRIQUE « L'AIN À CHAZEY-SUR-AIN »)

	Dénomination	Fréquence		Période de retour (ans)	Débit du Rhône (m <sup>3</sup> /s)	Débit de l'Ain : scénario le plus probable (m <sup>3</sup> /s)
		Jours/an	%			
Hydrologie courante	Dépassé 355 j/an (étiage conventionnel)	355	97 %	<1	160	58
	Débit semi-permanent	182,5	50 %	<1	421	78
	Dépassé 35 j/an	35	10 %	<1	763	196
	Dépassé 10 j/an	10	3 %	<1	196	416
Crues	Q2		50 %	2	1400	950
	Q5		20 %	5	1700	1480
	Q10		10 %	10	1880	1640
	Q100		1 %	100	2300	2170
	Q1000		0,1 %	1000	2600	2550
	Q1500		0,067 %	1500	2600	2600

Le tableau ci-dessus présente les débits du Rhône en crue, et ceux de l'Ain en cohérence, selon le scénario le plus probable. Lecture du tableau : (par exemple) La valeur du débit du Rhône à Lagnieu de 196 m<sup>3</sup>/s peut survenir à une fréquence de 10 jours par an. Celui de 763 m<sup>3</sup>/s survient quant à lui 35 jours par an.

Le tableau ci-dessous présente les valeurs des débits caractéristiques du Rhône.

## DÉBITS CARACTÉRISTIQUES DU RHÔNE AU DROIT DE L'AMÉNAGEMENT À L'ÉTUDE

	Débits
Q 355j/an	160 m <sup>3</sup> /s
Q médian	421 m <sup>3</sup> /s
Q moy	465 m <sup>3</sup> /s
Q 35j/an	765 m <sup>3</sup> /s
Q 10j/an	1013 m <sup>3</sup> /s
Q2	1400 m <sup>3</sup> /s
Q5	1700 m <sup>3</sup> /s
Q10	1880 m <sup>3</sup> /s
Q100	2300 m <sup>3</sup> /s
Q1000	2600 m <sup>3</sup> /s
Q1500	2600 m <sup>3</sup> /s

## LE FONCTIONNEMENT DU RHÔNE ET DE SES AFFLUENTS

En dehors de la rivière d'Ain, les affluents du Rhône sont majoritairement de petite taille au niveau de l'aire d'étude. Pour autant, ils sont régulièrement en eau et s'écoulent la plupart du temps (hors étiage sévère). C'est le signe d'un fonctionnement hydrologique particulier, et que leur écoulement semble provenir en grande partie de la résurgence de nappes souterraines.

La géologie des deux rives influence également la typologie des affluents : des affluents jurassiens sur la rive droite et préalpins sur la rive gauche.

**En rive droite (Ain)**, en amont de Lagnieu, les affluents s'écoulent au sein du massif du Bas-Bugey. Très peu nombreux, ils sont de dimension et de débit assez limités : ruisseau de Compierre (Saint-Sorlin-en-Bugey), le Nérivent (Sault-Brénaz). Le Rhéby, s'écoulant sur la commune de Villebois est un affluent du Rhône en amont du barrage de Villebois. Le complexe du ruisseau du Moulins et des Tournes provenant des alentours de Lagnieu, en limite de l'aire d'étude éloignée, a un débit permanent.

En aval de Lagnieu, le réseau hydrographique est constitué par des ruisseaux de faibles dimensions alimentés par des résurgences de la nappe alluviale de l'Ain dont : le Rioux, le ruisseau des Grandes Combes et le Polon. D'autres ruisseaux ou sources

à débit permanent restent à caractériser comme le ruisseau de Balmat, les ruisseaux des Sétives et de Marcilleux. Entre Marcilleux et l'Ain, plus aucun affluent n'est référencé. Enfin, la rive droite intègre l'affluent principal du Rhône sur l'aire d'étude éloignée : la rivière d'Ain au régime impétueux, qui prend sa source dans le Jura sur le plateau de Nozeroy et se jette dans le Rhône sur la commune de Saint-Maurice-de-Gourdans au terme d'un parcours d'environ 200 km. Sur le secteur de la confluence de l'Ain avec le Rhône de nombreux bras secondaires (lônes) sont présents qui témoignent de la mobilité de l'affluent.

**En rive gauche (Isère)**, les affluents du Rhône dans l'aire d'étude se trouvent uniquement en aval de la Balme-les-Grottes.

De la Balme au Girondan, les affluents sont liés au plateau de l'île Crémieu. Ainsi, chaque fond de vallée descendant de ce plateau est occupé par un ruisseau qui se sépare dans un réseau de plusieurs lits naturels ou de fossés recalibrés (appelé complexe hydrographique) avant de se jeter dans le Rhône. Tous ces lits ne présentent pas un écoulement permanent toute l'année, seule une branche reste en eau la majorité du temps.

On recense trois complexes de ruisseaux :

- les ruisseaux de Blie et du Laud qui proviennent des grottes de La Balme ;
- les ruisseaux de Sainte-Colombe, du Laye et du Bénétan issus du vallon d'Amblérieu ;
- le ruisseau du Vivier alimenté par la résurgence sur Vernas dénommée fontaine Saint-Joseph.

Enfin des cours de taille supérieure sont présents sur le secteur et drainent la partie sud-ouest du plateau de l'île Crémieu : l'Amby, le Girondan et la Girine. En aval de la Girine et jusqu'à Jons, le seul affluent est la Bourbre. Il s'agit d'une rivière de plaine présentant des débits abondants au cours de l'année et une période de basses eaux peu marquée. C'est l'affluent le plus important de la rive gauche. Elle conflue avec le Rhône à Chavanoz, environ 3 km en aval du projet RhôneGria, après un parcours de 72 km.

## LES MASSES D'EAU

L'aire d'étude immédiate s'inscrit au sein de la masse d'eau superficielle « Le Rhône de Sault-Brénaz au pont de Jons ».

Les cours d'eau identifiés comme masses d'eau affluentes à la masse d'eau « Le Rhône de Sault-Brénaz au pont de Jons » sont, de l'amont vers l'aval :

- ruisseau le Rhéby confluant avec le Rhône en amont du barrage de Villebois ;
- ruisseau du Moulin ;
- ruisseau le Rioux ;
- ruisseau d'Amby ;
- ruisseau le Girondan ;
- ruisseau la Girine ;
- La Bourbre du seuil Goy au Rhône ;
- L'Ain du Suran à la confluence avec le Rhône.

## TEMPÉRATURE DES EAUX

Le comportement thermique du Rhône, de l'aval du Léman jusqu'à la Méditerranée, a été analysé sur une période de près de 100 ans, allant de 1920 à 2010. Lancées en 2000 par l'État pour évaluer l'impact environnemental des rejets thermiques des centrales nucléaires, ces études ont conduit à mieux comprendre la dynamique thermique du fleuve sous l'influence du changement climatique et de caractériser les évolutions de la faune aquatique des 30 dernières années. Réalisées par EDF et le concours de nombreuses équipes scientifiques d'instituts de recherche et d'universités (ARALEP, INRA, CARTELE, IRSTEA, CNRS, LEHNA), elles se sont achevées en 2015. Elles montrent notamment qu'en moyenne sur les 90 dernières années, la thermie du fleuve sur le secteur du CNPE du Bugey a augmenté de 0,6°C<sup>20</sup>.

## MORPHOLOGIE DU FLEUVE

Sur le secteur compris entre Sault-Brénaz et la confluence de l'Ain, les alluvions grossières proviennent pour l'essentiel des apports glaciaires, la part liée aux apports fluviaux étant quasi nulle. En revanche, le Rhône en aval de la confluence avec l'Ain bénéficie des apports alluvionnaires de la rivière d'Ain. Les flux de sédiments fins restent importants, essentiellement mobilisés lors des crues du fleuve et de ses affluents et des actions de gestion sédimentaire, menées par les exploitants des ouvrages hydroélectriques suisses (SIG & SFMCP) et français (CNR) pour assurer le transit vers l'aval des sédiments provenant de l'Arve.

20 <https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/axe-rhoneetudes-et-programmes-de-recherches-sur-le-rhone/etude-thermique-du-fleuve-rhone>

En aval du barrage de Sault-Brénaz, le Rhône présente un déficit historique et naturel en sédiments grossiers, ce qui l'a conduit à creuser au fil des siècles son lit dans les anciennes terrasses fluvio-glaciaires. Le Rhône se caractérise ainsi par une pente modérée (0,3 ‰) et la faible mobilité latérale de son lit. Du fait de la puissance du courant, il a creusé son lit mineur verticalement, plutôt que de gauche à droite. Alors qu'en aval de l'Ain, le style fluvial de référence était un lit en tresses avec une pente de l'ordre de 0,7 ‰. Les apports en sédiments grossiers de l'Ain sont principalement responsables de cette cassure de pente observée entre l'amont et l'aval de sa confluence avec le Rhône.

En amont de la confluence avec l'Ain, le lit est globalement stable sur la période 1966-1993 (EGR, 2001). Toutefois, l'analyse du profil en long des thalwegs (ligne la plus basse dans le lit d'un cours d'eau) montre quelques tendances :

- une incision du PK 49 au PK 45 qui laisse à penser que le fond du lit du fleuve s'est creusé progressivement après les extractions au droit de la centrale nucléaire du Bugey (environ 250 000 m<sup>3</sup>, soit 15 000 m<sup>3</sup>/an) ;
- un comblement partiel de la fosse observée au droit de la centrale du Bugey (PK 45) ;
- un profil très stable entre la centrale du Bugey et Loyettes (PK 44 à PK 39) ;
- un approfondissement en aval du pont de Loyettes ;
- la formation de radiers sur le Rhône (points durs au fond du lit qui figent la profondeur du fleuve) en amont de la confluence avec l'Ain (PK 37 à PK 35).

Le point de confluence entre l'Ain et le Rhône n'est pas figé et a tendance à se déplacer vers l'ouest mais sa mobilité est faible depuis le milieu du XX<sup>ème</sup> siècle.

Le cours du Rhône et son fonctionnement sont intégralement anthropisés depuis la sortie du glacier en Suisse jusque dans son delta en Camargue. Cette anthropisation est liée à la fois au développement industriel, agricole et urbain, incluant les réseaux de transports (routier, ferroviaire et fluviale) ainsi qu'aux outils de productions hydroélectrique et nucléaire. Une des résultantes concerne la morphologie du fleuve et la majorité de ses affluents ainsi altérée et soumise au fonctionnement des aménagements hydroélectriques en amont et sur la rivière d'Ain. Le projet RhôneGria à l'étude se situe sur un tronçon du Rhône entre deux ouvrages hydroélectriques où les écoulements sont encore libres et courants, mais soumis aux fluctuations de débits, de hauteurs d'eau et de vitesses induites par le fonctionnement des ouvrages existants en amont.

En aval de l'aménagement de Beaucaire et dans le delta de Camargue, le Rhône retrouve à nouveau un écoulement libre jusqu'à la mer, mais sous la double influence des variations de niveaux, débits et vitesses d'écoulement liée au fonctionnement des aménagements hydroélectriques, et des variations de niveaux (de l'ordre de 50 cm) des marées en Méditerranée.

## Gestion des sédiments

La gestion sédimentaire du Rhône regroupe les opérations visant à évacuer les sédiments naturels contenus et accumulés dans le Rhône — par dragage, accompagnement des crues ou abaissement partiel de retenues — tout en maîtrisant les impacts sur la faune et la flore.

La gestion sédimentaire sur le continuum du fleuve est cadrée depuis 2021/2022 avec une implication de CNR, EDF, Services industriels de Genève (SIG), Société des Forces Motrices de Chancy-Pougny (SFMCP) et les collectivités en charge d'actions de gestion sédimentaire.

En application du SDAGE Rhône Méditerranée, l'État (DREAL ARA) et l'Agence de l'Eau RMC définissent une stratégie de gestion sédimentaire du Rhône entre Genève et la Méditerranée afin de renforcer l'action collective pour l'atteinte des objectifs environnementaux fixés dans le cadre de la DCE. Cette stratégie, établie dans le respect des obligations des gestionnaires (dont CNR) et des attentes des usagers du fleuve, s'appuie sur une étude préalable dont le comité de pilotage était constitué de la DREAL ARA, l'AERMC, CNR, EDF, VNF, la Métropole de Lyon, l'OFB, et l'OSR. Cette étude a été réalisée de 2018 à 2022 par un groupement de bureaux d'études. Elle a permis d'établir un diagnostic de l'état sédimentaire et des enjeux du fleuve, une expertise technique à l'échelle de l'axe et de six secteurs cohérents et de proposer des orientations de gestion et de restauration qui inspirent la stratégie de Gestion Sédimentaire du fleuve.

Depuis 12 ans, l'Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR) est un programme de recherche co-construit par les scientifiques et les gestionnaires du Rhône afin de produire des connaissances sur les processus hydro-sédimentaires à l'échelle du fleuve. Il bénéficie de financements de l'Union Européenne (FEDER), de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, de CNR, d'EDF et des Régions Auvergne-Rhône-Alpes, Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur et Occitanie.<sup>21</sup>

21 Etude de l'hydrologie du fleuve Rhône sous changement climatique (BRLi, 2023), commanditée par l'Agence de l'Eau RMC et la DREAL AURA

Afin de respecter ses obligations de concessionnaire, CNR réalise des opérations de dragage d'entretien pour répondre notamment aux objectifs suivants :

- le maintien de la profondeur du chenal de navigation (article 7 du cahier des charges général) ;
- l'entretien des profondeurs nécessaires à l'évacuation des crues (article 16 du cahier des charges spécial de chaque chute hydroélectrique)
- et enfin l'entretien des ouvrages de la concession (articles 10 et 15 du cahier des charges général).

Chaque année CNR réalise quelques 50 opérations de dragage et déplace environ 600 000 m<sup>3</sup> de sédiments. L'arrêté inter-préfectoral n°2011077-0004 du 18 mars 2011, portant autorisation au titre des articles L.214-1 à 6 du code de l'environnement, des opérations de dragage d'entretien sur le domaine concédé du Rhône de la chute de Génissiat au palier d'Arles, prolongé et modifié par l'arrêté inter-préfectoral n°26-2021-03-08-012 du 8 mars 2021, autorise CNR à réaliser ses dragages d'entretien au titre de la loi sur l'eau. Ces arrêtés encadrent la réalisation de l'entretien du lit du Rhône et de ses affluents dont les analyses physico-chimiques préalables à ces travaux (Extrait de article 3 de l'AIP 2011 modifié : « [...] Puis, il entreprend les travaux de prélèvement et d'écotoxicité et fait exécuter les tests biologiques s'ils sont rendus nécessaires. Il applique les «Recommandations relatives aux travaux et opérations impliquant des sédiments aquatiques potentiellement contaminés – V2», de septembre 2013, et en particulier son annexe A11 »).

Ainsi, chaque opération est réalisée après approbation par les autorités administratives, dans un cadre réglementaire strict et respectueux de l'environnement. Pour limiter les impacts sur la reproduction ou la migration des espèces animales, les interventions sont menées aux périodes les plus favorables. Les travaux font l'objet de mesures environnementales afin de garantir la limitation du taux de matières en suspension à l'aval du dragage (suivi de la turbidité par exemple). Les sédiments fins sont restitués au fleuve afin qu'ils se répandent à l'aval et jusqu'au delta du Rhône. Les écosystèmes bénéficient ainsi des nutriments qu'ils contiennent. Le transit des sédiments permet aussi de lutter contre l'enfoncement du delta et de repousser naturellement la remontée d'eau de mer sur ses plaines.

### Fonctionnement de l'opération APAVER

L'opération de gestion sédimentaire du Haut-Rhône franco-suisse menée tous les trois à quatre ans pour limiter le risque d'inondation du centre de Genève en cas de crue de l'Arve est un cas exemplaire d'une démarche mixte et concertée. Elle consiste à faire transiter vers l'aval les sédiments accumulés au pied du barrage de Verbois, grâce à une accélération du courant provoqué par un abaissement partiel des retenues des deux barrages suisses et des six barrages de CNR, de Génissiat à Sault-Brénaz.

Sous le contrôle des autorités suisses et françaises, cette opération mobilise pendant une douzaine de jours près de 300 collaborateurs de CNR, SIG et SFMCP, les acteurs locaux de la pêche, des associations environnementales et des partenaires scientifiques. Des pêches de sauvegarde préventives sont réalisées pour limiter les impacts sur la faune piscicole et un ensemble de mesures sont mises en place pour maintenir une qualité de l'eau compatible avec la préservation de la biodiversité. Le taux de matière en suspension (sable, limon, etc.) est surveillé en continu, afin de respecter les concentrations autorisées. D'autres indicateurs de la qualité de l'eau (température, pH, toxicologie, taux d'oxygène, teneur en ammoniac, bactériologie, etc.) sont également contrôlés. CNR s'attache aussi à préserver, à l'aval des barrages, les bras naturels du Rhône qui ont fait l'objet d'une importante restauration hydraulique et écologique (Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon) : l'entreprise surveille les flux d'eau et évite d'envoyer des eaux chargées en sédiments, tout en maintenant un écoulement suffisant pour les espèces aquatiques.

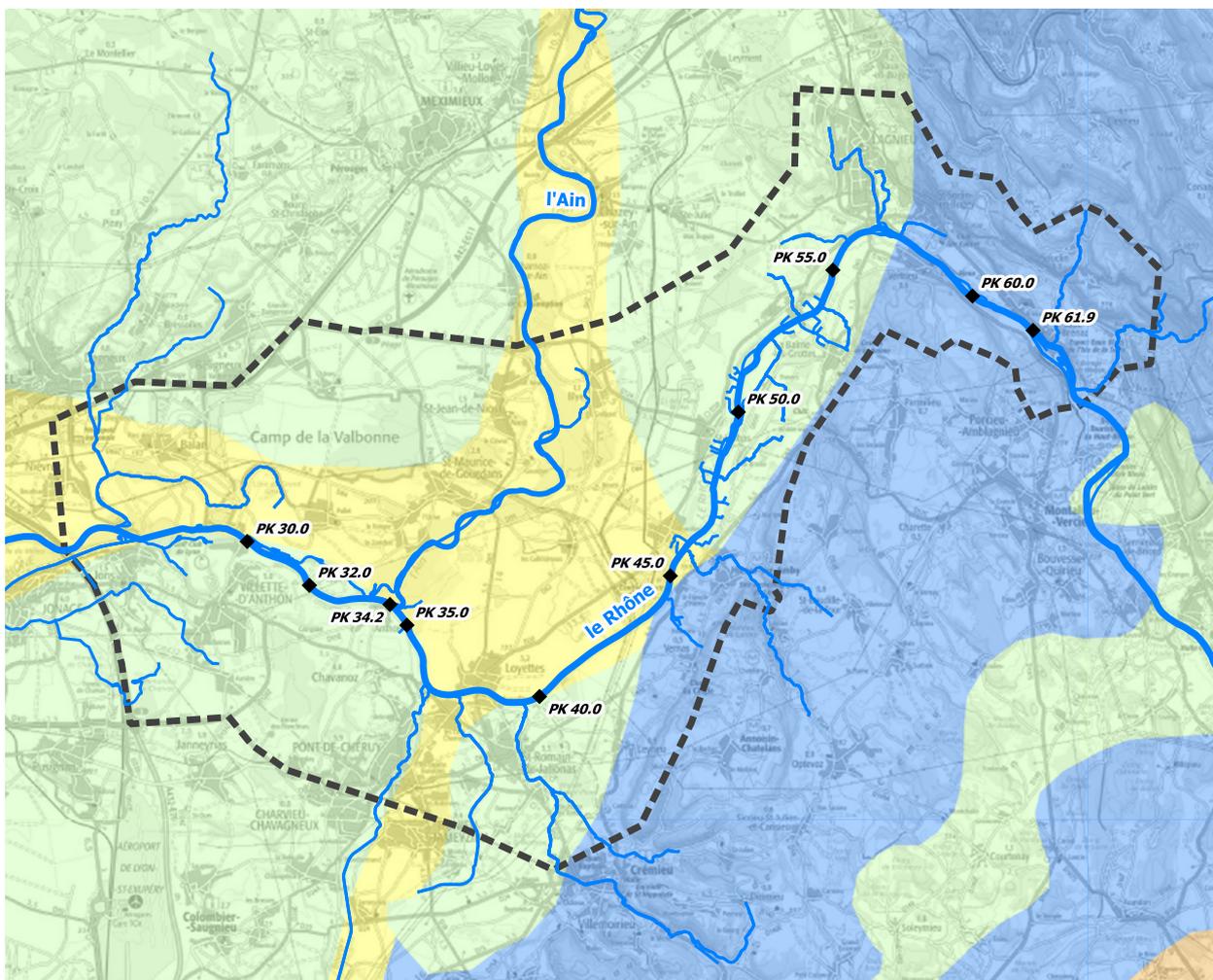
En 2021, l'opération a permis d'évacuer 3,1 millions de tonnes de sédiments. Parallèlement, les déchets immergés ont été retirés ou repérés pour des opérations d'enlèvement ultérieures.

# ANNEXE 7

## L'ÉTUDE DES SOLS

Destinée à caractériser la nature des sols, une première phase d'études géotechniques a permis de déterminer un secteur favorable à une assise solide du barrage-usine niveau de Loyettes, avec une implantation aux alentours du PK 39.9. Ses résultats sont les suivants.

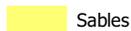
LITHOLOGIE SIMPLIFIÉE DE L'AIRE D'ÉTUDE ÉLOIGNÉE. SOURCE : CEREG.

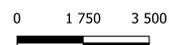


LEGENDE

-  Réseau hydrographique
-  Aire éloignée: thématiques environnementales
-  Points kilométriques du Rhône (CNR)

Lithologie

-  Argiles
-  Calcaire, marne et gypse
-  Grès
-  Sables



## DES FORMATIONS ALLUVIONNAIRES QUATERNAIRES

Le projet Rhônergia à l'étude s'inscrit dans une large plaine alluviale creusée par les glaciers puis par le Rhône durant l'ère quaternaire. Ces terrains alluvionnaires et fluvioglaciaires forment une plaine et des terrasses, avec de faibles variations d'altitude, entre 185,00 et 200,00 m NGF en moyenne.

En rive gauche du Rhône, la topographie est légèrement plus contrastée, allant de 190,00 à 215,00 m entre Saint-Romain-de-Jalionas et la base de la barre des calcaires jurassiques de L'Isle Crémieux vers l'est. Déposés sur des épaisseurs variables, de plusieurs dizaines de mètres, ces alluvions et dépôts fluvioglaciaires reposent sur un substrat molassique tertiaire, plus ou moins érodé en sillons lors du retrait des glaciers au quaternaire.

En rive droite, insérée entre le talweg (ligne la plus basse dans le lit d'un cours d'eau) de l'Ain et celui du Rhône, la plaine de l'Ain se caractérise par une topographie plus plane, comprise entre 190,00 et 205,00 m entre Loyettes et Lagnieu.

Sous les formations alluviales du Rhône, d'une dizaine de mètres d'épaisseur environ, on trouve des sédiments fluviolacustres fins (silt, limon plus ou moins argileux) et/ou de matériaux morainiques (amas de débris rocheux), parfois assez imbriqués les uns dans les autres. En périphérie du lit mineur du Rhône, on observe des dépôts d'alluvions grossiers déposés en terrasses.

## UN SUBSTRAT MOLASSIQUE TERTIAIRE

Les formations quaternaires (formations fluviolacustres et morainiques, anciennes terrasses alluviales du Rhône) reposent sur un substrat molassique tertiaire (Miocène supérieur) constitué de marnes sableuses et de bancs de grès.

Ce substrat a très probablement été entaillé, érodé durant les épisodes quaternaires successifs de glaciation/déglaciation, dessinant des sillons, des zones de cuvettes ou de haut-fond.

Sous la couverture d'alluvions grossières prennent place des dépôts fluviolacustres fins (argile, sable, limon), plus ou moins épais ou minces, dont la morphologie et l'épaisseur précises sont inconnues à ce jour.

L'ensemble des reconnaissances menées au printemps 2023 pour le projet Rhônergia a permis de trouver une assiette d'assise favorable au barrage-usine aux alentours du PK 39.9 dans le secteur de Loyettes, à la faveur d'une remontée marquée du substrat molassique à 20 ou 30 mètres de profondeur sous le terrain naturel.

De bonne compacité et à une profondeur relativement modeste sous le niveau prévisionnel du barrage-usine, ce substrat permet d'en asseoir les fondations dans des conditions favorables.

## LES AQUIFÈRES

La nappe de la basse plaine de l'Ain, de 350 km<sup>2</sup> environ, prend place au sein des alluvions quaternaires. Cet aquifère fluvioglaciaire quaternaire se caractérise par des perméabilités fortes à très fortes, de l'ordre de 10<sup>-2</sup> m/s ; les alluvions récentes du Rhône sont moins perméables, en moyenne de l'ordre de 10<sup>-3</sup> à 10<sup>-5</sup> m/s.

Le Rhône ne serait pas une source d'alimentation directe de cette nappe quaternaire, mais tiendrait probablement le rôle de drain.

Les molasses sableuses du Bas-Dauphiné hébergent également des ressources aquifères, situées sous une couverture alluviale fluviolacustre de 10 à 40 m d'épaisseur en moyenne. Des phénomènes d'artésianisme (jaillissement spontané de l'eau) y ont été observés.

## ANNEXE 8

# LES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX DE L'EXPLOITATION HYDROÉLECTRIQUE DU RHÔNE

## LA DÉMARCHE DITE « ERC – AS » (ÉVITER – REDUIRE – COMPENSER ET D'ACCOMPAGNEMENT ET DE SUIVI)

L'objectif de CNR sera de définir le projet de moindre impact environnemental, dans le cadre de sa démarche RSE (Responsabilité Sociétale des Entreprises), de sa conception à son exploitation. Le projet serait réalisé avec le souci de garantir au mieux la préservation de l'environnement dans une stratégie du moindre impact global. L'ensemble de la séquence ERC-AS serait pris en considération à toutes les étapes des réflexions.

L'approche ERC-AS est conduite le plus tôt possible afin de travailler sur la phase d'évitement et proposer les aménagements avec le meilleur bilan écologique et durable (analyse de scénarios, connaissance préalable accrue sur les aires d'études, et concertation large incluant la saisine de la CNDP). Le dimensionnement final de la séquence ERC-AS serait engagé dans le cadre des étapes ultérieures, à l'étude d'impact environnemental, sur la base d'abord de la conception au stade dit « APD » (Avant-Projet Détaillé) puis au stade du projet définitif (dit « PRO »).

La stratégie ERC-AS se construira progressivement aussi en fonction du foncier disponible localement. Cette disponibilité du foncier sera à analyser en tenant compte des incidences du projet d'EPR2. Des réflexions sur d'éventuelles mutualisations de mesures ERC-AS sont aussi envisageables à l'échelle du territoire, en lien avec les différents porteurs de projets (EPR, PIPA, etc.) et des services de l'État. La stratégie vis-à-vis des mesures ERC-AS sera aussi très dépendante du positionnement du

monde agricole et des collectivités vis-à-vis du foncier agricole, et notamment des options de priorisation entre compensation environnementale et compensation du foncier agricole. Enfin, les mesures ERC-AS seront déclinées en cohérence avec la stratégie validée dans le cadre de l'évaluation environnementale du plan stratégique de la prolongation de la concession du Rhône.

## LES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX DE LA GESTION HYDROÉLECTRIQUE DU RHÔNE

### Surveillance du fleuve

Complémentaire à la maintenance des ouvrages industriels et fluviaux, observation visuelle, mesure et gestion des sédiments sont indispensables pour limiter les risques liés aux crues, sécuriser la navigation, favoriser l'équilibre écologique du fleuve et éviter d'endommager barrages et écluses. CNR a installé de nombreux capteurs le long du Rhône et de ses affluents et un réseau de 220 stations télétransmet des données sur le niveau du fleuve, son débit, la pluie, etc.. À titre préventif, CNR procède à des dragages ou à l'abaissement partiel de retenues dans le cadre de plans de gestion des sédiments et entretient la végétation autour du fleuve.

### Gestion des déchets

Dans son activité d'exploitant industriel, CNR récupère au niveau des dégrilleurs<sup>22</sup> de ses ouvrages les bois flottés charriés par le fleuve : même s'ils ne sont pas de son fait, ils présentent des risques pour la production hydroélectrique.

22 Dans une prise d'eau, appareil de manutention permettant d'ôter les débris qui s'accumulent sur les grilles.

Les volumes collectés varient sensiblement en fonction des aléas climatiques (13 000 tonnes en 2021, 8 800 tonnes en 2022). S'ils sont susceptibles d'affecter la production de CNR et de dégrader celle-ci, ils peuvent aussi provoquer des impacts sanitaires ou éco-toxicologiques et diminuer la qualité de l'eau. Les tonnages de souches et de bois de coupe récupérés sont broyés pour être recyclés en compost ou servir de combustible dans des chaudières.

### Un programme d'ingénierie écologique

Depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle, le Rhône a été modelé par la main de l'homme afin de favoriser la navigation puis de produire de l'électricité. Épis Girardon<sup>23</sup>, seuils, barrages, enrochements des berges, digues, coupures de méandres... Ces aménagements ont perturbé le fonctionnement naturel du fleuve. « C'est une des premières causes de la dégradation de la qualité des eaux et de perte de biodiversité aquatique. Restaurer le fonctionnement naturel des cours d'eau contribue à retrouver des eaux de qualité. C'est aussi améliorer leur résilience au changement climatique et jouer la carte de l'attractivité des territoires autour de la rivière qui redevient un espace naturel de vie et de loisirs »<sup>24</sup>.

Dans les années 1990, CNR a élaboré, en lien avec l'État, l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse et l'ensemble des acteurs du territoire concernés un important programme d'ingénierie écologique visant à retrouver un fleuve « vif et courant », en augmentant les débits réservés dans les tronçons court-circuités par les aménagements (Vieux-

Rhône), en restaurant la dynamique des îlons (annexes fluviales plus ou moins connectées au chenal principal) et les axes de migration piscicole. Ces initiatives ont pour la plupart été prises en compte ensuite dans le plan financement de missions d'intérêt général puis dans le Plan 5 Rhône. Il est défini et mis en œuvre par CNR en partenariat avec les acteurs locaux, les organismes institutionnels, la communauté scientifique (à travers le GRAIE<sup>25</sup> et des organismes publics de recherche pluridisciplinaires, notamment le CNRS, l'INRAE et l'université de Genève) et les associations environnementales. Il bénéficie du soutien financier de l'Europe et de l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse.

### Réhabilitation du Rhône naturel

Depuis 1999, CNR a redessiné le lit du fleuve et restauré son équilibre hydraulique et écologique sur plus de 120 km, soit près du quart de sa longueur. Ses interventions se sont fondées sur des diagnostics établis avec des partenaires scientifiques (une communauté scientifique structurée autour de la Zone Atelier Bassin du Rhône (ZABR), de l'Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR) et de l'Observatoire Hommes-Milieus (OHM) de la Vallée du Rhône, et qui mobilise une quinzaine de structures de recherche en France mais aussi en Suisse<sup>26</sup>) et font l'objet d'un suivi scientifique afin d'en évaluer les bénéfices environnementaux et d'optimiser les actions futures.

+ de **80**  
espèces animales  
bénéficiant d'actions de  
préservation de leur habitat

 **69**  
ouvrages  
de franchissement  
piscicole sur le Rhône  
et ses affluents

**77** îlons  
et bras  
secondaires  
restaurés

+ de **120km**  
de cours d'eau réhabilités en 20 ans

**82M€** investis depuis  
2004 en faveur  
de l'environnement

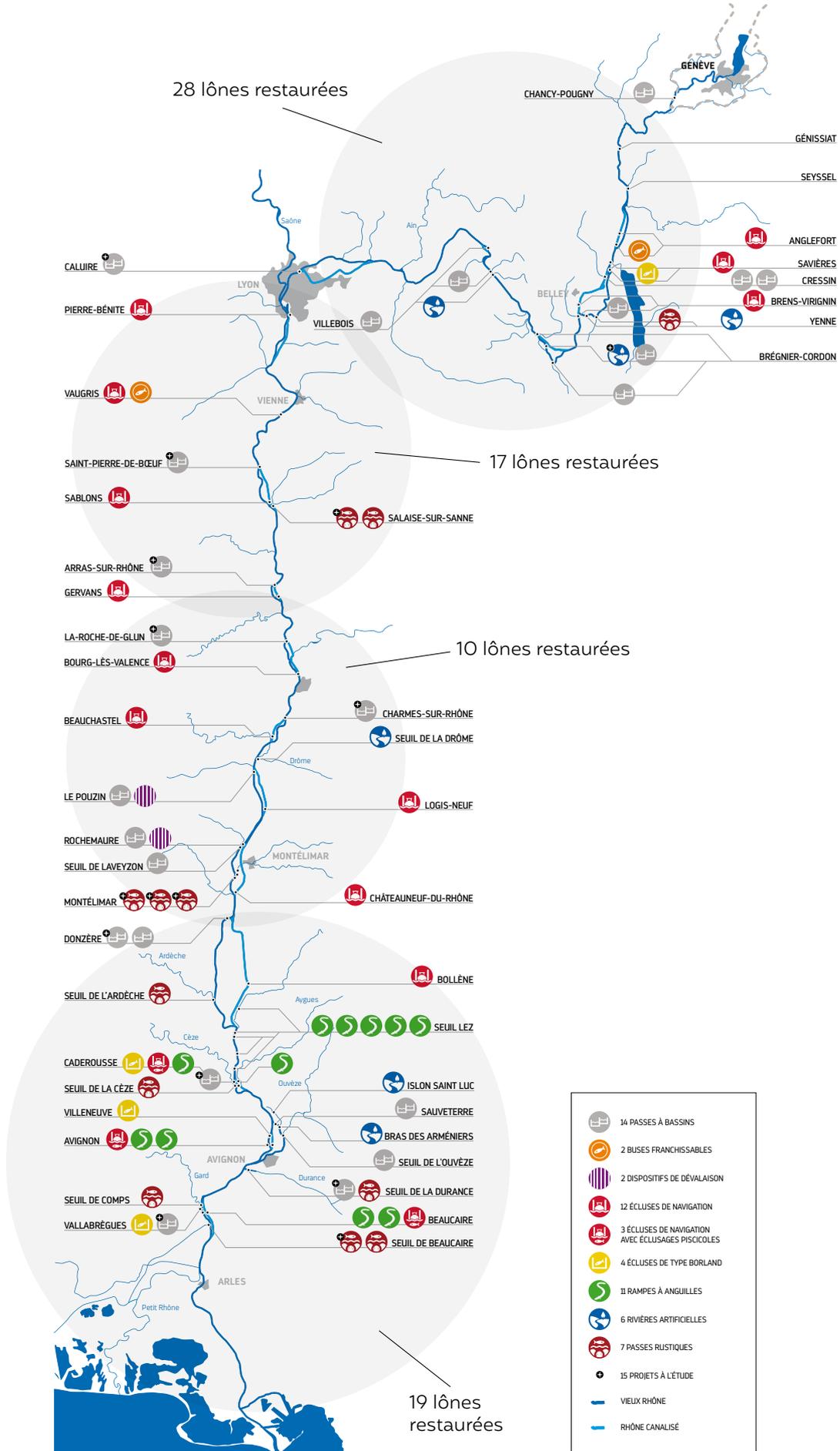
Source : CNR

23 Enrochements aménagés fin XIX<sup>ème</sup> pour concentrer le flux d'eau et constituer un chenal navigable entretenu par le curage naturel du lit du fleuve. Ils ont entraîné l'accumulation de sédiments qui ont comblé les bras secondaires du Rhône.

24 Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse : [https://www.eaurmc.fr/jcms/vmr\\_45469/fr/la-restauration-du-fonctionnement-naturel-des-cours-d-eau?id=vmr\\_45469&portal=j\\_55&printView=true](https://www.eaurmc.fr/jcms/vmr_45469/fr/la-restauration-du-fonctionnement-naturel-des-cours-d-eau?id=vmr_45469&portal=j_55&printView=true)

25 <https://asso.graie.org/portail/>

26 <https://www.zabr.assograie.org/le-reseau-dacteurs/>



Source : Extrait Bilan 4 Plans Missions d'intérêt général 2004- 02/2022Mig p. 14

L'ensemble de ces études participe au développement des connaissances sur le fleuve, les milieux, les espaces naturels remarquables, la flore et la faune.

Sur le Haut-Rhône, quatre secteurs prioritaires ont été identifiés (Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon et Miribel) et cinq sur le Bas-Rhône (Pierre-Bénite, Péage-de-Roussillon, Baix-le-Logis-neuf, Montélimar et Donzère-Mondragon). Sur le Haut-Rhône, 28 îlons ont été restaurés depuis 1988 et plus de 45 sur le Bas-Rhône depuis 1992<sup>27</sup>.

A l'heure actuelle, CNR poursuit la restauration du Rhône naturel (également appelé Vieux-Rhône) et de zones humides à travers un ambitieux programme. Celui-ci redonne de l'espace au fleuve, améliore l'écoulement des eaux, réactive la dynamique sédimentaire et facilite le passage des crues. Il favorise la recolonisation des milieux naturels par de la faune et de la flore et *in fine*, leur résilience au changement climatique. Lors de ses chantiers de végétalisation des berges, CNR plante autant que possible des arbres typiques de la forêt alluviale (saules, peupliers, tamaris, etc.) grâce au parc à boutures de Soyons (Ardèche), géré dans le respect du règlement de la marque « Végétal local » dont la Compagnie s'est doté depuis 2017.

Sur le bassin versant du Rhône, la continuité piscicole sur le Haut-Rhône est actuellement en cours de restauration sur le fleuve et ses affluents. A proximité du secteur d'étude, différents dispositifs de franchissements piscicoles existent ou sont en cours de construction : par exemple, une passe à poissons est en construction par CNR sur le seuil de la Feyssine (69) ; EDF a mis en service depuis quelques années la passe à poissons du barrage de Jons (aménagement EDF de Cusset) ; CNR a mis en service en 2022 la passe à poissons au barrage de Villebois (01) et la passe actuellement existante sur le seuil des Molottes dans le Vieux Rhône de Brégnier-Cordon (01) va être complétée par un second dispositif pour les espèces d'eau calme. Ces ouvrages vont permettre sous 2 à 4 ans d'assurer une connexion piscicole sur 103 km depuis la confluence Rhône-Saône jusqu'au pied du barrage de Champagneux (01). Ces actions vont aussi mettre en continuité plusieurs affluents via ce tronçon du fleuve, notamment l'Ain, la Bourbre et le Guiers.

## RETOUR D'EXPÉRIENCE SUR LA PASSE À POISSONS DE VILLEBOIS

Certaines passes à poissons du Rhône font l'objet d'un suivi piscicole qui est très souvent mené en partenariat les acteurs du territoire : fédérations départementales de pêche, associations lorsqu'elles le souhaitent.

Sur la passe à poissons de Villebois, inaugurée le 8 juillet 2022, 13 725 poissons ont été comptabilisés la première année de suivi par un des deux couloirs de visualisation équipé d'un dispositif amovible de vidéo-comptage qui filme les poissons passant devant un panneau lumineux.

Parmi les 24 espèces identifiées, les plus présentes sont le Hotu, le Chevaine et le Gardon. D'autres espèces sont également présentes : l'Ablette, le Barbeau, le Spirin, le Goujon, le Rotengle, la Perche commune, les Brèmes, la Vandoise, la Perche soleil, le Silure, la Carpe commune, le Brochet, la Carpe miroir, le Truite Arc-en-Ciel, la Tanche, la Truite Fario, l'Anguille, la Bouvière et la Blennie fluviatile.

Source : Rapport de suivi de l'efficacité de la passe à poissons (SCIMABIO, 2023)<sup>28</sup>



Dispositif de la passe à poissons de Villebois.

© Camille Moirenc / RHONERGIA

27 <https://www.cnr.tm.fr/wp-content/uploads/2022/12/BILAN-MIG-v4-BAT.pdf>

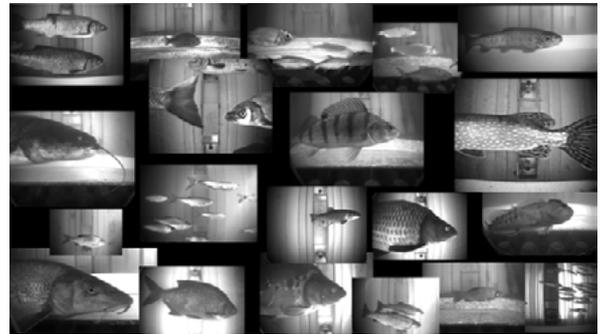
28 <https://www.scimabio-interface.fr/produits/>



Vue par drone de la passe-à-poissons de Villebois

© Camille Moirenc / RHONERGIA

Mise en service fin 2021, la passe à poissons de Villebois est le premier ouvrage de ce type construit sur le cours principal du Haut-Rhône français. Réalisée en partenariat avec l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, elle favorise la recolonisation du fleuve et de ses affluents pour plusieurs espèces et rétablit la continuité piscicole sur plus de 100 kilomètres.



Poissons détectés par une station de vidéocomptage. Passe à poissons de Villebois, 2023



Vue à l'aval de la passe à poissons de Villebois

© Camille Moirenc / RHONERGIA



## 25 500 ha

classés en zone écologique préservée,  
soit 92 % du domaine concédé

## 24 000 ha

de Zone naturelle d'intérêt écologique  
faunistique et floristique (Znieff),  
soit 87 % du domaine concédé

## 13 000 ha

de zones Natura 2000 (directives  
oiseaux et habitats/faune/flore),  
soit 48 % du domaine concédé

## 8 900 ha

de zones humides,  
soit 32% du domaine concédé

## 3 900 ha

de Zones d'importance pour la  
conservation des oiseaux (Zico),  
soit 14 % du domaine concédé

Source : CNR

### Rétablissement de la trame bleue

Permettre aux espèces de poissons — même les espèces plus communes, de remonter et dévaler le Rhône, entre sa confluence avec la Drôme et l'Eyrieux d'une part, et la Méditerranée d'autre part, est un axe fort de la stratégie environnementale de CNR. La construction d'ouvrages de franchissement — passes à poissons et rampes à anguilles —,

la gestion spécifique d'écluses et l'amélioration de la connaissance des espèces, notamment à travers le programme Vigilife qui fait appel à la technique de l'ADN environnemental (cf. encadré), font partie des actions qu'elle mène et suit pour restaurer la trame bleue. L'objectif de migration de l'aloise jusqu'à l'Ardèche a notamment été atteint.

### Procédé d'ADN environnemental (ADNe)

Pour mesurer les effets de la restauration de la Trame bleue, CNR recourt notamment à la méthode d'ADN environnemental (ADNe). Développé par SPYGEN, société de biotechnologies spécialisée dans les inventaires de biodiversité, ce procédé consiste à isoler et identifier les traces d'Acide Désoxyribonucléique que la faune laisse dans l'eau. Elle est utilisée en particulier pour vérifier le bon fonctionnement des ouvrages de franchissement piscicole, ou encore pour s'assurer que les opérations de gestion sédimentaire sont conduites de façon à réduire les impacts sur la faune aquatique — notamment celles menées sur le Haut-Rhône franco-suisse, avant, pendant et après les opérations de vidange des retenues hydroélectriques.

L'utilisation de l'ADNe dans les inventaires de la biodiversité est une avancée technologique majeure qui permet de détecter des espèces discrètes, rares ou difficiles à capturer. Cette technique offre aussi l'atout de n'être ni intrusive ni destructive, ce qui est un enjeu majeur pour les espèces en danger ou protégées sans risque de mortalité). De très nombreuses publications scientifiques reconnues mettent en avant l'intérêt de ces approches. CNR travaille avec plusieurs partenaires scientifiques et techniques, dont Spygen, l'OFB, l'Université de Toulouse qui ont publié des articles à ce sujet. De même en lien avec Spygen et HEPIA (Haute Ecole du Paysage, d'Ingénierie et d'Architecture de Genève), CNR utilise l'ADNe et l'échosondage pour suivre les populations de poissons dans les retenues de Verbois, Chancy-Pougny, Génissiat et Seyssel (BiORhône). Enfin, CNR est un des membres fondateurs de Vigilife<sup>29</sup> qui vise à promouvoir la connaissance et la protection du vivant grâce aux innovations technologiques dont l'ADNe en premier lieu.

### Collaborations scientifiques

CNR contribue également à préserver les ressources naturelles et la biodiversité de la vallée du Rhône à travers une démarche de développement et de transfert de connaissances scientifiques. Elle entretient de nombreuses collaborations avec des laboratoires de recherche publics (notamment le Centre National de la Recherche Scientifique

(CNRS), l'Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAe), l'Université de Lyon 1, HEPIA, l'Université de Genève), l'Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR), la Zone Atelier Bassin du Rhône (ZABR) et privés (par exemple, l'Institut Supérieur d'Agriculture et d'Agroalimentaire Rhône-Alpes (ISARA) pour évaluer ses pratiques de gestion environnementale du domaine concédé, les améliorer et expérimenter

29 <https://www.vigilife.org/>

des solutions nouvelles. Son soutien au projet Plastic Rhône, lancé en 2021 dans la continuité de son partenariat avec la fondation Tara Océan, figure parmi les actions engagées en phase avec les objectifs du pacte vert européen pour enrayer l'érosion de la biodiversité. Piloté par la start-up Plastic@Sea avec CNR, l'Agence de l'eau Rhône-

Méditerranée-Corse et plusieurs laboratoires de recherche, dont le CNRS, ce projet vise à dresser un état des lieux de la pollution du fleuve par les plastiques, de sa source à la Méditerranée, et à mieux comprendre les processus de fragmentation de ces déchets.

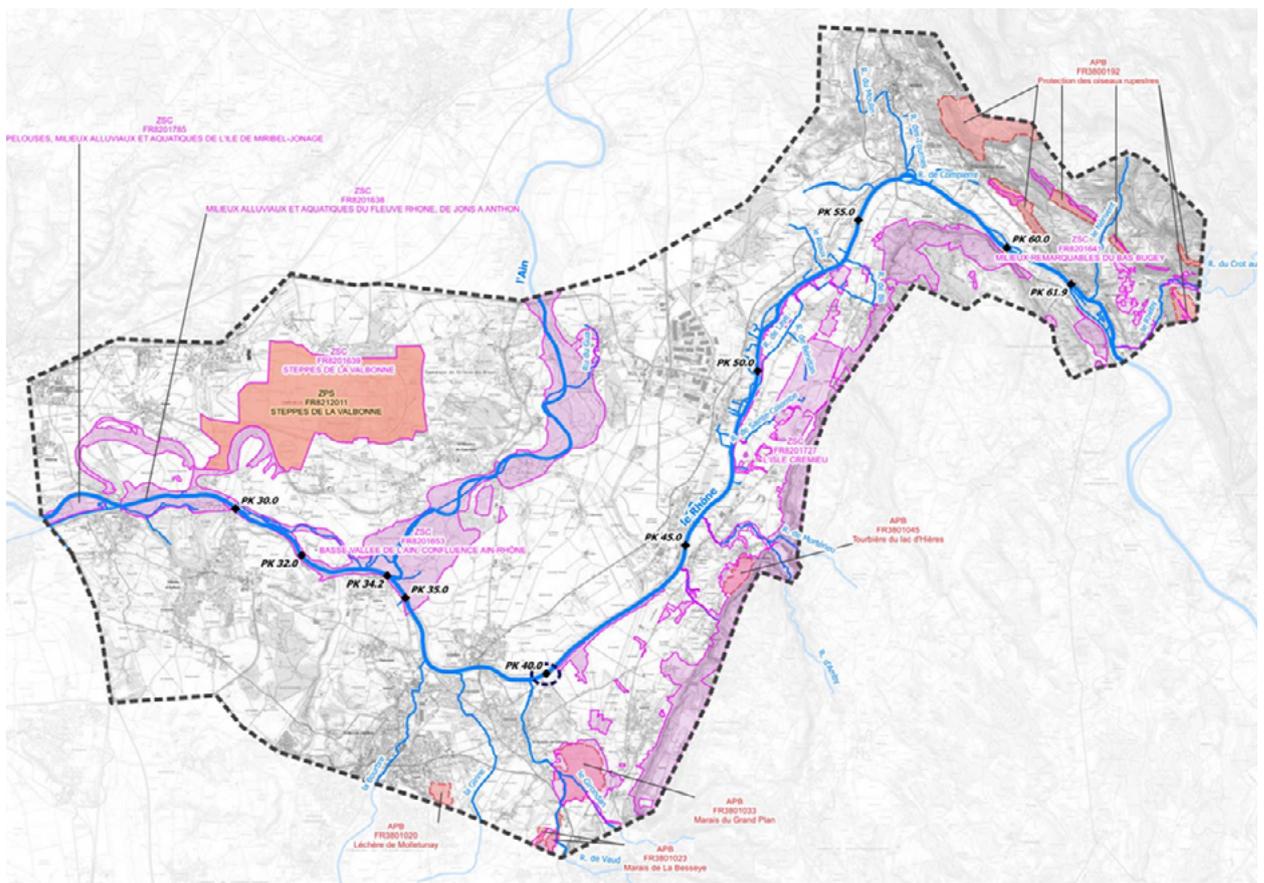
## LES ZONAGES DE PROTECTION RÉGLEMENTAIRE ET D'INVENTAIRES RELATIFS AUX MILIEUX NATURELS

Le Haut-Rhône, dans l'aire d'étude éloignée du projet Rhônergia, est concerné par :

- Des périmètres de protection réglementaire :
  - 5 arrêtés de protection de Biotope (APB ou APPB)<sup>30</sup> : protection des oiseaux rupestres (11 536 ha), tourbière du lac d'Hières (36 ha), marais du Grand Plan (135 ha), marais de la Besseye (31 ha) et Léchère de Molletunay (20 ha) ;

- 7 sites Natura 2000<sup>31</sup> : steppes de La Valbonne (1 124 ha), milieux remarquables du Bas-Bugey (4 463 ha), pelouses, milieux alluviaux et aquatiques de l'île de Miribel-Jonage (2 849 ha), basse vallée de l'Ain, confluence Ain-Rhône (3 409 ha), milieux alluviaux et aquatiques du fleuve Rhône, de Jons à Anthon (384 ha) et l'Isle Crémieu (13 632 ha).

### LOCALISATION DES PROTECTIONS RÉGLEMENTAIRES - SOURCE : DREAL ARA



30 Mesures de protection qui peuvent s'appliquer sur tout ou partie du territoire d'un département.

31 Outils fondamentaux de la politique européenne de préservation de la biodiversité, les sites Natura 2000 visent une meilleure prise en compte des enjeux de biodiversité dans les activités humaines. Ces sites sont désignés pour protéger un certain nombre d'habitats et d'espèces représentatifs de la biodiversité européenne <https://www.natura2000.fr/natura-2000/qu-est-ce-que-natura-2000>

- Des périmètres d'inventaire<sup>32</sup> :
  - 36 ZNIEFF de type I et 7 ZNIEFF de type II<sup>33</sup> ;
  - 84 zones humides selon les inventaires des départements de l'Ain et l'Isère.
- Des périmètres de protection par la maîtrise foncière au regard de leur intérêt écologique régional ou départemental :
  - Des terrains acquis (ou assimilés) par un Conservatoire d'espaces naturels : milieux alluviaux de la rivière d'Ain (CEN Rhône-Alpes sur 47 ha) et ENS des anciennes carrières de Villebois (CEN Rhône-Alpes sur 1 ha) et marais de Charvas (CEN Isère sur 32 ha) ;
  - Des espaces naturels sensibles (ENS) : 2 dans l'Ain (Ile de Miribel-Jonage et les lînes du Rhône Chaume, Ferrande, Violette et Grand Gravier) et 8 dans l'Isère (les coteaux de Saint-Roch, tourbière-lac de Hières-sur-Amby, les Sétives, carrières et dunes sableuses de Verna, marais de la Besseye, marais de la Léchère, marais de Charvas).

Le tronçon du Rhône où se situerait le projet est inscrit dans la ZNIEFF continentale de type 2 « Cours du Rhône de Briord à Loyettes » qui couvre le cours du Rhône, certaines zones humides annexes et une partie de son lit majeur.

La berge du Rhône en rive gauche est ponctuellement inscrite dans le site Natura 2000 « L'Isle Crémieux » (zone spéciale de conservation) relevant de la directive Habitats, faune, flore. Ce site est principalement constitué d'espaces forestiers, de prairies semi-naturelles humides et mésophiles améliorées.

La confluence de l'Ain est inscrite dans le site Natura 2000 « Basse vallée de l'Ain, confluence Ain-Rhône » (zone de protection spéciale) relevant de la directive Habitats, faune, flore. Elle est également un site classé au titre des articles L. 341-1 et suivants du code de l'environnement.

Selon les données bibliographiques collectées relatives aux zonages environnementaux localisés au sein de l'aire d'étude éloignée, on recense un très grand nombre d'espèces animales et végétales à enjeu présentes majoritairement dans les milieux boisés, aquatiques et les pelouses sèches.

- 32 « L'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) a pour objectif d'identifier et de décrire, sur l'ensemble du territoire national, des secteurs de plus grand intérêt écologique abritant la biodiversité patrimoniale dans la perspective de créer un socle de connaissances mais aussi un outil d'aide à la décision (protection de l'espace, aménagement du territoire).» <https://inpn.mnhn.fr/programme/inventaire-znieff/presentation>
- 33 Les ZNIEFF de type I : espaces homogènes écologiquement, définis par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou d'habitats rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel régional. Ce sont les zones les plus remarquables du territoire ; les ZNIEFF de type II : espaces qui intègrent des ensembles naturels fonctionnels et paysagers, possédant une cohésion élevée et plus riches que les milieux alentours.

## LES MILIEUX NATURELS

Malgré une anthropisation forte, le milieu naturel de l'aire d'étude présente une richesse indéniable avec des habitats à préserver et de nombreuses espèces. Les habitats terrestres et aquatiques se caractérisent par leur diversité (boisements alluviaux et lînes, roselières, vasières, etc.), même s'ils sont souvent fragilisés, faute d'entretien ou exposés aux usages locaux ou aux variations de niveau du Rhône. De plus, les berges du Rhône parfois très abruptes, notamment en rive gauche, ne sont pas toujours propices au développement de la biodiversité.

D'une hauteur moyenne de 4,40 m dans la zone du projet, elles peuvent atteindre 20 m. La rive droite a été plus aménagée : Centre Nucléaire de Production d'Électricité du Bugey, ancien chemin de halage converti en chemin de loisirs, etc. Au droit des secteurs urbanisés, les berges ont été enrochées puis recolonisées par la végétation.

## CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES AQUATIQUES ET TERRESTRES

Selon la cartographie des habitats naturels réalisée par photo-interprétation, la trame verte (milieux terrestres), bleue (milieux aquatiques et humides) et turquoise (interface des trames verte et bleue) est relativement intéressante au sein des 5 éco-complexes. Elle est globalement centrée sur le Rhône et ses annexes fluviales, l'Ain, les contreforts de l'Isle Crémieux et les contreforts du Bugey.

**La trame verte** est relativement dense et centrée sur le Rhône, ses annexes et ses boisements alluviaux. Elle regroupe les milieux aquatiques courants et stagnants, les milieux boisés, les prairies humides bocagères, les pelouses alluviales embroussaillées ou non. Ils sont globalement très intéressants pour l'accomplissement du cycle biologique complet des espèces animales et végétales caractéristiques de ces milieux ainsi que pour leur déplacement. Les connexions écologiques entre milieux boisés sont améliorées par les réseaux de haies plus ou moins larges.

Ces corridors écologiques sont très importants pour de nombreuses espèces terrestres et volantes comme les mammifères terrestres, les chiroptères, les oiseaux, les amphibiens, les reptiles ainsi que les insectes. La continuité de ces haies est particulièrement importante pour certaines espèces dont les Rhinolophes qui ne peuvent passer une trouée dépassant les 10 à 15 mètres linéaires. L'état de conservation des connexions écologiques a été analysé sur la base de l'analyse des photographies aériennes. Il ressort qu'elles sont majoritairement très dégradées (56 %).

Globalement, **la trame bleue** est peu dense et centrée sur le Rhône et ses annexes fluviales. Les affluents sont de différentes tailles (l'Ain, la Bourbre et le Girondan pour les plus importants) mais tous les réseaux de petits cours d'eau représentent également un intérêt. Quelques anciennes gravières viennent compléter la trame bleue.

Les corridors écologiques aquatiques mis en évidence au niveau de la trame bleue sont préférentiellement utilisés par les espèces aquatiques et semi-aquatiques parmi lesquelles des espèces prioritaires comme la Loutre d'Europe, la Cistude d'Europe ou des amphibiens, etc.

Dès 2007, CNR a entretenu de façon durable les berges du Rhône, selon une politique « zéro phyto », anticipant de 13 ans l'obligation réglementaire. Afin de concilier la préservation de la faune et de la flore avec sécurité hydraulique, sécurité des riverains, production d'électricité et développement économique, elle s'est dotée en 2016 d'un plan de gestion de son domaine concédé, dont 92 % sont situés en zone classée pour la protection de la nature à des degrés divers. Déployé tout au long du Rhône, ce plan comprend la fauche tardive, le pastoralisme, des actions en faveur des insectes pollinisateurs, la lutte contre la pollution lumineuse ainsi que la lutte contre les espèces invasives en recourant à des procédés naturels innovants.

Pour préserver et restaurer les espaces boisés de son domaine concédé, CNR intervient directement ou en partenariat avec les collectivités locales et les gestionnaires d'espaces naturels, en s'appuyant sur les compétences de l'Office français de la biodiversité (OFB) et d'experts forestiers. L'objectif est d'améliorer la connaissance des écosystèmes forestiers et d'adapter au mieux la gestion des 4 500 hectares de rives boisées du Rhône pour maintenir des corridors écologiques. CNR préserve, entretient et replante sur ses rives une forêt résiliente au changement climatique et aux pressions anthropiques, tout en maintenant la sécurité des riverains ou les usages

industriels et récréatifs du fleuve. Fleuron de cette gestion, la réserve de chasse et de faune sauvage de Donzère-Mondragon, est située dans la plaine alluviale du Tricastin, entre Montélimar et Avignon<sup>34</sup>.

### **Les différents compartiments (piscicoles, macroinvertébrés benthiques, naïades d'eau douces)**

Le peuplement piscicole du Rhône apparaît assez déséquilibré compte tenu du faible nombre d'espèces majoritaires. Ce peuplement est dominé par des Cyprinidés inféodés aux eaux courantes (Spirlin, Chevesne, Barbeau, Goujon et Hotu) et d'autres espèces plus ubiquistes (Gardon, Ablette, Brème, Silure).

Sous réserve qu'ils soient connectés au Rhône, les affluents, les bras secondaires et les îlots servent très probablement de zones refuges lorsque les conditions deviennent défavorables. Celles-ci pourraient servir également de zones de reproduction, d'alimentation et de croissance pour des espèces exigeantes tels que le Brochet, la Truite de rivière, la Vandoise, l'Ombre commun, la Blennie... C'est déjà le cas de l'Ain et du Girondan référencés comme réservoirs biologiques. Les résultats piscicoles, au regard des inventaires de l'OFB, témoignent d'une « Bonne » qualité piscicole au niveau de la station du Pont de Jons alors que la qualité est considérée comme « Mauvaise » à Saint-Sorlin-en-Bugey (ce résultat mauvais est ponctuel en 2020 et est lié au calcul à l'Indice Poisson en Rivière (IPR) qui ne prouve pas une dégradation du milieu. Le résultat de l'Indice est médiocre à cause d'un trop grand nombre d'individus (ARALEP, 2023).

Les évaluations de macro-invertébrés<sup>35</sup> aux abords de la centrale nucléaire du Bugey témoignent d'une qualité variable selon les stations. Les diversités sont comprises entre 19 et 38 communautés en 2019. Ces résultats confèrent globalement un bon potentiel biologique au Rhône pour les invertébrés. Cependant, depuis 3 ans on relève une décroissance constante de la richesse de la macrofaune vivant dans le fond du Rhône aux environs de la centrale nucléaire du Bugey (on observe une baisse globale de la richesse spécifique effectivement qui s'explique par la baisse du nombre d'espèces natives et une augmentation des effectifs des espèces exotiques (ARALEP, 2023). Cela s'accompagne d'une explosion du crustacé exotique *Jaera istri*, apparu en 2017 sur le secteur du Bugey tandis que les *Gammareus* (crustacé d'eau douce) natifs ont totalement disparu.

34 <https://www.ofb.gouv.fr/les-reserves/la-reserve-nationale-de-chasse-et-de-faune-sauvage-de-donzere-mondragon>

35 <https://glossaire.eauetbiodiversite.fr/concept/macro-invertebre>

Sur le tronçon concerné par le projet, plusieurs affluents en rive gauche présentent des fonctionnalités écologiques, le Girondan et l'Amby notamment mais aussi les ruisseaux de Blie, de Sainte-Colombe et d'Amby ainsi que La Bourbre qui abritent des frayères d'espèces de la liste 1<sup>36</sup> : truite de rivière, vandoise, lamproie de Planer et chabot.

Le périmètre du projet à l'étude se caractérise toutefois par une faible densité piscicole du fait de la faible diversité des habitats aquatiques. Ce linéaire du fleuve présente une morphologie et des faciès d'écoulement moins diversifiés que d'autres secteurs du Rhône, et est marqué par une forte influence des variations de niveau liées à l'exploitation hydroélectrique depuis l'aval du Léman. Il s'en suit une moindre fonctionnalité des habitats aquatiques présents, et une réduction des surfaces fonctionnelles. L'influence des apports d'eau chaude depuis le CNPE du Bugey modifie aussi la répartition des habitats soumis à la veine d'eau chaude, en pénalisant les espèces sensibles à la thermie comme les salmonidés ou certains cyprins d'eaux vives. Le peuplement piscicole est à dominante rhéophile (espèces d'eau vive) sur la majorité du linéaire qui pourrait être concerné par le projet. Toutefois, de nombreuses espèces ubiquistes et d'eau calme sont aussi présentes notamment sur les faciès plus profonds. Les espèces d'eau vive les plus sensibles comme l'ombre commun ou la truite fario sont toutefois en forte régression depuis plusieurs décennies. Parmi les espèces à très forte valeur patrimoniale, l'apron du Rhône, poisson endémique du bassin rhodanien, semble avoir disparu du secteur, tant sur le fleuve lui-même que sur la basse vallée de l'Ain. Néanmoins, des ambitions de restauration des populations de cette espèce sont toujours d'actualité au travers du Plan National d'Actions (PNA) de l'Apron du Rhône. Le peuplement piscicole pourrait évoluer vers des espèces d'eau calme dans la retenue en amont du barrage-usine, à l'image des espèces présentes dans la retenue de Sault-Brénaz (brochet, carpes, brèmes, etc.).

Concernant les bivalves (mollusques) d'eau douce, des investigations complémentaires seront mises en œuvre pour les rechercher au sein de l'aire d'étude rapprochée lors des investigations 2024-2025.

### Qualité des eaux

En 2022, 26 points de suivi de la qualité des eaux ont été échantillonnés, 10 sur le Rhône (en distinguant chacune des deux rives) et 16 sur les affluents.

La qualité biologique au sens de l'IBD (Indice biologique Diatomées) est à minima moyenne. Dans cette classe se situent essentiellement des affluents (7) ainsi que deux stations du Rhône mais qui sont en extrême limite de la classe supérieure (bonne – 0,75 vs 0,76). La moyenne des différentes mesures sur les affluents est constamment supérieure à celle du Rhône.

Concernant les affluents, cinq ressortent en très bonne qualité : il s'agit, d'amont en aval, du Riou et du ruisseau des Grandes Combes (rive droite), des ruisseaux du Vivier et du Girondan (gauche), et de la rivière d'Ain (droite). Tous les autres affluents sont en qualité bonne ou moyenne, aucun ne présentant une altération plus marquée de sa qualité (médiocre, mauvaise).

### Zones humides

Selon les données bibliographiques collectées (zones humides inventoriées par les départements de l'Ain et de l'Isère), de nombreuses zones humides sont recensées au sein des 5 éco-complexes : 41 zones humides dans la partie située dans le département de l'Ain et 43 zones humides dans le département de l'Isère.

Sur la base des données bibliographiques collectées, les zones humides principales sont localisées au niveau :

- des berges du Rhône, de la Bourbre et de l'Ain ;
- des milieux humides situés en aval du bois de la Salette ;
- de la forêt Les Vernes à Saint-Vulbas ;
- du bois de Vite à Saint-Romain-de-Jalionas ;
- du marais de la Besseye à Villemoirieu ;
- de la lône du Méant ;
- de la lône de la Chaume et du Grand Gravier ;
- de la lône des pêcheurs et de Négria.

Quelques petites zones humides complémentaires sont mises en évidence entre ces grandes zones humides. Au sein de l'aire d'étude éloignée, le cours du Rhône étant identifié en zone humide dans l'inventaire des départements de l'Ain et de l'Isère, cette zone serait particulièrement sensible au projet Rhône-énergie si l'État décidait de poursuivre les études. Ces délimitations étant généralement réalisées sans cartographie fine des habitats naturels et/ou réalisation de sondages pédologiques, la réalisation d'études permettant la délimitation fine

36 Sont classés en liste 1 des cours d'eau en très bon état écologique, ou identifiés par les SDAGE comme jouant le rôle de réservoir biologique nécessaire au maintien ou à l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant, ou dans lesquels une protection complète des poissons migrateurs est nécessaire.

des zones humides sera donc nécessaire dans les investigations qui seront menées dans l'emprise de l'aire d'étude rapprochée en 2024 et 2025.

## Ripisylve

Dans le secteur d'étude, sur près de 64 km, la ripisylve est dominée par une végétation mature (46 %) et d'une bonne continuité (63 %). La combinaison de ces deux paramètres représente 44.6 % du linéaire des deux berges et des îles végétalisées.

Bien qu'il soit difficile de dégager des secteurs homogènes, on peut caractériser la ripisylve de la façon suivante :

- entre l'Ain et l'amont de Loyettes, on observe une forte dissymétrie entre la rive gauche et la rive droite. En rive droite, les ensembles homogènes sont plus longs, majoritairement « matures » et « mixtes » et sont généralement « épais » ;
- de Loyettes à la restitution aval de la centrale nucléaire du Bugey, les ensembles sont longs et peu diversifiés, mixtes ou matures. Cependant l'épaisseur du rideau d'arbres y est un peu plus importante avec des milieux annexes quasi-inexistants ;
- de la centrale nucléaire du Bugey à l'amont de Marcilleux, on retrouve plusieurs ensembles continus, à des stades de développement divers : « jeune », « mature » et « mixte » mais peu épais ;
- de Marcilleux à Lagnieu, des ensembles plus longs et continus mais étroits sont observés ;
- de Lagnieu à Sault-Brénaz, il est à nouveau observé une forte dissymétrie entre rive gauche et rive droite.

Les investigations de terrain pour définir et préciser les caractéristiques de la ripisylve se sont déroulées sur l'ensemble de l'année 2023. Les résultats permettront d'identifier les surfaces de ces boisements et de classer l'intérêt afin de qualifier leur valeur écologique.

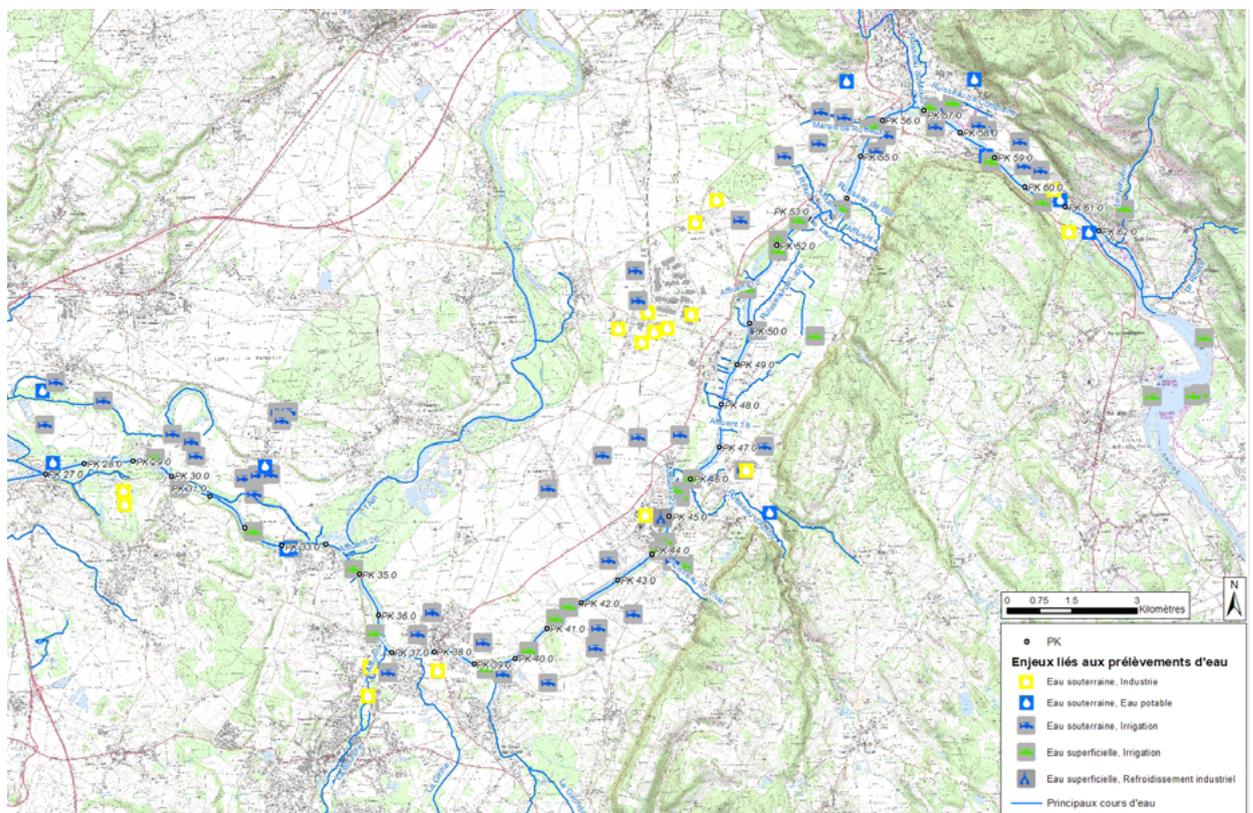
## ANNEXE 9

# LE RHÔNE, UNE RESSOURCE ESSENTIELLE POUR **L'AGRICULTURE**

Concessionnaire de l'aménagement et de l'exploitation du fleuve Rhône, CNR est tenue de délivrer, sans contrepartie financière, un débit pour l'irrigation, dans la limite d'un plafond fixé dans le cahier des charges de chaque aménagement (valeur fixée à 102 m<sup>3</sup>/s). L'agriculture représente la première source de prélèvement à l'échelle du fleuve, devant les centrales nucléaires, l'industrie et l'alimentation en eau potable. Plus de 500 points de prélèvement agricole sont identifiés sur le Rhône.

Selon l'étude de l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse<sup>37</sup>, le bassin versant du Rhône compte une surface agricole utile d'environ 3 millions d'hectares. Entre 235 000 à 240 000 hectares sont irrigués à partir de l'eau du fleuve et de ses affluents. Plus des deux-tiers des prélèvements dans le seul Rhône servent à l'irrigation. Dans le contexte du changement climatique, les exploitants agricoles sont contraints de prendre en compte la raréfaction de la ressource en eau. CNR les accompagne dans

LOCALISATION DES STATIONS DE PRÉLÈVEMENTS D'EAU PAR TYPE D'USAGE - SOURCE : ARS, AGENCE DE L'EAU RMC



37 Source : Étude de l'hydrologie du fleuve Rhône sous changement climatique. Diagnostic actualisé de la situation hydrologique du fleuve. Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse. Mars 2023

leur transition écologique et énergétique pour favoriser une agriculture à haute valeur économique et environnementale.

D'après les données de l'Agence de l'Eau RMC, en 2021, il a été dénombré 121 points de prélèvements sur l'aire d'étude éloignée. Ces prélèvements d'eau se répartissent selon plusieurs types d'usages : agricoles, industrielles dont refroidissement de la centrale nucléaire du Bugey, alimentations en eau potable.

**2 700**  
**préleveurs agricoles**  
**déclarés dans le bassin**  
**versant du Rhône<sup>38</sup>**

## L'ACCOMPAGNEMENT DE LA MUTATION DES PRATIQUES AGRICOLES

Dans le prolongement de sa mission originelle d'irrigation, CNR soutient le monde agricole dans la restauration de réseaux d'irrigation et développe avec ses différents acteurs de nombreux projets de Recherche & Développement pour l'accompagner dans son adaptation au changement climatique. L'enjeu est de répondre aux besoins des exploitations rhodaniennes sans sur-solliciter les capacités du fleuve. Favoriser la transition vers une agriculture durable contribue non seulement à économiser et respecter davantage la ressource en eau, mais aussi à préserver la sécurité alimentaire, la biodiversité, la santé publique, l'emploi et le paysage rhodanien. Les projets portent principalement sur l'optimisation des réseaux d'irrigation, l'efficacité énergétique des exploitations et l'expérimentation de pratiques agroécologiques.

En 2023, elle a notamment lancé l'appel à projets « Ensemble, accompagnons la transition de l'agriculture en vallée du Rhône »<sup>39</sup> par lequel 3 millions d'euros seront alloués sur 5 ans à 16 projets d'agriculture durable qui concernent 138 agriculteurs sur plus de 730 hectares. CNR accompagne également le monde agricole afin de réduire la vulnérabilité des exploitations aux risques d'inondation : l'objectif est d'accélérer

la transition de l'agriculture en vallée du Rhône en favorisant des changements de pratiques importants pour préserver l'eau du Rhône en qualité et quantité, la biodiversité et adapter l'agriculture pour qu'elle reste performante face au changement climatique. Ces projets consistent à mettre en place des expérimentations visant la réduction de la consommation d'eau par les collectifs d'agriculteurs dans les intercommunalités riveraines du Rhône comme par exemple : agroforesterie, introduction dans les rotations des cultures plus résilientes mais aussi des couverts végétaux, expérimenter des cultures nouvelles ne nécessitant pas d'eau ou très peu, travailler sur l'autonomie fourragère tout en limitant les intrants, développer l'hydrologie régénératrice des sols sur les exploitations, etc.).

## EXEMPLES D'INITIATIVES VERTUEUSES SOUTENUES PAR CNR

Depuis 2018, CNR teste avec le SHMAR<sup>40</sup> et la Chambre d'agriculture du Rhône des dispositifs d'irrigation « intelligents » pour réduire la consommation d'eau ainsi que l'énergie utilisée pour son pompage et son acheminement (Millery-Mornant). L'objectif est de fournir aux agriculteurs de la Vallée du Rhône l'eau qui leur est strictement nécessaire au moment le plus opportun, en s'appuyant sur des données en temps réel sur les besoins des cultures, la teneur en eau des sols, les prévisions météo et le prix de l'électricité. Une vingtaine de parcelles cultivées et des vergers font partie des sites de démonstration qui procurent au monde agricole une expertise pouvant être largement partagée.

Depuis 2014, CNR apporte ainsi son soutien à la plateforme TAB (techniques alternatives et biologiques) d'Étoile-sur-Rhône (Drôme) qui, sur 20 hectares, teste et évalue des techniques alternatives et des systèmes de cultures innovants, alliant performances techniques, économiques et agro-écologiques.

Depuis 2015, elle travaille en partenariat avec la Chambre régionale d'agriculture d'Auvergne- Rhône-Alpes et l'ISARA Lyon<sup>41</sup> pour un suivi scientifique sur le long terme de pratiques agricoles associant performances environnementales et économiques, telles que la culture de céréales pérennes ou les couverts végétaux<sup>42</sup>.

38 Source : « Les débits d'étiage du Rhône en baisse sous l'effet du changement climatique. Quels enjeux pour l'avenir ? » . Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse. Mars 2023

39 <https://www.cnr.tm.fr/actualites/cnr-accompagne-dans-le-cadre-de-son-appel-a-projets-16-projets-dagriculture-durable-en-vallee-du-rhone/>

40 Syndicat mixte d'hydraulique agricole du Rhône

41 École d'ingénieurs en agriculture, agro-alimentaire, environnement et développement territorial

42 Les couverts végétaux sont constitués d'un ensemble de plantes semées ou spontanées dont l'objectif est d'occuper le sol entre deux cultures.

## ANNEXE 10

# LE FONCTIONNEMENT DES INSTALLATIONS DE PRODUCTION HYDROÉLECTRIQUE

## LE FONCTIONNEMENT D'UNE INSTALLATION HYDROÉLECTRIQUE

L'hydroélectricité transforme la force motrice de l'eau en électricité. Une installation hydroélectrique est généralement composée d'un ouvrage de retenue (barrage) permettant le cas échéant de stocker l'eau, et de l'orienter vers une usine de production au sein de laquelle l'eau met en mouvement une ou plusieurs turbines. Une centrale hydroélectrique est une usine où l'on produit de l'électricité en utilisant l'eau comme force motrice pour faire tourner des turbines qui entraînent à leur tour des alternateurs. Cette force (puissance) dépend soit de la hauteur de la chute d'eau (centrales de haute ou moyenne chute), soit du débit des fleuves et des rivières (centrales au fil de l'eau).

## LES DIFFÉRENTS TYPES D'AMÉNAGEMENT HYDROÉLECTRIQUE

On distingue trois grandes familles d'aménagement hydroélectrique<sup>43</sup> :

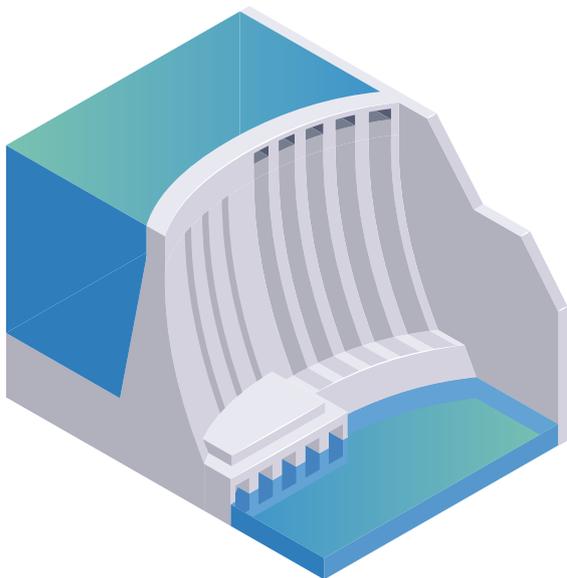
- **les installations « au fil de l'eau »** turbinent en continu tout ou partie du débit d'un cours d'eau (à la différence des centrales de lac ou d'éclusée qui sont des « barrages-réservoirs » turbinant aux heures de pointe). Leur capacité de modulation est faible et leur production dépend du débit des cours d'eau (inférieur à 2h par rapport au débit moyen du cours d'eau). Avec une puissance installée d'environ 7 600 MW, elles fournissent une électricité de base et représentent plus de 50 % de la production hydroélectrique française. Rhônergia s'inscrit donc dans la famille des aménagements hydroélectriques au fil de l'eau.



CENTRALE « AU FIL DE L'EAU »

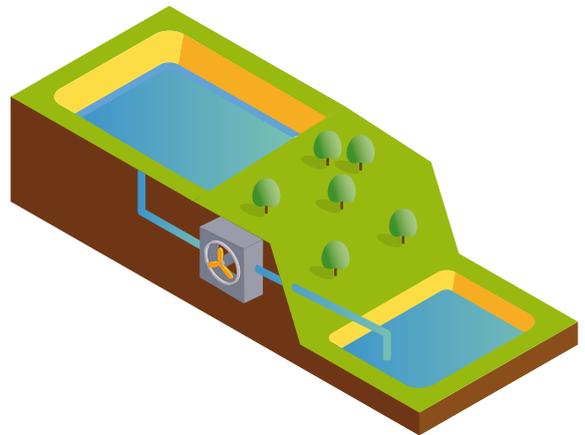
43 Parmi ceux de CNR, Génissiat est un ouvrage de moyenne chute et les autres aménagements hydroélectriques sont des ouvrages au fil de l'eau.

— **Les centrales « de lac » ou « d'éclusée »** sont équipées d'une retenue d'eau afin de la stocker et de la turbiner aux périodes de plus forte demande. Ces deux catégories d'installations hydroélectriques totalisent 14 400 MW de puissance installée. Elles se distinguent par la durée de remplissage de leur réservoir. Les installations par « éclusées » disposent d'une petite capacité de stockage, comprise entre 2 heures et 400 heures de production. Elles modulent leur production au niveau journalier, voire hebdomadaire, en accumulant dans leur retenue des volumes d'eau qui seront turbinés pendant les pics de consommation. Les « centrales de lac » qui disposent d'une retenue supérieure à 400 heures de production peuvent assurer une modulation saisonnière de leur production. Elles nécessitent le plus souvent des barrages de grande taille, généralement à l'aval des moyennes et hautes montagnes. Elles permettent de se prémunir contre la variation des conditions hydrologiques. Pouvant fournir de grandes puissances mobilisables en quelques minutes pour couvrir les pics de consommation, elles sont très utiles pour la flexibilité du système électrique.



CENTRALE « DE LAC » OU « D'ÉCLUSÉE »

— **Les stations de transfert d'énergie par pompage (STEP)** sont équipées de deux retenues. Elles sont utilisées pour le stockage de l'énergie électrique. Pendant les heures creuses, l'eau est pompée de la retenue inférieure vers la retenue supérieure, pour être ensuite turbinée dans le sens inverse pendant les heures de pointes. La puissance électrique de la dizaine d'installations que compte la France s'élève à 4 500 MW, mobilisables en quelques minutes<sup>44</sup>.



STATION DE TRANSFERT D'ÉNERGIE PAR POMPAGE (STEP)

44 Source : France Hydro Énergie

## LES AMÉNAGEMENTS HYDROÉLECTRIQUES AU FIL DE L'EAU

Une usine hydroélectrique au fil de l'eau se compose de quatre éléments principaux : les ouvrages de prise d'eau (digues, barrage), les ouvrages d'amenée de l'eau et de mise en charge (canal d'amenée, conduite forcée), les équipements de production (turbines, générateurs, systèmes de régulation) et les ouvrages de restitution de l'eau à la rivière.

En amont, un barrage ferme le lit du fleuve et marque le début d'un canal d'amenée qui conduit l'eau jusqu'à l'usine. Le barrage permet de réguler le débit et d'évacuer les crues. En fermant les vannes du barrage, tout en laissant un débit minimal nécessaire au maintien de la biodiversité (débit réservé), on relève le niveau de l'eau de la retenue dans le canal d'amenée. La hauteur de chute ainsi créée permet de faire tourner les turbines de la centrale et de produire de l'électricité. À la sortie, l'eau s'évacue dans le canal de fuite. En cas de crue, les vannes du barrage sont ouvertes pour laisser passer totalement l'eau. Sur certains aménagements, usine et barrage forment un seul et même ouvrage, sur la même ligne.

## LES GROUPES TURBO-ALTERNATEURS DE L'USINE HYDROÉLECTRIQUE À L'ÉTUDE

L'usine serait équipée de 3 groupes turbo-alternateurs de type Bulbe à axe horizontal, d'une puissance unitaire comprise entre 15,5 et 17,5 MW soit une puissance maximale brute (PMB) de 40 MW pour l'aménagement. Ils fonctionneraient en mode déchargeur. Ils seraient dimensionnés au regard du régime hydrologique du Rhône dans le secteur du projet à l'étude pour des débits turbinés compris entre 100 m<sup>3</sup>/s et 1 700 m<sup>3</sup>/s. Le débit nominal<sup>45</sup> d'un groupe (turbine-alternateur) serait de l'ordre de 260 m<sup>3</sup>/s. Au stade de l'étude de faisabilité, le diamètre des turbines serait compris entre 5,5 m et 6,4 m, avec 3 ou 4 pales selon les constructeurs. L'alternateur délivrerait une tension en 6,3 kV. Un transformateur serait prévu par groupe afin d'élever la tension à 63 kV pour l'évacuation de l'énergie électrique produite vers le réseau de transport.

### Fonctionnement d'une turbine en déchargeur

Le fonctionnement en déchargeur d'une turbine est un mode de fonctionnement sécuritaire qui s'active ponctuellement lorsque survient un problème sur le réseau électrique. Le groupe (turbine-alternateur) se déconnecte du réseau et la turbine continue à faire passer les deux-tiers du débit, avec pour effet de limiter le sur-remplissage de la retenue. Ce mode de fonctionnement permet d'éviter la construction d'un ouvrage de génie-civil conséquent et coûteux qui devrait évacuer l'eau de manière rapide en cas d'arrêt des groupes suite à un incident sur le réseau électrique.

45 Débit maximum sous lequel peut fonctionner une turbine. La valeur du débit nominal permet notamment de définir la quantité d'énergie produite.

## ANNEXE 11

# LES INTERFACES ENTRE LE PROJET RHÔNERGIA ET LE CENTRE NUCLEAIRE DE PRODUCTION D'ELECTRICITE DU BUGEY

Concernant l'exploitation de la centrale nucléaire du Bugey, EDF et CNR ont signé un Protocole Opérationnel qui permet à CNR d'adapter les programmes de débits du Rhône en fonction des besoins des installations nucléaires exploitées par EDF (dont le débit minimal de 150 m<sup>3</sup>/s pour la centrale du Bugey dans la limite des possibilités des débits entrants). Si l'État décidait de poursuivre les études, CNR se coordonnerait avec EDF pour mettre à jour ce protocole.

Au stade de l'étude de faisabilité, la conception du projet RhôneRégia tient compte de la présence de la centrale nucléaire du Bugey et des enjeux liés à son exploitation, à la sûreté et sa protection.

Des études complémentaires liées à l'exploitation de la centrale nucléaire seront réalisées par CNR ou par EDF entre la décision de l'État et le dépôt des dossiers réglementaires.

Elles traiteront des interfaces suivantes entre la centrale nucléaire du Bugey et le projet RhôneRégia :

- l'insertion environnementale notamment sur le milieu aquatique ;
- l'inondabilité de la centrale nucléaire du Bugey ;
- le rejet des effluents de la centrale nucléaire au Rhône et notamment la thermie sous conditions d'autorisation (les eaux prélevées pour le système de refroidissement de la centrale nucléaire sont quasi-intégralement restituées au Rhône. En l'état actuel, les rejets créent une veine d'eau chaude en rive droite, qui prend fin à la confluence de l'Ain, où les eaux se mélangent totalement) ;
- l'hydrogéologie du site de la centrale nucléaire, notamment la surveillance environnementale et des niveaux de la nappe phréatique ;
- le foncier ;

- le transit sédimentaire, car aujourd'hui il n'y a pas d'accumulation de sédiments au niveau de la centrale nucléaire du Bugey (il s'agit de comprendre le fonctionnement du transport sédimentaire en fonction des débits et de la nature de sédiment (fin, grossier, etc.).

CNR devra vérifier, en collaboration avec EDF, que les lignes d'eau en phase d'exploitation de l'aménagement et en crue restent compatibles avec le fonctionnement de la centrale nucléaire. Dans cette optique, CNR et EDF ont signé un protocole de coopération et 3 conventions par équipement (Cusset, centrale nucléaire du Bugey, projet EPR2) en anticipation des études de détails qui seraient menées après la concertation. CNR devra également vérifier de manière générale que le projet RhôneRégia n'exhausse pas les lignes d'eau en crues et ce, quels que soient les régimes de crue dans les hypothèses prises dans l'étude inondation de la centrale nucléaire du Bugey. CNR devra contrôler que le projet RhôneRégia ne dégrade pas la dilution des rejets thermiques de la centrale nucléaire, aussi bien en exploitation normale qu'exceptionnelle et lors des épisodes de canicule.

Une paire d'EPR (acronyme anglais pour « evolutionary power reactor ») devant être installée sur le site du Bugey, d'autres études seront menées pour évaluer ses interfaces avec le projet RhôneRégia. Ces études concerneront les constructibilités (interface de la géométrie des abords du Rhône pour les projets EPR2 et RhôneRégia), les exploitations conjointes, la sûreté nucléaire, la sécurité hydraulique et l'environnement.

Outre les thématiques déjà évoquées, les études devront permettre de préciser également les interfaces suivantes entre le projet Rhônenergia à l'étude et le projet EPR2 :

- définition des niveaux de la nappe phréatique ;
- définition des niveaux d'inondation externe à horizon fin de siècle (niveau de plate-forme) ;
- interférences foncières (chantier, notamment terrassements, et plan masse, notamment source froide et rejets) ;
- modifications potentielles des niveaux de la nappe phréatique de la plaine de l'Ain ;
- modifications potentielles des niveaux d'inondation externe à horizon fin de siècle ;
- emprises foncières ;
- incidences en phase travaux ;
- synergies potentielles sur la gestion des matériaux de remblais et de déblais ;
- incidences techniques (conception, planning) et financières.

Concernant les risques pour les aménagements hydroélectriques en cas d'accident nucléaire, il est à noter que les centrales nucléaires implantées le long du Rhône ont été construites après les ouvrages de CNR. Les risques ont été évalués par EDF et réévalués sur demande de l'Autorité de sûreté nucléaire durant l'exploitation du parc nucléaire. Les engagements de CNR sont ceux du cahier des charges général de la concession du Rhône, sous le contrôle de la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL). En phase d'étude de faisabilité du projet, l'ensemble des scénarios en mode dégradé ou accidentel n'ont pas été évalués pour le projet Rhônenergia. Ils le seront lors des phases d'études ultérieures, si l'État décidait de poursuivre les études.

## Le Rhône et le refroidissement des centrales nucléaires

Quatre centrales nucléaires prélèvent de l'eau du Rhône pour alimenter leurs circuits de refroidissement (Bugey, Saint-Alban, Cruas et Tricastin). Deux technologies sont utilisées pour le refroidissement :

- le circuit ouvert sollicite de forts débits pour un échange direct avec le fleuve. L'eau du Rhône est prélevée pour refroidir les équipements puis lui est intégralement restituée, à une température plus élevée ;
- le circuit fermé utilise un plus faible volume d'eau. Le refroidissement de l'eau chaude issue du condenseur se fait par un échange avec de l'air froid dans une tour aéroréfrigérante.

La partie de l'eau évaporée est remplacée par un prélèvement dans le fleuve, le reste retournant dans le condenseur.

Le prélèvement net des centrales nucléaires est principalement lié au refroidissement en circuit fermé. Une très large partie de ce volume est restituée au fleuve.

La centrale du Bugey comporte deux unités en circuit ouvert et deux en circuit fermé. CNR contribue à une exploitation sûre des centrales nucléaires, notamment à travers une convention avec EDF pour favoriser les conditions de fourniture de l'eau nécessaire à leur refroidissement.

Selon l'Agence de l'Eau, du fait du dérèglement climatique, la baisse des débits en été conjuguée au réchauffement de l'eau génèrera des contraintes de fonctionnement accrues pour les centrales nucléaires à circuit ouvert pour respecter les limites réglementaires encadrant leurs rejets d'eaux de refroidissement. Lors de l'été 2022, caractérisé par des débits faibles et des températures élevées du Rhône, CNR et EDF ont renforcé leur coordination autour de la ressource en eau, afin de pouvoir assurer au mieux le refroidissement des centrales nucléaires.

## Rejets thermiques des centrales nucléaires au Rhône lors de la canicule de l'été 2022

Au cours de l'été 2022, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a modifié temporairement les prescriptions liées à la température des eaux encadrant les rejets thermiques des centrales nucléaires du Bugey, de Saint-Alban et Tricastin (du 15 juillet au 11 septembre).<sup>46</sup> Ses décisions ont été adoptées à la suite d'une demande d'EDF et après examen des enjeux liés à la protection de l'environnement. Elles prescrivaient une surveillance renforcée de l'environnement aquatique, en particulier de la faune piscicole. Elles répondaient au besoin de maintenir la production d'électricité de certaines centrales afin de répondre à des enjeux de nécessité publique associés d'une part à la sécurité du réseau électrique et d'autre part à la préservation des réserves de gaz naturel et des réserves d'eau des barrages hydroélectriques en prévision de l'hiver 2022/2023.

Les centrales du Bugey, de Saint-Alban et de Tricastin ont respectivement eu recours à ces dispositions 8, 1 et 9 jours, pas toujours consécutifs sur un même site.

46 <https://www.asn.fr/l-asn-informe/actualites/l-asn-tire-le-retour-d-experience-des-decisions-prises-pendant-la-canicule-de-l-ete-2022> - Décision n° 2022-DC-0729 de l'ASN du 15 juillet 2022 <https://www.asn.fr/l-asn-informe/actualites/modification-temporaire-des-prescriptions-applicables-aux-rejets-liquides-de-la-centrale-du-bugey>

Type de CNPE	Bilan annuel eau des CNPE en 2021 (source: EDF) <sup>47</sup>	
	Consommation nette en millions de m <sup>3</sup>	Restitution en millions de m <sup>3</sup>
CNPE en cycle ouvert au bord du Rhône		
Bugey (01)	18	2 929
Saint-Alban (38)	0	3807
Tricastin (26)	0	4571
CNPE en circuit fermé au bord de cours d'eau		
Cruas (07) -	51	406

**En circuit ouvert** : l'eau nécessaire au fonctionnement est prélevée par pompage en surface, généralement depuis un cours d'eau au débit suffisant ou depuis la mer. L'eau est alors entièrement restituée à la source.

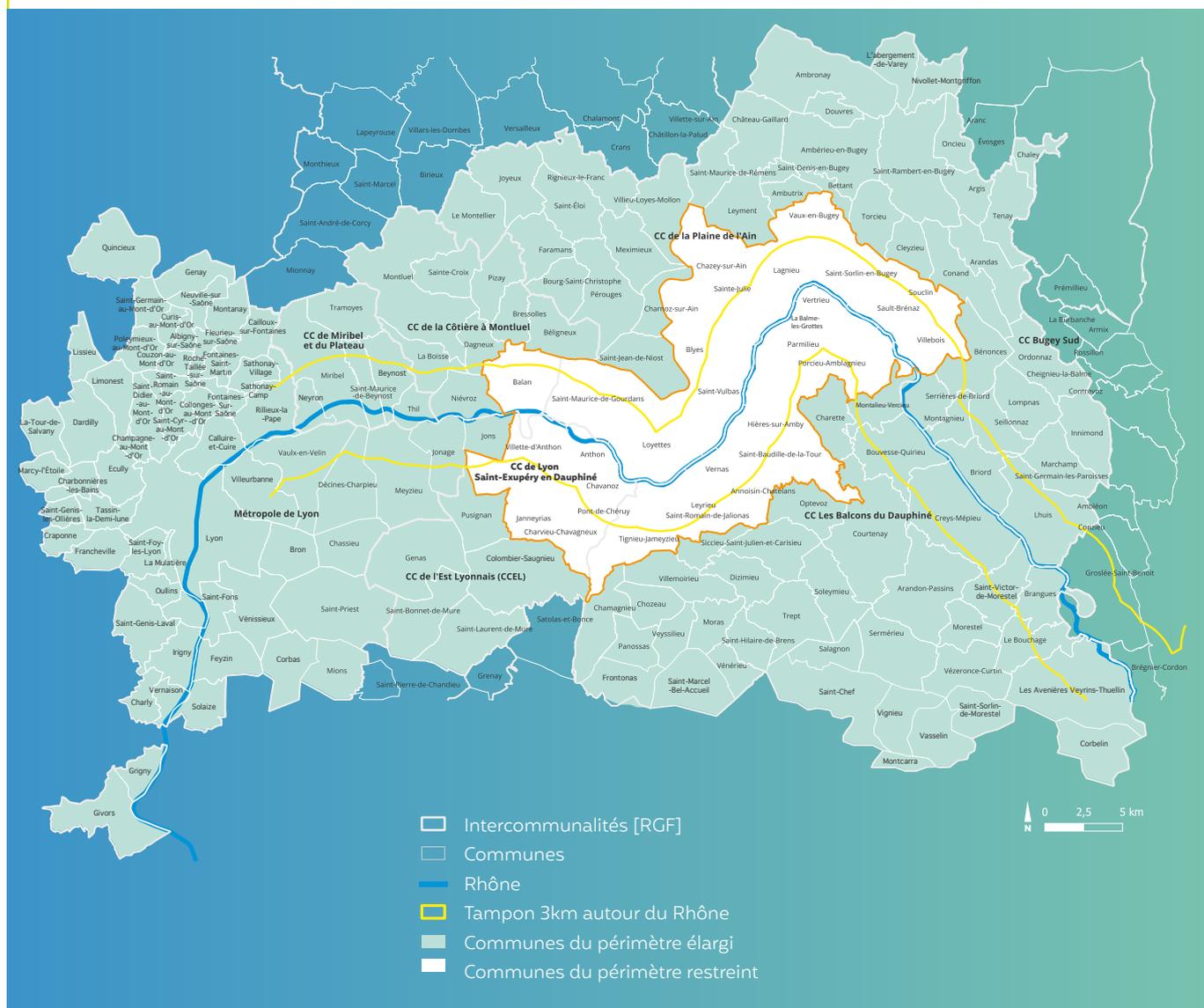
**En circuit fermé** : l'eau du circuit tertiaire est refroidie au moyen d'une tour aéroréfrigérante. Les prélèvements d'eau sont plus faibles, et permettent l'installation de la centrale à proximité d'un cours d'eau à faible débit. Une partie importante de l'eau du circuit est rejetée dans l'atmosphère.

47 [https://www.sfen.org/wp-content/uploads/2023/06/Combien\\_deau\\_consomment\\_les\\_centrales\\_nucleaires\\_Sfen\\_2023V2.pdf](https://www.sfen.org/wp-content/uploads/2023/06/Combien_deau_consomment_les_centrales_nucleaires_Sfen_2023V2.pdf)

# ANNEXE 12

## LE PERIMÈTRE DE LA CONCERTATION

CARTE DES DEUX PÉRIMÈTRES DE LA CONCERTATION





# Rhônenergia

UN PROJET HYDROÉLECTRIQUE  
ENTRE L'ISÈRE ET L'AIN

[rhonergia.fr](http://rhonergia.fr)

