DREAL
AUVERGNE-RHONE-ALPES

Le fleuve Rhône
du lac Léman jusqu'à la mer Méditerranée

Etude préalable à la réalisation du schéma directeur de gestion sédimentaire du Rhône

Rapport de Mission 3
Identification des enjeux liés à la gestion sédimentaire sur le fleuve en termes d'écologie, de sûreté/sécurité et d'usages socio-économiques

Version finale – décembre 2020

Réf : CEAUCE172551 / REAUCE03274-02

BURGEAP Agence Centre-Est • 19, rue de la Villette – 69425 Lyon CEDEX 03
Tél : 04.37.91.20.50 • Fax : 04.37.91.20.69 • burgeap.lyon@groupeginger.com

DREAL AUVERGNE-RHONE-ALPES

Le fleuve Rhône
du lac Léman jusqu'à la mer Méditerranée

Etude préalable à la réalisation du schéma directeur de gestion sédimentaire du Rhône

Rapport de Mission 3
Identification des enjeux liés à la gestion sédimentaire sur le fleuve
en termes d'écologie, de sûreté/sécurité et d'usages socio-économiques

Ce rapport a été rédigé par le groupement de bureaux d'études composé de BURGEAP, GEOPEKA, ACTEON, ARALEP, MOSAIQUE ENVIRONNEMENT et DELTARES

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction	Vérification		Validation	
			Nom	Nom	Signature	Nom	Signature
Rapport provisoire de Mission 3	22/09/2020	01	BURGEAP : T. CUMIN, F. LAVAL, G. GILLES ACTEON : S. LACOMBE, T. DESAUNAY, C. CHANARD ARALEP : J.-P. MALLET MOSAIQUE ENVT : E. BOUCARD	G. GILLES P. STROSSER J.-F FRUGET		F. LAVAL	
Rapport final de Mission 3	15/12/2020	02	F. LAVAL, J.-P. MALLET, E. BOUCARD	G. GILLES		F. LAVAL	

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : CEAUCE172551 / REAUCE03274-02
Numéro d'affaire :	A41860
Domaine technique :	BV04
Mots clé du thésaurus	SCHEMA DIRECTEUR D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX, TRANSPORT SOLIDE PAR CHARRIAGE, TRANSPORT SOLIDE PAR SUSPENSION, SEDIMENT, HYDRAULIQUE FLUVIALE, INONDATION, EAU A USAGE AGRICOLE, EAU A USAGE INDUSTRIEL, EAU A USAGE DOMESTIQUE, VOIE NAVIGABLE, ECLUSE, POISSON, QUALITE ECOLOGIQUE, HABITATS AQUATIQUES

BURGEAP Agence Centre-Est • 19, rue de la Villette – 69425 Lyon CEDEX 03
Tél : 04.37.91.20.50 • Fax : 04.37.91.20.69 • burgeap.lyon@groupeginger.com

INTRODUCTION

La DREAL Auvergne-Rhône-Alpes intervient comme maître d'ouvrage de l'élaboration du schéma directeur de gestion sédimentaire du Rhône entre le lac Léman et la mer Méditerranée, en partenariat avec CNR, EDF et l'Agence de l'Eau qui participent financièrement au dossier et composent le Secrétariat Technique (SECTECH).

Le Comité de pilotage du dosser (COPIL) est composé des membres précédents, ainsi que de l'Office Français de la Biodiversité (OFB), de Voies Navigables de France (VNF), de la Métropole de Lyon, de la Région Auvergne-Rhône-Alpes (AURA), de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), la Région Occitanie, et de l'Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR).

Cette étude est réalisée par le groupement de bureaux d'études composé de BURGEAP, en tant que mandataire, GeoPeka, ACTeon, ARALEP, MOSAIQUE Environnement et DELTARES.

L'étude comporte 2 phases et les 9 missions d'étapes suivantes :

- **PHASE 1 – Etat des lieux :**
  - Mission 1 – Recueil des données et des études existantes sur le périmètre de l'étude ;
  - Mission 2 – Synthèse du fonctionnement hydrosédimentaire du fleuve Rhône ;
  - Mission 3 – Identification des enjeux liés à la gestion sédimentaire sur le fleuve en termes d'écologie, de sûreté/sécurité et d'usages socio-économiques ;
  - Mission 4 – Inventaire et retour d'expérience des modes de gestion et des actions de restauration ;
  - Mission 5 – Retour d'expérience sur les types de gestion mis en place sur d'autres grands cours d'eau internationaux ;
- **PHASE 2 – Elaboration du schéma de gestion sédimentaire et mise à jour :**
  - Mission 6 – Définition des scénarios et des actions-clés permettant d'atteindre les objectifs ;
  - Mission 7 – Analyse de la faisabilité des actions-clé et des scénarios par grands secteurs ;
  - Mission 8 – Eléments méthodologiques pour la déclinaison opérationnelle de la stratégie de gestion et de restauration ;
  - Mission 9 – Proposition d'une méthodologie de mise à jour du schéma directeur.

Le présent rapport constitue le rapport de la Mission 3.

Cette mission s'est déroulée entre mars 2018 et septembre 2020. La collecte des données a été menée jusqu'en juin 2019, ce qui peut expliquer la non prise en compte de données plus récentes. A ce titre, le rapport ne prend pas en considération les conséquences de la prolongation de la concession CNR prévue d'être actée avant fin 2023.

Le travail a été mené par BURGEAP pour le volet sûreté / sécurité, par ARALEP, MOSAIQUE et BURGEAP pour le volet écologique, et par ACTeon et BURGEAP pour le volet socio-économique. La cohérence de l'ensemble est assurée par BURGEAP.

L'objectif de cette Mission 3 consiste à confronter le fonctionnement hydrosédimentaire du fleuve avec son environnement de façon à identifier :

- les enjeux écologiques (PARTIE A),
- les enjeux de sûreté / sécurité (PARTIE B),
- les enjeux socio-économiques (PARTIE C).

Cette mission 3 inclut la synthèse bibliographique sur les enjeux précités, puis analyse l'émergence des enjeux qui peuvent être à l'origine de déclenchement d'actions de gestion ou de restauration. Ces actions, détaillées dans le rapport de Mission 4, font l'objet d'un simple rappel par type d'enjeux.

On notera que le travail comprend un début de hiérarchisation des enjeux avec des approches simplifiées, mais cohérente avec les besoins ultérieurs de la Phase 2.

Cette mission se base sur la collecte et l'analyse de données en lien avec les différents enjeux, y compris les résultats des entretiens d'acteurs menés en Mission 1 de l'étude.

Le présent rapport est structuré autour de l'axe Rhône dans sa globalité. Les données locales sont décrites dans les rapports séparés des fiches UHC.

La mission ne prévoyait aucun travail de recensement ou de cartographie précis des éléments qui suivent. Les bases de données géographiques (SIG) existantes ont été utilisées ; toutefois, leur ancienneté ou leur incomplétude ont amené à actualiser les données existantes, et dans certains cas de créer de nouvelles couches géographiques.

Le rapport de Mission 3 s'accompagne de documents complémentaires :

- Fiches de synthèse par UHC :
  - Un rapport de synthèse pour chacune des 25 UHC du Rhône ;
  - Les sections D, E, F et G de ces fiches correspondent plus particulièrement aux éléments traités dans le rapport de Mission 3 ;
- Notice explicative des fiches UHC ;
- Rapport annexe : bibliographie, glossaire.

Pour citer ce document :

Laval F., Strosser P., Lacombe S., Desaunay T., Chanard C., Mallet J.-P., Fruget J.-F., Boucard E., Cumin T., Gilles G. (2020). Etude préalable au schéma directeur de gestion sédimentaire du fleuve Rhône du lac Léman jusqu'à la mer Méditerranée. Phase 1 – Etat des lieux. Rapport de Mission 3 – Identification des enjeux liés à la gestion sédimentaire sur le fleuve en termes d'environnement, de sûreté/sécurité et d'usages socio-économiques. Groupement de bureaux d'études BURGEAP-GEOPEKA-ACTEON-ARALEP-MOSAIQUE Environnement-DELTARES. Secrétariat technique : DREAL, CNR, EDF, Agence de l'Eau.

SOMMAIRE

PARTIE A. SEGMENTATION DES ENJEUX 7

1 Segmentation des enjeux 8
2 Précisions sur les concessions et installations nucléaires de base 9
2.1 Concession générale du Rhône (CNR) 9
2.2 Concession de l'ouvrage de Cusset (EDF) ; 10
2.2.1 Durée de la concession 10
2.2.2 Articles du cahier des charges général intéressant la gestion hydrosédimentaire 10
2.3 Concession de l'ouvrage de Chancy-Pougny (SFMCP) 11
2.4 Concession des ouvrages de Verbois et Seujet (SIG) 11
2.4.1 Durée de la concession 11
2.4.2 Articles du cahier des charges de Verbois intéressant la gestion hydrosédimentaire 11
2.4.3 Articles du cahier des charges du Seujet intéressant la gestion hydrosédimentaire 12
2.4.4 Convention internationale d'Espoo 12
2.5 Gestion du domaine public fluvial par VNF 12
2.6 Autorisations EDF pour les CNPE 12

PARTIE B. ENJEUX ECOLOGIQUES 13

1 Introduction 14
2 Synthèse de l'évolution historique de l'écosystème Rhône 14
2.1 Fonctionnement naturel et processus 14
2.2 Fonctionnement écologique avant les aménagements 14
2.3 Rappel des principaux facteurs d'évolution et aménagements 15
2.4 Fonctionnement actuel, après les aménagements 16
2.4.1 L'hydrosystème après les endiguements du 19ème siècle 16
2.4.2 L'hydrosystème après les extractions 16
2.4.3 L'hydrosystème après aménagement des barrages 16
2.4.4 Linéaires aménagés : apparition de nouveaux milieux 18
2.4.5 Effet des aménagements sur les milieux naturels 19
3 Périmètres d'inventaire et de protection 20
3.1 Périmètres de protection règlementaire 21
3.1.1 Réserves de Biosphère 21
3.1.2 Réserves Naturelles Nationales 22
3.1.3 Réserves Naturelles Régionales 23
3.1.4 Arrêtés de protection de biotope 24
3.1.5 Zones humides protégées par la convention de Ramsar 25
3.2 Périmètres de protection contractuelle 26
3.2.1 Parcs naturels régionaux 26
3.2.2 Parcs naturels nationaux 27
3.2.3 Réseau Natura 2000 27
3.2.4 Sites du Conservatoire du Littoral 29
3.3 Périmètres d'inventaires 30
3.3.1 Inventaire ZNIEFF 30
3.3.2 Inventaire des zones humides 32
3.4 Synthèse des périmètres de protection et d'inventaire 33
3.5 Réservoirs biologiques 34
3.6 Continuité biologique 35
3.6.1 Classement cours d'eau 35
3.6.2 Ouvrages prioritaires 35
3.6.3 Plan de gestion des poissons migrateurs (PLAGEPOMI) du bassin RMC 2016-2021 36
3.7 Corridors écologiques 37
4 Synthèse des connaissances sur les milieux aquatiques 38
4.1 Qualité de l'eau et des sédiments 38
4.1.1 Stations de mesure 38
4.1.2 Notion de bon état 40
4.1.3 Etat actuel des masses d'eau 41
4.1.4 Qualité physicochimique de l'eau 42
4.1.5 Qualité des sédiments 44
4.1.6 Bilan des flux de polluants 50
4.2 Régimes hydrologiques 51
4.2.1 Débits et régimes réservés 51
4.2.2 Fonctionnement par éclusées 52
4.3 Habitats aquatiques 55
4.4 Faune aquatique 57
4.4.1 Les macro-invertébrés benthiques et indices associés 57
4.4.2 Etat actuel des peuplements et mise en perspective historique 60
4.4.3 Focus sur les espèces prioritaires du PLAGEPOMI 62
4.4.4 Focus sur l'Apron du Rhône 64
4.4.5 Espèces allochtones 65
4.4.6 Indice Poisson Rivière (IPR) 66
4.4.7 Richesse spécifique et effectifs 67
5 Synthèse des connaissances sur les zones humides et milieux terrestres 68
5.1 Les grands types de milieux naturels du Rhône – Synthèse sur la flore et les habitats 68
5.1.1 Description des habitats observés le long du Rhône 68
5.1.2 Les herbiers aquatiques et habitats d'eau stagnante à courante 69
5.1.3 Les grèves et bancs de graviers et galets, sables et limons 70
5.1.4 Les pelouses sèches et alluviales 71
5.1.5 Les prairies humides et mégaphorbiaies 72
5.1.6 Les forêts alluviales et saulaies basses 72
5.1.7 Les végétations de ceinture des eaux, bas-marais 74
5.1.8 Les berges érodées 75
5.1.9 Les habitats littoraux 75
5.2 Synthèse sur la faune à l'échelle du Rhône 76
5.2.1 Enjeux liés aux oiseaux 76
5.2.2 Enjeux liés aux mammifères 78
5.2.3 Enjeux liés aux amphibiens 79
5.2.4 Enjeux liés aux insectes 79
5.2.5 Enjeux liés aux reptiles 79
5.2.6 Enjeux liés aux mollusques 79
5.3 Enjeux liés aux espèces invasives : une menace biologique 80
5.3.1 Espèces végétales exotiques envahissantes 80
5.3.2 Espèces animales envahissantes 80
6 Bilan des enjeux sédimentaires liés aux fonctionnalités écologiques 81
6.1 Rappels sur les échelles géographiques et temporelles 81
6.2 Enjeux sédimentaires liés aux habitats et communautés 82
6.2.1 Principales fonctions des sédiments 82
6.2.2 Rôle spécifique des sédiments fins 83
6.2.3 Focus sur les interactions sédiments / végétation 84
6.2.4 Focus sur le fonctionnement écologique des casiers Girardon aquatiques 86
6.2.5 Focus sur les espèces invasives 87
6.2.6 Focus sur les corridors écologiques 87
6.3 Liens entre sédiments et qualité de l'eau 87
6.4 Liens entre sédiments et peuplements piscicoles du Rhône 88
6.5 L'espace de bon fonctionnement comme outil de restauration 90
6.5.1 Notion d'espace de bon fonctionnement 90
6.5.2 Etat des connaissances pour le Rhône 91

6.6 Actions de gestion résultant des enjeux écologiques 93

PARTIE C. ENJEUX DE SURETE ET DE SECURITE 96

1 Introduction 97
2 Les enjeux de sûreté et sécurité hydraulique 98
2.1 Ouvrages concernés par des enjeux de sûreté 98
2.1.1 Rappels de la réglementation 98
2.1.2 Sources de données 100
2.1.3 Barrages de retenue et barrage latéraux 100
2.1.4 Seuils 102
2.1.5 Ouvrages de protection ou « digues » 103
2.1.6 Aménagements Girardon 105
2.1.7 Gestion des ouvrages 105
2.2 Aléas hydrauliques et vulnérabilité des biens et des personnes 106
2.2.1 Aléas d'inondation 106
2.2.2 Aléas morphodynamiques liés à la mobilité latérale 108
2.2.3 Vulnérabilité 111
2.3 Enjeux sédimentaires liés à la sûreté et à la sécurité hydraulique 114
2.3.1 Analyse préalable des enjeux 114
2.3.2 Enjeux hydrosédimentaires par type de tronçon 115
2.3.3 Synthèse des opérations de gestion sédimentaire répondant aux enjeux de sûreté-sécurité 117
2.3.4 Synthèse graphique des enjeux 117
3 Les enjeux de sûreté nucléaire 119
3.1 Obligations des CNPE 119
3.2 Enjeux hydrosédimentaires liés à la sûreté nucléaire 119
3.3 Synthèse des opérations de gestion sédimentaires 119
4 Les enjeux de sûreté en alimentation en eau potable 120
4.1 Obligations des captages en eau potable 120
4.2 Importance de la nappe alluviale du Rhône pour l'alimentation en eau potable 120
4.3 Enjeux hydrosédimentaires liés à l'alimentation en eau potable 120

PARTIE D. ENJEUX LIES AUX USAGES SOCIO-ECONOMIQUES 124

1 Introduction 125
2 Perspective historique sur les usages socio-économiques 125
2.1 Repères historiques 125
2.2 Navigation 125
2.3 Centrales hydroélectriques 126
2.4 Centres nucléaires de production d'électricité (CNPE) 126
2.5 Energies renouvelables 126
2.6 Prélèvements d'eau 126
2.7 Exploitation des granulats 127
2.7.1 Le contexte au niveau national 127
2.7.2 Extractions dans lit du Rhône 127
2.7.3 Extractions en fond de vallée 128
3 La navigation 129
3.1 Présentation générale 129
3.1.1 Voies navigables, gestionnaires et concessionnaires 129
3.1.2 Obligations des concessionnaires pour la navigation 130
3.1.3 Catégories de voies navigables 132
3.1.4 Types d'embarcations 132
3.1.5 Bilan des ports présents sur le Rhône 133
3.2 Navigation marchande 134
3.2.1 Trafic fluvial 134
3.2.2 Ports 136
3.3 Tourisme fluvial 137
4 La production d'énergie 139
4.1 Analyse globale des filières 139
4.1.1 En France 139
4.1.2 Dans les Régions 139
4.2 Production hydroélectrique 139
4.2.1 Obligations des concessionnaires pour l'hydroélectricité 139
4.2.2 Vision globale de l'ensemble des aménagements du Rhône 141
4.2.3 Données-clés pour la CNR 142
4.2.4 Données-clés pour EDF 143
4.2.5 Données-clés pour la SFMCP 143
4.2.6 Données-clés pour les SIG 143
4.3 Production d'électricité par les centrales nucléaires (CNPE) 144
4.3.1 Obligations du concessionnaire 144
4.3.2 Données-clés des CNPE 144
4.4 Production d'électricité par les parcs photovoltaïques 145
4.4.1 Parcs photovoltaïques CNR 145
4.4.2 Parcs photovoltaïques EDF 145
4.5 Production d'électricité par les parcs éoliens 146
4.5.1 Parcs éoliens CNR 146
4.5.2 Parcs éoliens EDF 146
4.5.3 Perspectives 146
5 Les prélèvements et rejets d'eau 147
5.1 Les principaux usages des prélèvements d'eau 147
5.2 Rejets de stations d'épuration 149
6 L'exploitation des granulats 150
6.1 Contexte régional 150
6.2 Recensement des exploitations de granulats le long du Rhône 150
7 Les usages touristiques 151
7.1 Typologie des usages touristiques 151
7.2 La pêche 151
7.2.1 La situation de la pêche en eau douce au niveau national 151
7.2.2 La situation de la pêche en eau douce sur le Rhône 151
7.3 Les bases de loisirs et usages nautiques 152
7.4 Les usages terrestres 152
8 Les enjeux sédimentaires liés aux usages socio-économiques 154
8.1 Cadre général 154
8.2 Enjeux sédimentaires liés à la navigation 155
8.2.1 Analyse préalable des enjeux 155
8.2.2 Exemples d'enjeux liés à la navigation 155
8.2.3 Enjeux hydrosédimentaires par type de tronçon navigable 157
8.2.4 Synthèse des opérations de gestion sédimentaire répondant à l'usage de navigation 161
8.2.5 Synthèse graphique des enjeux 161
8.3 Enjeux sédimentaires liés à la production d'énergie 163
8.3.1 Analyse préalable des enjeux 163
8.3.2 Enjeux hydrosédimentaires pour l'hydroélectricité par type de tronçon 163
8.3.3 Enjeux hydrosédimentaires pour les CNPE par type de tronçon 165
8.3.4 Enjeux hydrosédimentaires pour les parcs photovoltaïques 166
8.3.5 Enjeux hydrosédimentaires pour les parcs éoliens 166
8.3.6 Synthèse des opérations de gestion sédimentaire répondant à la production d'énergie (et globalement à l'exploitation des ouvrages) 167
8.3.7 Synthèse graphique des enjeux 167
8.4 Enjeux sédimentaires liés aux prélèvements et rejets d'eau 169

8.4.1 Analyse préalable des enjeux 169
8.4.2 Enjeux hydrosédimentaires liés aux prélèvements et rejets d'eau 170
8.4.3 Synthèse des opérations de gestion sédimentaire répondant aux usages de prélèvements 174
8.4.4 Synthèse graphique des enjeux 174
8.5 Enjeux sédimentaires liés à l'exploitation de granulats 176
8.5.1 Analyse préalable des enjeux 176
8.5.2 Enjeux hydrosédimentaires liés aux exploitations de granulats 176
8.5.3 Synthèse des opérations de gestion sédimentaire répondant à l'exploitation de granulats 176
8.6 Enjeux sédimentaires liés aux activités de loisirs 178
8.6.1 Analyse préalable des enjeux 178
8.6.2 Enjeux hydrosédimentaires liés aux activités de loisirs 178
8.6.3 Synthèse des opérations de gestion sédimentaire répondant aux usages de loisirs 180

PARTIE E. SYNTHESE 181

9 Synthèse des enjeux de gestion sédimentaire et de restauration des milieux 182
10 Typologie et hiérarchisation des enjeux de gestion sédimentaire 188
11 Hiérarchisation des enjeux sédimentaires par UHC 191

ANNEXES

Annexe 1. Articles du cahier des charges général de la concession CNR ayant un lien avec la gestion hydrosédimentaire du Rhône
Annexe 2. Schéma directeur couvrant la période 2003-2023, annexé au cahier des charges général de la concession de la CNR

PARTIE A.
SEGMENTATION DES ENJEUX

1 Segmentation des enjeux

La segmentation des enjeux qui est proposée dans ce rapport a été construite à partir des éléments du cahier des charges de la mission. Elle est basée sur les 3 grandes familles d'enjeux ci-dessous, qui ne présentent pas d'ordre hiérarchique :

- Enjeux écologiques ;
- Enjeux de sûreté et sécurité ;
- Enjeux socio-économiques.

Cette segmentation est pertinente de par sa couverture exhaustive des enjeux présents sur un fleuve comme le Rhône. Certains enjeux peuvent chevaucher ces classifications car un enjeu socio-économique peut également présenter un enjeu de sûreté ; c'est notamment le cas pour les Centres nucléaires de production d'électricité (CNPE) ou les captages AEP d'envergure régionale.

Aussi, cette segmentation mérite d'être précisée à la lumière des documents de référence organisant la gestion du Rhône et de sa vallée.

Le Tableau 1 ci-contre récapitule les principaux éléments de ces documents de référence qui ont été utiles à la rédaction du présent rapport.

Tableau 1 : Synthèse des principaux documents de référence attachés à chaque type d'enjeu

Enjeux	Documents de référence	Périmètres concernés	Contenu principal	Renvoi d'annexe
Enjeux écologiques	SRCE / SRADDET	• Régions	• Corridors écologiques, trame verte et bleue	
	SDAGE	• Bassin Rhône Méditerranée	• Continuité biologique • Continuité sédimentaire • Hydromorphologie • Hydrologie fonctionnelle	
	Protections réglementaires	• Réserves de biosphère, RNN, RNR, APPB, ZH Ramsar	• Habitats, faune, flore, corridors écologiques	
	Protections contractuelles	• PNR, réseau Natura 2000, sites du conservatoire du littoral		
	Périmètres d'inventaires	• ZNIEFF, zones humides, réservoir biologique, etc.		
	Classements Liste 1 / Liste 2 Ouvrages prioritaires Débits minimum bio	• Bassin Rhône Méditerranée	• Continuité biologique • Continuité sédimentaire • Débit minimum biologique	
	PLAGEPOMI	• Bassin Rhône Méditerranée	• Continuité biologique	
Enjeux sûreté-sécurité	Classements d'ouvrages au titre de la sûreté	• Barrages de retenue et barrage formant canal • Systèmes d'endiguement GEMAPI	• Sûreté des ouvrages • Sécurité face aux inondations	
	Cahiers des charges des ouvrages	• Linéaires non endigués (non aggravation des risques)	• Sûreté des ouvrages • Sécurité face aux inondations • Caractérisation des aléas et de la vulnérabilité	
	SLGRI	• TRI (aire métropolitaine lyonnaise, Valence, Montélimar, Avignon, Grand Delta)		
	Réglementation CNPE	• CNPE	• Sûreté, production des installations	
	Réglementation et DUP captages AEP	• Captages AEP	• Sûreté de la production AEP (quantité, qualité)	
Enjeux socio-économiques	Cahier des charges général de la concession	• Concession CNR	• Obligations en matière d'hydroélectricité, navigation, irrigation	Annexe 1
	Schéma directeur 2003-2023	• Concession CNR	• Plan d'actions et missions d'intérêt général	Annexe 2
	Cahiers des charges des ouvrages	• Cahier des charges spécial de chaque ouvrage de la concession CNR • Cahier des charges des ouvrages de Cusset (EDF), Chancy-Pougny (SFMCP), Verbois et Seujet (SIG)	• Obligations propres à chaque ouvrage en termes de règlement d'eau, sûreté-sécurité, environnement, etc.	
	DUP pour captages AEP Droit d'eau de prélèvement	• Bassin de vie	• Prélèvements AEP, industriels, agricoles • Exploitation de granulats • Tourisme, loisirs	

2 Précisions sur les concessions et installations nucléaires de base

Le fleuve Rhône étant un cours d'eau domanial, les usages installés sur des terrains domaniaux de l'Etat font l'objet d'une concession pour une durée prédéfinie. Les concessions qui intéressent la présente étude sur le plan sédimentaire sont principalement les concessions pour l'hydroélectricité et la navigation.

Pour les Centres Nucléaires de Production d'Electricité (CNPE), le régime réglementaire relève de la réglementation des Installations Nucléaires de Base (INB).

Ainsi, on peut distinguer :

- Hydroélectricité et navigation :
  - Concession générale du Rhône (CNR) ; concession de l'ouvrage de Cusset (EDF) ; concession de l'ouvrage de Chancy-Pougny (SFMCP) ; concession des ouvrages du Seujet et de Verbois (SIG) ;
- Navigation :
  - Gestion du domaine public fluvial navigable non concédé (VNF) ;
- Centres Nucléaires de Production Hydroélectrique (CNPE) (EDF) :
  - CNPE du Bugey ; CNPE de St-Alban ; CNPE de Cruas-Meysse ; CNPE du Tricastin ;

Ces différentes situations sont développées dans les parties qui suivent.

2.1 Concession générale du Rhône (CNR)

En date d'émission du présent rapport, la Compagnie Nationale du Rhône (CNR) est le concessionnaire du Rhône entre le PK0 à Lyon et la mer Méditerranée d'une part (via le Grand Rhône), et du Haut-Rhône entre les PK59 et PK185 d'autre part. La concession porte également sur le secteur des seuils TEO (écluse). Ces linéaires devraient évoluer dans les années à venir dans le cadre de la prolongation de concession.

La concession CNR du Rhône porte sur un ensemble de 18 chutes hydroélectriques (ou complexes hydroélectriques), 14 écluses à grand gabarit et 22 sites industriels et portuaires. Un tel rassemblement d'ouvrage dans une seule concession est un cas unique en France.

Le cahier des charges de cette concession est à l'origine des missions de la CNR, de la constitution des aménagements et de leur gestion ; il présente donc une empreinte forte sur le fonctionnement hydrosédimentaire du Rhône et les enjeux socio-économiques.

La CNR est organisée en directions territoriales :

Directions territoriales	UHC	Localisation
Haut-Rhône - Chemin des Soupirs 01303 Belley	#02 à #08	Du PK 59 au PK 185
Rhône Saône - Z.A. de Vérenay - BP 77 - Ampuis 69420 Condrieu	#11 à #14	Du PK 0,6 au PK 89,9
Rhône Isère - 91, Route de la Roche-de-Glun - BP 326 26503 Bourg-lès-Valence	#15 à #18	Du PK 89,9 au PK 166,5
Rhône Méditerranée 25 bis, chemin des rocailles - BP 194 30401 Villeneuve-lès-Avignon	#19 à #24	Du PK 166,5 à la mer (PK 325)

- **Convention de la concession générale**

En application de la loi du 27 mai 1921 portant aménagement du Rhône de la frontière suisse à la mer, qui s'est traduite par la convention de concession générale du 20 décembre 1933, l'Etat a concédé l'aménagement du Rhône à la CNR au triple point de vue de l'utilisation de la puissance hydraulique, de la navigation, et de l'irrigation et des autres emplois agricoles. Ces 3 missions dont stipulées comme étant indissociables et solidaires sur le plan financier.

La concession du Rhône est structurée autour de 3 documents fondamentaux :

- La convention de concession générale du 20/12/1933 approuvée par le décret du 05/06/1934, par laquelle l'Etat accorde la concession de l'aménagement et de l'exploitation du Rhône à CNR ;
- Un cahier des charges général de la concession, annexé à la convention de concession générale précitée, approuvé par le décret du 05/06/1934 qui détaille les obligations générales de concessionnaire de CNR ;
- Un cahier des charges spécial pour chaque chute hydroélectrique, annexé à une convention conclue entre l'Etat et CNR, approuvé par décret qui détaille les obligations de concessionnaire de CNR pour chaque chute hydroélectrique.

La convention du 20 décembre 1933 a fait l'objet de plusieurs avenants dont le dernier, le huitième, a été établi le 16 juin 2003. Cet avenant intègre notamment les points suivants :

- Abandon de la liaison fluviale Saône-Rhin à grand gabarit (décret du 30 octobre 1997, loi d'orientation 99-533 du 25 juin 1999) ;
- Redéfinition des droits et des obligations du concessionnaire pour tenir compte (…) de nouveaux besoins et pour prendre en considération (…) les conséquences des évolutions constatées dans le droit, l'économie et dans la société (…), notamment en matière d'environnement, de manière à refléter plus fidèlement les attentes des populations, des usagers du fleuve et des collectivités concernées ;
- Actualisation du cahier des charges conduite dans le respect de l'équilibre financier de la concession.

Il est constaté en outre que :

- la transformation de la CNR en producteur d'électricité indépendant et de plein exercice, par l'effet de l'application de la loi n° 2000-108 du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité, doit permettre à cette compagnie de continuer à remplir les missions d'intérêt général, autres que la production d'électricité, prévues par la loi du 27 mai 1921 (…) ;
- dans l'application de la présente convention, une attention particulière devra être apportée aux différents facteurs permettant de renforcer l'ancrage régional et local voulu par les fondateurs de la CNR ;
- à cet effet, la CNR s'attachera notamment à mettre en œuvre les concertations utiles avec les partenaires concernés.

- **Durée de la convention**

D'après la Loi du 27 mai 1921, la concession du Rhône de la CNR était établie initialement pour 75 ans à l'achèvement du premier ouvrage hydraulique (centrale de Génissiat en 1948), ce qui porte l'échéance en 2023.

Une demande de prolongation de concession est en cours et devrait être validée en 2021 ou 2022.

Ce projet de prolongation est justifié juridiquement par les circonstances imprévisibles qui ont privé CNR d'exercer pleinement son activité d'exploitation des ouvrages concédés de 1948 à 2006, soit pendant près de 58 ans, période au cours de laquelle EDF était « gérante d'exploitation » des centrales.

La durée de prolongation de la concession du Rhône résulte d'un calcul conduisant à une durée moyenne d'exploitation effective de 75 ans pour l'ensemble des 19 ouvrages hydroélectriques de la concession du Rhône. La date de mise en service moyenne des ouvrages hydroélectriques du Rhône est 1966. Ainsi une durée moyenne d'exploitation effective de 75 ans pour l'ensemble des 19 ouvrages hydroélectriques de la concession du Rhône donne une nouvelle date d'échéance de la concession fixée au 31 décembre 2041, soit une prolongation de 18 ans.

- **Articles du cahier des charges général intéressant la gestion hydrosédimentaire**

Les articles du cahier des charges mis à jour et qui ont un lien avec la gestion hydrosédimentaire du Rhône sont récapitulés dans le Tableau 18. Le détail de ces articles est reporté en Annexe 1. Le schéma directeur 2003-2023 figure en Annexe 2.

Tableau 2 : Contenu principal du cahier des charges général CNR en lien avec l'étude

Art.	Titre	Contenu principal
1er	Contenu de concession	Grandes missions de la concession : hydroélectricité, navigation, irrigation
1erbis	Objectifs en matière d'environnement	Dans l'exercice des missions de la concession, prise en compte des objectifs environnementaux : gestion équilibrée de l'eau, préservation/restauration des milieux, gestion durable des espaces
1erter	Schéma directeur	Etablissement d'un schéma directeur sur la période 2003-2023
5	Prises d'eau	Caractéristiques fixées dans les CCS. Augmentation des débits réservés
7	Dispositions relatives à la navigation et au flottage	Caractéristiques générales de la voie navigable en amont de Lyon et en aval de Lyon : largeurs de chenal, mouillages, rayons de courbure, surlargeurs, tailles d'écluses, définition des PHEN et PBEN. Dispositions particulières fixées dans les CCS Modalités de construction et d'exploitation par le concessionnaire de ports publics réalisés le long de la voie navigable Entretien, amélioration, exploitation du seuil et de l'écluse de Villeurbanne (UHC#10-ALY)
7 bis	Dispositions relatives à l'environnement	Actions prévues pour : révision des débits réservés, restauration des lônes, intégration paysagère des ouvrages, maintien de la capacité morphogène des crues, circulation des poissons migrateurs, franchissement des grands mammifères, transit des sables et graviers. Plans de gestion concertés du domaine foncier de la concession. Partage des données caractéristiques de l'état du milieu (pluviométrie, hydrométrie, piézométrie, biologie et qualité des eaux) Suivi écologique approprié visant à apprécier les conséquences sur le milieu naturel de la présence et du fonctionnement des ouvrages. Mesures correctives en cas d'évolution défavorable
10	Exécution et entretien des ouvrages	Les ouvrages (…) seront entretenus en parfait état. (…) L'exécution et l'entretien des ouvrages de la concession seront effectués par les soins du concessionnaire
12	Rétablissement des communications et de l'écoulement des eaux	Rétablissement du libre écoulement des eaux naturelles ou artificielles dont le cours serait détourné ou modifié par les aménagements. Le cas échéant, solution permettant de remédier aux dommages.
13	Production agricole	Concours à l'exécution d'un programme général d'aménagement agricole de la région
14	Respect de la réglementation	Respect de la réglementation existante : police des eaux, navigation (…) protection contre les inondations (…), la salubrité publique, l'alimentation en eau (…), l'irrigation, la conservation de la faune et de la flore, la circulation des poissons migrateurs, la protection des sites et paysages, ainsi que la sauvegarde du patrimoine architectural.
15	Obligations relatives à l'écoulement des eaux et règlement d'eau	Règlement d'eau prévoyant les conditions relatives à la sécurité et à la protection des tiers, (…) à l'exécution des chasses, en vue notamment de rétablir le débit solide et d'assurer l'entretien du lit du cours d'eau, à l'exploitation en période de crues ; aux éclusées (…), à la qualité des eaux restituées, aux modalités de curage de la retenue.
15bis	Exploitation des ouvrages	Maintien des ouvrages en bon état d'entretien et de fonctionnement (sécurité, retour des ouvrages à l'Etat). Consignes d'exploitation. Avertissement du service de contrôle en cas d'anomalie grave, crue exceptionnelle, investigations spéciales.
16	Exploitation de la voie navigable	Conditions de l'exploitation et de l'entretien en vue de la navigation et les obligations relatives à la sauvegarde des intérêts généraux fixées par les cahiers des charges spéciaux
17	Obligations relatives au rejet des eaux	Retour des eaux au fleuve dans un état de pureté, de salubrité et de température comparable à celui du bief d'alimentation
20	Obligation de produire l'énergie	Production d'énergie dans la limite de la puissance dont il disposera au mieux des différents états du cours d'eau
21	Réserves en eau	Prélèvements d'eau d'arrosage et d'eau potable
30	Sécurité et sûreté	Rechercher du plus haut niveau de sûreté des ouvrages pour garantir la sécurité du personnel exploitant, des utilisateurs et des riverains. Le concessionnaire tient un registre, une consigne de surveillance, un rapport de synthèse sur la surveillance et l'auscultation des barrages

2.2 Concession de l'ouvrage de Cusset (EDF) ;

La concession de l'ouvrage de Cusset (UHC#10-ALY) a fait l'objet de l'arrêté inter-préfectoral n°02-4192 du 5 décembre 2002 approuvant le règlement d'eau de la chute, avec en annexe un cahier des charges, une consigne générale et une consigne de crue. Le cahier des charges de la concession est daté du 15 janvier 2002, tout comme l'arrêté interpréfectoral concédant à EDF la chute de Cusset. Il a été modifié par courrier de la Préfecture de Région le 27 mars 2015.

2.2.1 Durée de la concession

La concession de l'ouvrage de Cusset est établie jusqu'au 31 décembre 2041.

2.2.2 Articles du cahier des charges général intéressant la gestion hydrosédimentaire

Les articles du cahier des charges de la concession qui ont un lien avec la gestion hydrosédimentaire du Rhône sont récapitulés dans le Tableau 19. On notera que les articles 12 et 31 ci-dessous ont été retirées des obligations d'EDF par courrier de la Préfecture de Région le 27 mars 2015, et sous réserve d'un accompagnement financier des collectivités portant des projets sur les mêmes thématiques.

Tableau 3 : Contenu principal du cahier des charges EDF en lien avec l'étude

Art.	Titre	Contenu principal
1er	Objet de la concession	Principaux ouvrages, débits, cotes nominales et puissance
2	Objet de l'entreprise	Objet principal : production d'énergie électrique
4	Obligation de produire l'énergie	Obligation de produire l'énergie dans la limite de la puissance disposée au mieux des différents états du cours d'eau, compte tenu des dispositions du présent cahier des charges et du règlement d'eau.
5	Equilibre de la concession	En cas de mesure d'intérêt public, remettant en cause l'équilibre général de la concession, les surcoûts seraient compensés ou indemnisés.
12	*Rétablissement de l'écoulement des eaux*	*Rétablissement du libre écoulement des eaux non concédées dont le cours détourné ou modifié par les ouvrages. Entretien du canal de Miribel et des bras secondaires du Rhône court-circuité en cas d'aggravation des conditions d'écoulement des crues.*
16	Description des ouvrages principaux	Caractéristiques des ouvrages de Jons, Jonage, Grand Large et Cusset.
17	Caractéristiques de la prise d'eau	Cotes de retenue, débit réservé (30 m³/s, 60 m³/s pour soutenir la nappe phréatique d'après le protocole de 1998.
25	Entretien des installations	Tous les ouvrages sont constamment entretenus en parfait état
27	Ecoulement des eaux	Qualité des eaux, manœuvre des vannes, repérage du niveau d'eau dispositifs de mesure, récupération des déchets, contrôle
29	Pêche et chasse	Pratique de la pêche et de la chasse
30	Curage	Curage de la retenue si besoin pour assurer le bon fonctionnement de l'ouvrage, conserver le libre écoulement des eaux et maintenir la capacité utile de la retenue. Curage du tronçon court-circuité si besoin pour permettre l'écoulement normal des crues
31	*Navigation*	*Modernisation, entretien, exploitation, des écluses de Jonage et de Cusset dans le but de rétablir la navigation de plaisance sur le canal de Jonage et dans un délai de 10 ans (à partir de 2002). Gabarit de bateau de type Freycinet (38,50 m x 5,05 m). Mouillage de 2 m pour un débit turbiné supérieur ou égal à 200 m³/s*
37	Réserves en eau	Prélèvements dans l'emprise de la concession fixés à 6 m³/s, dont 2 m³/s au maximum destinés à alimenter les lônes du Vieux Rhône
48	Participation aux ententes	Participation financière au programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône

2.3 Concession de l'ouvrage de Chancy-Pougny (SFMCP)

La concession de l'ouvrage de Chancy-Pougny (UHC#02-CHP) est une concession à la fois suisse et française, en application de la Convention conclue entre la France et la Suisse le 4 octobre 1913.

Côté français, la concession est issue d'un arrêté du 25 juillet 2003 concédant à la Société des Forces Motrices de Chancy-Pougny (SFMCP) l'exploitation et la rénovation de la chute hydroélectrique de Chancy-Pougny sur le Rhône dans le Département de l'Ain. La date d'entrée en vigueur de la concession est le 1er octobre 2003. Le cahier des charges de la concession est inscrit dans une convention du 24 juillet 2003 entre l'Etat et la SFMCP.

Côté suisse, la concession est issue d'un acte du 12 mai 2003 concédant à la Société des Forces Motrices de Chancy-Pougny (SFMCP) l'utilisation de la force hydraulique du Rhône à Chancy-Pougny. La date d'entrée en vigueur de la concession est également le 1er octobre 2003.

Les actionnaires de la SFMCP sont les Services Industriels de Genève (SIG) côté Suisse et la Compagnie Nationale du Rhône (CNR) côté français.

- **Durée de la concession**

La concession de l'ouvrage de Chancy-Pougny est établie pour une durée de 60 ans à compter du 9 avril 2001 avec la confédération suisse.

- **Articles du cahier des charges général intéressant la gestion hydrosédimentaire**

L'ouvrage dispose de deux cahiers des charges qui proviennent des deux autorités riveraines.

Cahier des charges côté français

L'article 18 stipule que tous les ouvrages devront être maintenus en parfait état d'entretien et de fonctionnement. Le concessionnaire signalera immédiatement aux autorités compétentes tous dangers, défectuosités et dommages importants auxquels il sera tenu de remédier. Le concessionnaire est chargé d'assurer l'entretien de la partie française du seuil construit en aval du Pont de Pougny.

L'article 43 porte sur le suivi écologique : 1) à compter de l'entrée en vigueur de la concession, le concessionnaire assurera un suivi biologique destiné à connaître et à mesurer les conséquences de la présence et du fonctionnement des ouvrages concédés ainsi que des aménagements compensatoires. 2) Le concessionnaire mettra en place un suivi morphologique du lit du Rhône entre l'ouvrage de Chancy-Pougny (point kilométrique 188,856) et l'extrémité aval du Rhône binational (point kilométrique 184,998).

L'article 49 sur les curages fait l'objet d'une mention « néant ».

Cahier des charges côté Suisse :

L'article 12 de la concession traite du rétablissement de la dynamique du régime de charriage. Il précise que le concessionnaire doit prendre toutes les mesures nécessaires pour assurer le transit du débit solide afin de permettre le ravitaillement en alluvions. En ce qui concerne la vidange de la retenue, il est indiqué que les embouchures de l'Allondon et de la Laire doivent être aménagées afin de minimiser les impacts avant chaque abaissement ; les matériaux solides prélevés devront alors impérativement être repoussés dans le lit du Rhône

L'article 16 de la concession suisse traite de l'état du lit du Rhône. Il précise que des relevés réguliers (bathymétries) doivent être effectués. Lorsque des dépôts de matériaux sont susceptibles d'entrainer des dommages, le concessionnaire doit les éliminer selon les directives des autorités.

L'article 18 de la concession indique que le passage des débits de crue doit être assuré pendant l'exploitation normale et pendant les travaux de transformation.

2.4 Concession des ouvrages de Verbois et Seujet (SIG)

La concession de l'ouvrage de Verbois (UHC#01-SUI) a fait l'objet de la Loi 3289 du 5 octobre 1973 concédant aux Services Industriels de Genève (SIG) la force motrice hydraulique d'une section du Rhône pour l'exploitation d'une usine hydroélectrique dite de Verbois.

La concession de l'ouvrage du Seujet (UHC#01-SUI) a fait l'objet de la Loi 5570 du 12 septembre 1984 concédant aux Services Industriels de Genève (SIG) la force motrice hydraulique d'une section du Rhône pour l'exploitation hydroélectrique dite du Seujet, située entres les ponts de la Coulouvrenière et de Sous-Terre. Une convention concernant la propriété, les servitudes, les concessions, l'exploitation, le maintien et l'entretien de l'ouvrage du Seujet a été établie le 5 novembre 1987 entre l'Etat de Genève, la Ville de Genève et les Services Industriels de Genève (SIG). Le règlement sur la manœuvre de l'ouvrage de régularisation du niveau du lac Léman à Genève est entré en vigueur le 1er juillet 1997.

2.4.1 Durée de la concession

La concession de l'ouvrage de Verbois est établie pour une durée de 60 ans avec l'Etat de Genève à compter de la loi sur l'organisation des Services industriels de Genève qui est datée du 5 octobre 1973.

La concession de l'ouvrage du Seujet est établie pour une durée de 60 ans avec l'Etat de Genève à compter de la mise en service de l'ouvrage en 1995.

2.4.2 Articles du cahier des charges de Verbois intéressant la gestion hydrosédimentaire

D'après le dossier SIG-SFMCP (2015) concernant l'ouvrage de Verbois, l'article 17 de la concession indique que le concessionnaire doit entretenir le lit et les berges du Rhône depuis le pied du barrage du Seujet jusqu'au profil 37 à l'aval du barrage de Verbois ainsi que sur les 1 960 derniers mètres du cours de l'Arve. Ces entretiens couvrent notamment les érosions et les dépôts d'alluvions. Le concessionnaire est toutefois libéré de ce devoir d'entretien s'il peut démontrer que son activité n'est pas à l'origine des dommages.

Ce même article prévoit à son alinéa 6 que le concessionnaire assume à ses frais toutes les mesures pour que le plan d'eau n'ait aucune conséquence sur les installations, bâtiments, ouvrages existants pouvant être influencés par ce dernier à la mise en vigueur de la concession (1996).

Les chasses d'alluvions sont explicitement prévues par l'article 12 afin d'évacuer les alluvions accumulées dans la retenue mais ne dit rien des raisons justifiant cette évacuation. Il indique certaines conditions pour réaliser ces chasses et précise qu'une coordination avec les usiniers à l'aval est nécessaire. Il rappelle que le concessionnaire est seul responsable des conséquences de ces opérations qu'il réalise à ses risques et périls. Le concessionnaire doit garantir que les intérêts des autres usagers soient pris en compte conformément à l'article 32 de la loi fédérale sur l'utilisation de la force hydraulique. En cas de chasses, l'article 10 prévoit de déroger à l'obligation de fonctionnement stricte au fil de l'eau.

En complément des chasses, l'article 13 prévoit que des dragages doivent être réalisés en cas d'alluvionnement excessif. Contrairement à l'article 12 sur les chasses, il est ici clairement indiqué que le but de ces opérations est de garantir un libre écoulement des eaux du Rhône et de l'Arve. Les articles sur les chasses et les dragages sont repris sans modification de la concession de 1973.

L'article 18 prévoit explicitement que le concessionnaire est responsable des dommages consécutifs aux chasses et qu'il prend à ses frais toutes les mesures prescrites par les autorités concernant ces dommages.

L'article 5 impose à l'exploitant de coordonner les manœuvres du Seujet et de Verbois de sorte à garantir les débits fixés dans les concessions, d'assurer le passage des crues du Rhône et de l'Arve et de ne pas entraver les activités ou le fonctionnement des ouvrages liés au Rhône et à l'Arve (navigation, déversoir d'orage, etc.)

Le premier alinéa de l'article 6 indique que le remous de la retenue de Verbois ne doit pas provoquer de réduction des débits s'écoulant librement du Lac Léman.

2.4.3 Articles du cahier des charges du Seujet intéressant la gestion hydrosédimentaire

L'ouvrage du Seujet n'est pas concerné par la gestion sédimentaire étant donné l'absence d'apports solides significatifs par le Rhône en sortie du Lac Léman. Toutefois, deux articles issus de la loi de concession rappellent les obligations du gestionnaire :

L'article 8 sur la conservation et entretien de l'ouvrage stipule que le concessionnaire a l'obligation de maintenir constamment l'ouvrage en parfait état de conservation et d'entretien pendant toute la durée de la concession. Il en reconstruit ou en remplace les parties usées ou détériorées, si des parties de l'ouvrage ne répondent plus aux exigences de la technique, l'Etat et le concessionnaire conviennent, d'un commun accord de leur remplacement.

L'article 11 porte sur le dragage de la rade de Genève et du lit du Rhône. Il est rappelé que (…) l'Etat supporte les frais d'entretien du port de Genève, mais que les dragages périodiques de celui-ci sont à la charge du concessionnaire. Le tirant d'eau doit être maintenu à 2 m (…). Les dragages sont exécutés, en principe tous les 20 à 25 ans. De même le concessionnaire exécute, dès le pont du Mont-Blanc (km 2,373) et jusqu'au pied de l'ouvrage (km 3,600) les dragages nécessaires du lit du Rhône (bras droit et bras gauche). Ces dragages doivent notamment empêcher que le libre écoulement des eaux du lac Léman et du Rhône ne soit réduit par l'alluvionnement. Les déblais provenant des dragages doivent être déposés en des points qui sont prescrits au concessionnaire par l'État

2.4.4 Convention internationale d'Espoo

La convention d'Espoo du 25 février 1991 traite de l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontalier. La Confédération helvétique et la France sont toutes deux signataires de cette convention.

Bien que cette convention ne prévoie pas expressément de s'appliquer dans le cas de curages des retenues, compte-tenu de l'impact important de ces opérations sur territoire français, les parties ont convenu, à la demande de la France, la mise en œuvre de cette convention lors de la préparation des vidanges-chasses sur la base de son article 2 et son appendice III.

Cette convention permet à la partie française d'avoir accès au dossier d'évaluation de l'impact sur l'environnement produit par l'exploitant suisse et sur la base duquel, après consultation des autorités, des collectivités et du public concerné, elle rend un avis à l'autorité suisse qui doit l'intégrer dans sa décision.

2.5 Gestion du domaine public fluvial par VNF

De manière générale, l'État a confié par décret du 20 août 1991 son domaine public fluvial navigable à Voies navigables de France (VNF). VNF est un établissement public national à caractère industriel et commercial, sous tutelle du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du territoire : il assure la gestion, l'exploitation et le développement de ce réseau de voies navigables pour le compte de l'État.

Pour le Rhône, les compétences de VNF sont exercées sous réserve des missions données par ailleurs par l'État à Électricité de France (EDF) et à la Compagnie Nationale du Rhône (CNR).

VNF est ainsi gestionnaire des tronçons non concédés :

- de l'aval de la restitution de la dérivation de Sault-Brenaz jusqu'à la confluence avec l'Ain ;
- le canal de Miribel entre le barrage de Jons et la restitution du canal de Jonage. Ce linéaire devait être intégré dans la concession EDF de Cusset ; la Préfecture de Région a déchargé EDF de cette obligation sous condition d'accompagnement financier des acteurs locaux (cf. §.2.2.2) ;
- les berges dans la traversée de Lyon jusqu'à la confluence entre le Rhône et la Saône ;
- le Petit Rhône entre Fourques et la mer ;
- les embouquements des canaux d'Arles et de l'ancien canal du Rhône à Sète à Beaucaire.

2.6 Autorisations EDF pour les CNPE

Pour les CNPE, les installations relèvent de la réglementation des Installations Nucléaires de Base, faisant l'objet du.

Jusqu'en 2006, sous le décret n°63-1228 du 11 décembre 1963 modifié, deux types d'autorisation étaient nécessaires pour la création et pour les prélèvements d'eau et les rejets :

- une autorisation délivrée par le décret d'autorisation de création (DAC) portant sur les aspects de sûreté nucléaire ;
- une autorisation sous la forme d'un arrêté interministériel relatif aux prélèvements d'eau et aux rejets d'effluents (suivant le décret du 4 mai 19959).

Depuis 2006 et la loi n°2006-686 du 13 juin 2006, l'autorisation principale est délivrée après l'organisation d'une enquête publique et obtention de l'avis de l'ASN : il s'agit du décret d'autorisation de création (DAC). Le DAC couvre notamment les aspects « sûreté », comme auparavant, mais aussi les prélèvements d'eau et les rejets. C'est pourquoi, depuis 2016, la création d'une INB nécessite désormais une évaluation environnementale.

Les obligations de bon fonctionnement des ouvrages, de sûreté et de sécurité imposent une surveillance stricte de l'état des prises d'eau qui assurent le refroidissement des installations. En effet, le bon fonctionnement des tranches du point de vue de la production, mais surtout du point de vue de la sûreté, est indirectement lié au niveau des sédiments présents dans le chenal d'amenée puisqu'une éventuelle accumulation de sédiments peut diminuer le débit prélevé et conditionner l'efficacité des circuits de refroidissement.

Aussi, l'entretien régulier des ouvrages et des matériels de prise d'eau, et en particulier du chenal d'amenée, constitue une opération nécessaire et importante pour garantir la bonne alimentation en eau de refroidissement du CNPE et une exploitation en toute sûreté. Des opérations de dragages sont initiées dès que les critères de déclenchement sont atteints.

PARTIE B. **ENJEUX ECOLOGIQUES**

1 Introduction

Sur le volet hydrosédimentaire, la Mission 2 a permis de synthétiser les données existantes sur l'Axe Rhône et à l'échelle des UHC.

La Partie B de la Mission 3 a vocation à préciser les enjeux liés au patrimoine naturel en lien avec le fonctionnement sédimentaire :

- Prise en compte en amont des pressions environnementales : pollution de l'eau, pollution des sédiments, etc. ;
- Liens entre sédiments (fins, sables, grossiers), habitats aquatiques ou humides et peuplements floristiques et faunistiques ;
- Enjeux de conservation des habitats et espèces protégées ;
- Enjeux de continuité biologique (notamment PLAGEPOMI avec alose, lamproie marine, anguille) à lier éventuellement avec les sédiments ;
- Enjeux d'atteinte du bon état écologique (SDAGE, DCE).

La Partie B s'articule donc autour des 5 grandes parties suivantes :

- Synthèse de l'évolution historique de l'écosystème Rhône
- Périmètres d'inventaire et de protection,
- Synthèse des connaissances sur les milieux aquatiques,
- Synthèse des connaissances sur les zones humides et milieux terrestres,
- Bilan des enjeux sédimentaires liés aux fonctionnalités écologiques.

La PARTIE B a vocation à développer les enjeux écologiques en lien avec le fonctionnement hydrosédimentaire. Elle ne traite pas des effets des actions de gestion sédimentaires sur l'écologie. Ce volet est intégré dans le rapport de Mission 4.

2 Synthèse de l'évolution historique de l'écosystème Rhône

2.1 Fonctionnement naturel et processus

Le fonctionnement naturel du Rhône et les processus ont été bien étudiés par l'équipe de G. Pautou au 20e siècle. Cette partie en est extraite (Pautou, 1996).

L'hydrosystème rhodanien est un éco-complexe qui comprend le fleuve proprement dit, ses annexes (bras vifs et bras morts isolés du chenal principal) et la plaine d'inondation. L'éco-complexe fluvial (ou hydrosystème) est composé de sous-systèmes aquatiques, de sous-systèmes semi-aquatiques (inondés pendant plusieurs mois ou quelques semaines) et de sous-systèmes terrestres en rapport avec la présence d'une nappe phréatique (inondés à l'occasion des fortes crues) (Pautou, 1975).

Chaque sous-système est constitué par une communauté végétale et par l'environnement physicochimique exploré (atmosphère, sol, eau). Les sous-systèmes sont disposés de façon répétitive depuis le chenal principal jusqu'aux parties périphériques, et inter-réagissent (Pautou, 1996).

Les sous-systèmes sont connectés par des circuits constitués par un réseau fortement ramifié dont l'artère principale est le chenal. Il est, en outre, fortement hiérarchisé : bras vifs, bras séparés du chenal, affluents, canaux, fossés, drains.

L'hydrosystème est soumis à l'action répétée des crues, c'est-à-dire à des évènements de forte intensité mais de courte durée qui sont responsables de la destruction de la biomasse et d'un entrainement des organismes (Pautou, 1996).

L'effet de la crue est multiple et dépend de son intensité. Il peut provoquer un arrachement de la végétation en place, une érosion du biotope, une modification de l'environnement physique (sédimentation des sables, etc.), apparition de sites neufs où les communautés pionnières et post-pionnières peuvent se reconstituer (Pautou, 1996).

Ces communautés végétales qui s'installent se succèdent suivant une chronologie plus ou moins facilement prévisible. G. Pautou (1996) définit ainsi des « suites », c'est-à-dire des enchainements de communautés végétales occupant le même territoire mais dans des blocs temporels différents, à la faveur de conditions écologiques différentes. Dans les hydrosystèmes à fonctionnement actif, comme ici, ce sont les processus allogéniques qui modifient les caractéristiques physico-chimiques du site par la redistribution des sédiments, l'exportation et l'importation de matière.

Le déroulement d'une suite peut prendre des modalités très différentes et s'effectuer à des vitesses très différentes, en fonction de l'exposition du site au flux, ou du maintien de contraintes stationnelles. L'exhaussement dépend de la vitesse d'entrée des sédiments, qui dépend elle-même, de la fréquence et de l'intensité des crues.

Dans les meilleures conditions, le déroulement d'une suite depuis, l'implantation d'un assemblage pionnier à *Phalaris arundinacea* jusqu'à l'installation d'une forêt de bois durs, bien structurée, peut s'effectuer en un siècle.

Dans les parties de la plaine d'inondation, où la régénération est vigoureuse et où la triade dynamique « érosion - charriage - sédimentation » intervient de façon répétée, il existe une stabilité de trajectoire. Il y a stabilité lorsqu'on part d'un habitat d'eau courante et qu'il y a retour à l'état initial plusieurs années, décennies ou siècles après, par des phénomènes de destruction (Pautou, 1996).

2.2 Fonctionnement écologique avant les aménagements

Fonctionnement du Rhône après les dernières glaciations

Après le retrait des glaciers würmiens, les apports du Rhône et de ses affluents fortement augmentés par la déforestation néolithique constituent, un puissant cône de déjection sur lequel vont s'implanter les premières forêts alluviales à base de *Salix, Betula et de Pinus*. Le cône isole les cuvettes résiduelles de Chautagne et de Lavours où la tourbe va se constituer. L'épaisse couche de tourbe qui atteint par endroit 7 à 8 mètres est la conséquence d'un exhaussement de la ligne d'eau des cuvettes lacustres qui a commencé au néolithique final

et a duré jusqu'au 20ème siècle. Il aurait atteint 12,50 mètres. Les peuplements d'hydrophytes sont déjà très diversifiés : les espèces actuelles sont présentes. Les principaux hélophytes (*Carex, Phragmites, Cladium*) élaborent des plateformes organiques sur lesquelles s'implanteront les phanérophytes hygrophiles des eaux stagnantes (*Alnus glutinosa*). Des forêts de bois durs à base d'orme (*Ulmus glabra, Ulmus laevis)* et des partenaires de la forêt alluviale (*Fraxinus, Juglans, Tilia*) occupent les paliers les plus hauts et les sols colluviaux à l'interface plaine d'inondation - collines. Des troncs sont datés de -6400 ans. En fait, une large bande de remaniement devait se juxtaposer à des nappes d'eau calme qui vont subir un colmatage organique (Pautou et al., 1992 ; Pautou, 1996, 1997).

Fonctionnement du Rhône avant les premiers aménagements

Un remblaiement alluvial particulièrement actif de l'époque romaine jusqu'au Moyen-âge s'est traduit par une entrée massive de limons. Une couche de 3 mètres d'épaisseur a fossilisé la tourbière sur les bords ; elle s'amenuise au fur et à mesure que l'on s'éloigne du chenal. La plaine d'inondation était régulièrement rajeunie par les crues ; les surfaces détruites par l'érosion étaient compensées par les surfaces créées par charriage et par sédimentation. La plaine d'inondation était un système à très forte productivité primaire dont le rôle était de fournir la matière organique qui sert pour l'alimentation du bétail, la litière et l'engrais vert ou pour le chauffage. Les forêts de bois durs utilisées devenaient rares.

Dans la section du Rhône comprise entre Culoz et Groslée, en l'an 1400, il ne restait plus que quatre ilots forestiers ; les cultures de blé étaient effectuées sur les paliers les plus hauts, les cultures maraichères sur les terrains délaissés par les crues. Les marais fournissaient la « blache », les îles étaient utilisées pour faire pâturer le bétail. Les flux d'entrée (limons) équilibraient les flux de sortie. L'hydrosystème était un espace ouvert fréquenté par l'homme mais soumis toujours aux caprices du fleuve. Le tapis végétal était représenté par des sous-systèmes herbacés.

Avant les aménagements qui ont contraint et modifié le régime hydrique, les eaux, accélérées par la pente du lit, possédaient ainsi un pouvoir érosif considérable lors des crues. Ces dernières redessinaient localement le cours du fleuve, déplaçant latéralement le chenal, ouvrant un bras secondaire, recoupant un méandre, effaçant un banc de gravier pour le placer ailleurs… Les crues maintenaient ainsi dans la plaine alluviale toute une mosaïque de milieux divers : chenal principal, bras secondaires, bras morts, anciens méandres, îles, bancs de graviers, marais, forêt alluviale, etc.

Cette grande diversité d'habitats abritait un grand nombre d'organismes : l'axe fluvial pour les espèces capables de résister au courant ; les bras latéraux, au courant ralenti, favorables au développement des jeunes alevins ; les bras morts dont l'eau pure est recherchée par les espèces les plus exigeantes ; les bancs de graviers colonisés par une végétation pionnière éphémère éliminée par la crue ; les anciens méandres pour les espèces d'eau stagnante ; marais et forêts alluviales pour les espèces terrestres liées à l'eau.

Cette dynamique fluviale entretenait un écosystème complexe, donc résistant. La diversité des formes associée à une biodiversité élevée représentait la vraie valeur patrimoniale du Rhône naturel. La puissance des crues et la largeur de la plaine alluviale constituaient un système naturel de régulation de la ressource en eau (recharge des nappes lors des crues) (Bravard et al., 2010).

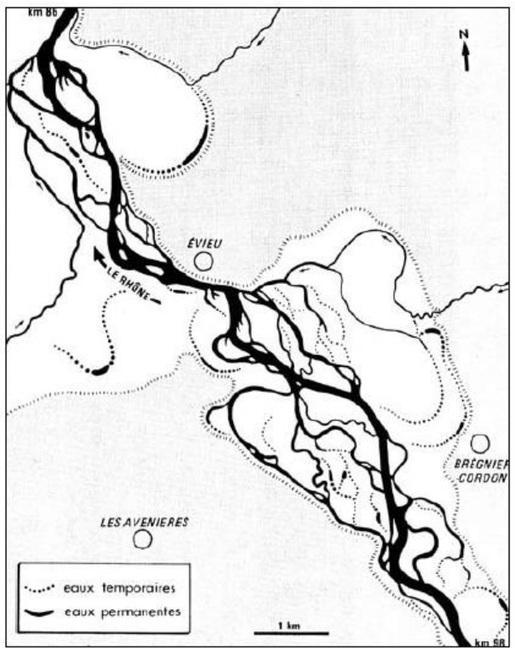


Figure 1 : La plaine alluviale hautement diversifiée du Rhône dans le secteur de Brégnier-Cordon avant la construction du barrage. En pointillé, les anciens bras en cours de colmatage. En haut, l'ancien méandre du Saugey (Laboratoire des hydrosytèmes fluviaux, UCBL - Bravard, 2010).

Le contact entre le milieu terrestre et le milieu aquatique se faisait selon une zone de transition progressive, avec des berges en pente douce, faible courant au niveau des berges, etc. favorisant la biodiversité liée à cette zone d'interface entre les deux milieux. Les lônes et marais étaient connectés au fleuve par la dynamique alluviale (inondations, variations de la nappe…).

Plusieurs études ont eu lieu avant les aménagements de la CNR, telles que celles de l'équipe de G. Pautou (Pautou & al, 1976).

2.3 Rappel des principaux facteurs d'évolution et aménagements

A partir du Moyen-Age et surtout à partir du 18ème siècle, les aménagements du fleuve se sont enchainés : ouvrages de franchissement (ponts), endiguements pour la protection contre les inondations (digues paysannes), aménagement du lit mineur pour améliorer la navigabilité du fleuve entre la Méditerranée et Lyon (aménagements Girardon), puis extractions et aménagements hydroélectriques et de navigation du 20ème siècle.

Le détail de ces aménagements de l'espace alluvial a été développé dans le rapport de Mission 2. Les principales phases sont rappelées ci-après :

- Ouvrages de franchissement : des bacs à traille puis de nombreux ponts ont été érigés, principalement dans les grandes villes. Ils étaient régulièrement emportés par les crues du fleuve, puis reconstruits ;
- Aménagements à vocation agricole : l'endiguement de la Camargue commencé au 13ème siècle et création d'une « digue de la mer » (1869) coupant les échanges mer/lagune, afin de rendre les marais cultivables. Le Rhône est utilisé pour l'approvisionnement en eau et l'irrigation ;
- Aménagement et drainage des marais, dès le 15ème et 16ème siècle, qui occupaient les dépressions issues du surcreusement glaciaire (Chautagne, Lavours) ou situés en arrière des bourrelets alluviaux (bas Rhône) ;
- Protection contre les inondations : suite aux crues de 1840, 1856 et 1865, de nombreuses digues ont été créées. Elles étaient également utilisées comme axe de déplacement terrestre, où s'y sont ensuite développées les lignes de chemin de fer, routes nationales, etc. ;
- Amélioration de la navigabilité : les premiers grands travaux d'endiguement ont provoqué une chenalisation du lit, notamment à l'aval de Lyon avec le système des « casiers Girardon » ;

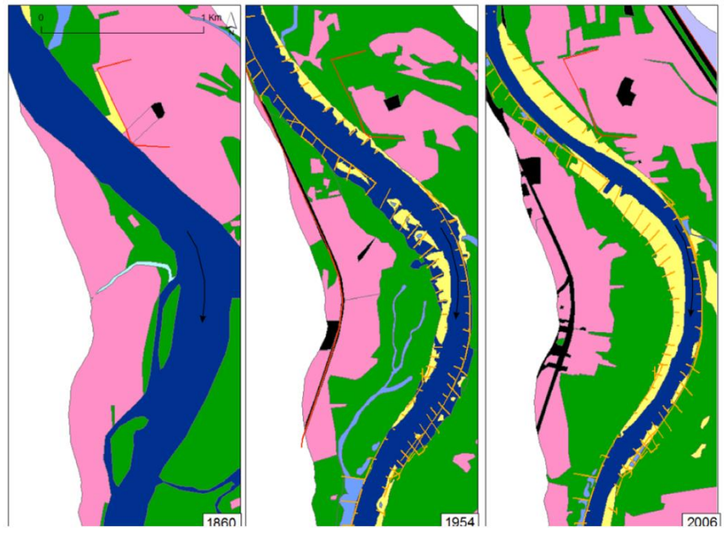


Figure 2 : La plaine alluviale de Péage de Roussillon en 1860, en 1954 après les travaux d'endiguement, et en 2006, après la construction du barrage (Gaydou, 2013).

- Aménagements hydroélectriques : les premiers aménagements à but énergétique ont débuté en 1871, sur le site des Pertes du Rhône, à Bellegarde, puis se sont poursuivis jusqu'en 1986, avec un total de 19 ouvrages créés sur l'ensemble du cours français du Rhône (Bravard, 2010). Le fleuve est également utilisé pour le refroidissement d'une centrale thermique et de 4 centrales nucléaires ;
- Extraction de granulats : le Rhône et son lit mineur ont longtemps été exploités comme ressources en granulats en particulier en aval de la confluence de l'Ain et sur tout le Rhône aval (ACTHYS, 2017). Par ailleurs, de nombreuses gravières ont été exploitées en lit majeur pour lesquelles une approche globale a pu être menée (cf. Mission 2).

2.4 Fonctionnement actuel, après les aménagements

L'organisation spatiale du Rhône avant les aménagements était conditionnée par des facteurs naturels complexes, notamment la géomorphologie. Suite aux aménagements, l'organisation spatiale a été modifiée et simplifiée par les aménagements anthropiques, selon des secteurs compartimentés, avec configurations moins diversifiées et homogènes.

La simplification des flux au sein de l'hydrosystème a modifié la diversité et l'intensité des connexions. L'ensemble des milieux annexes que le fleuve non aménagé savait créer, disparaissent. L'écosystème est aujourd'hui simplifié, il a perdu sa complexité et sa résistance et subit les pollutions engendrées par l'aménagement intensif de sa plaine alluviale. Plusieurs études comparatives ont pu être réalisées avant aménagement et après aménagement du fleuve (Pautou, 1988, 1996, 1997).



Figure 3 : La plaine alluviale de Chautagne : changement de style fluvial entre un style en tresse en 1961 (gauche) à un chenal quasi-unique méandriforme en 2015 (droite)

2.4.1 L'hydrosystème après les endiguements du 19ème siècle

La mise en place des aménagements Girardon au 19ème siècle a modifié la circulation des eaux de surface, la dynamique des flux de matière et les modalités de dissipation de l'énergie cinétique. Parmi les nombreuses modifications, on peut citer l'enfoncement de la ligne d'eau qui s'est accompagnée d'un enfoncement de la nappe phréatique, la sédimentation dans le chenal endigué, la diminution des jours de submersion dans les marais périphériques, la coalescence des îles par formation de chenaux profonds en périphérie et colmatage des bras de tressage (Pautou, 1996).

L'enfoncement du fleuve a peu à peu entrainé le contact direct entre le fleuve toujours plus profond et rapide d'une part et le milieu terrestre d'autre part, toujours plus surélevé et peu accessible aux crues. Les épisodes de régénération des stades pionniers de végétation (prairies, pelouses) par les crues sont devenus moins fréquents, favorisant le développement des stades forestiers. Au niveau des tronçons court-circuités, la diminution du débit naturel au débit réservé a entrainé l'apparition de bancs de galets et limité leur submersion, ce qui a entraîné une colonisation végétale rapide (notamment par des espèces exotiques).

2.4.2 L'hydrosystème après les extractions

Les extractions de granulats ont généralement été initiées avant la mise en place des aménagements hydroélectriques et de navigation (traversée de Lyon, Chautagne, etc.), puis ont été concomitantes de ces aménagements (Jons-Cusset, Vaugris, St-Vallier, …, Vallabrègues, Palier d'Arles) ainsi que de l'aménagement des plateformes de Centre Nucléaire de Production Electrique (CNPE).

Les extractions ont localement amplifié les conséquences des aménagements Girardon en créant des fosses profondes ponctuelles sans impact sur les lignes d'eau ou a contrario visant à abaisser les lignes d'eau sous les chutes hydroélectriques pour en améliorer la production (dragages énergétiques). Les effets sur le milieu aquatique ont été la poursuite de l'incision du lit lorsque le pavage était déstabilisé par les extractions, et une banalisation des habitats, en même temps qu'une progression de la déconnexion des berges.

2.4.3 L'hydrosystème après aménagement des barrages

La dernière période d'aménagement a entrainé la création de barrages au fil de l'eau avec canaux de dérivation, isolant des tronçons du fleuve court-circuités appelés « Vieux Rhône ».

Les modifications consécutives ont été notamment les suivantes : débit réservé inférieur à 100 m³/s, diminution des entrées d'eau et de matériaux solides, enfoncement de la nappe alluviale au tour du Vieux Rhône, mise hors-inondation des paliers ou terrasses les plus hauts, diminution du champ d'inondation (ce qui peut expliquer en partie un passage rapide et brutal des ondes de débordement dans certaines parties de la plaine d'inondation).

Les ouvrages mis en place diminuent les effets des processus allogéniques dans le chenal court-circuité à l'exception des paliers inferieurs soumis encore à des remaniements lorsque des lâchers ou crues interviennent. En période de forte crue, les eaux sont rejetées dans le lit ordinaire ; il y a donc, pendant quelques jours, récurrence du fonctionnement ancien sans toutefois que les flux solides amont soient totalement rétablis.

De nouveaux types de sous-systèmes se mettent en place également tels que le montrent les études réalisées 10 ans après la mise en service du barrage de Chautagne (cf. Figure 4 et Figure 5).

Globalement, les interventions humaines cumulées augmentent ainsi les discontinuités, interrompent les gradients et créent des ruptures qui sont à l'origine de sous-systèmes très éloignés par leur structure et le fonctionnement des sous-systèmes alluviaux issus d'un passage régulier des crues.

Une des conséquences majeures de la construction d'ouvrages est la mise hors-inondation définitive des paliers ou terrasses les plus hauts. La stabilisation des dépôts, l'arrêt d'une recharge régulière en carbonates, les modifications de l'humus conduisent à accélérer l'évolution pédogénétique. Cette évolution va être à l'origine d'une différenciation des horizons avec l'apparition de discontinuités verticales. Elle est cependant très lente (Pautou, 1996), et souvent peu réversible (cf. Figure 6).

La régulation des circulations d'eau par les ouvrages hydro-électriques et la création de retenues ont engendré une modification des faciès d'écoulement entre les secteurs directement sous l'influence des aménagements (*e.g.* chenal lentique à l'amont des barrages), et les secteurs qui ont conservé des écoulements plus naturels, même si largement sous l'influence hydrologique de ces aménagements (cas des RCC en débit réservé) (cf. Figure 4).

Au-delà du lit mineur, les perturbations ont porté sur les milieux humides associés au Rhône, tantôt asséchant des lônes et marais à l'aval des ouvrages, tantôt faisant remonter le niveau de la nappe à l'amont des ouvrages. Ces milieux perturbés, autrefois trop humides, ou trop secs, sont alors utilisés comme terres arables. La céréaliculture et la populiculture s'y développent au détriment des milieux naturels (Michelot, 1989).

Le ralentissement du courant dans les retenues s'est traduit par une modification de la qualité de l'eau, une sédimentation accrue des limons et des sables, accompagnées par une modification profonde des populations animales (poissons et invertébrés), aujourd'hui dominées par des espèces communes. Le cloisonnement du cours a multiplié les obstacles à la circulation des poissons ; les grands migrateurs disparaissent progressivement comme l'Alose et l'Anguille. La suppression quasi-totale des connexions transversales par les endiguements réduit les flux au sein de la plaine alluviale et les connexions avec les affluents. La simplification des flux hydriques au sein de l'hydrosystème modifie la diversité et l'intensité des connexions verticales (Bravard et al., 2010). On observe notamment cette accumulation de dépôts au niveau des retenues et des confluences (Arve, Fier, Drôme, Isère).

Avant aménagement	Actuellement	Évolution probable
Lône avec dépôts grossiers, saussaie à Salix eleagnos et Salix daphnoïdes	Forte mortalité de Salix daphnoïdes ; invasion par Solidago, Urtica, Impatiens	Peupleraie à Populus nigra et Salix eleagnos
Replat en bordure des lônes : saussaie à Saules divers (S. eleagnos, S. purpurea, S. alba)	La proximité de l'eau permet une régénération des saules	Evolution vers une Aulnaie à Alnus incana et Salix eleagnos
Replat plux élevé sur sables : peupleraie à Populus nigra et Salix eleagnos	Mortalité de Salix et Populus ; Solidago, Rubus, Impatiens dominent	Erablaie à Acer negundo, Fraxinus excelsior et Polygonum sachalinene
Dépôts graveleux épais à Populus nigra, Salix eleagnos, Quercus pubescens	Forte mortalité de Populus, mais régénération fréquente	Peupleraie à Populus nigra, Robinia pseudacacia, Quercus pubescens, Pinus sylvestris
Dépôts limono-sableux : Frênaie à Tilia, Quercus robur et Quercus pubescens	Régénération massive de Fraxinus, Tilia	Frênaie à Carpinus betulus, Quercus robur et Quercus pubescens
Palier supérieur : Frênaie à Acer platanoïdes et Corylus avellana	Solidago abondant : installation des espèces de la Charmaie	Charmaie à Acer platanoïdes

Les différents sous-systèmes implantés dans le tronçon amont des îles de la Malourdie. Impact du barrage de Chautagne sur la végétation.

La section du fleuve, en amont du lac du Bourget (entre le confluent du Fier et Culoz), illustre de façon très claire la distribution des sous-systèmes suivant la composante longitudinale.

La section présente les caractéristiques suivantes : longueur 10km, largeur 3 km, pente 1 m/km, étiage conventionnel 160-165 m³/s, débit semi-permanent 350-380 m³/s, crue décennale 2 350 m³/s, crue centennale 3 250 m³/s, avant la mise en service du barrage (Pautou, 1996).

Figure 4 : Exemple de nouveaux sous-systèmes (suites de communautés végétales) engendrées par la construction du barrage de Chautagne.

Figure 5 : Modifications provoquées par les endiguements du 19ème siècle et l'aménagement hydroélectrique du 20ème

Tableau XI - Modifications provoquées par les endiguements du XIXème siècle et l'aménagement hydroélectrique du XXème siècle

1 - Raréfaction des populations de bois tendres (*Salix alba, Salix viminalis, Alnus incana*).
2 - Progression de populations de bois tendres à large amplitude écologique (*Populus nigra, Populus alba, Salix eleagnos*).
3 - Progression des populations de bois durs mésophiles (*Fraxinus excelsior, Acer pseudoplatanus, Acer platanoides, Acer negundo, Carpinus betulus, Tilia sylvestris, Tilia platiphyllos, Robinia pseudacacia*, etc).
4 - Progression de populations monopolistes (*Acer negundo, Buddleia variabilis, Sambucus ebulus, Ailanthus glandulosa, Amorpha fruticosa, Phragmites australis, Cladium mariscus, Phalaris arundinacea, Solidago gigantea, Allium ursinum, Aegopodium podagraria, Filipendula ulmaria, Impatiens glanduliflora, Equisetum hyemale*).
5 - Progression des populations de nitratophiles par entrée de nutriments et accumulation de matière organique (*Urtica dioïca, Rubus fruticosus, Humulus lupulus, Solidago gigantea, Polygonum sachalinense, Polygonum cuspidatum, Convolvulus sepium, Galeja officinalis*).

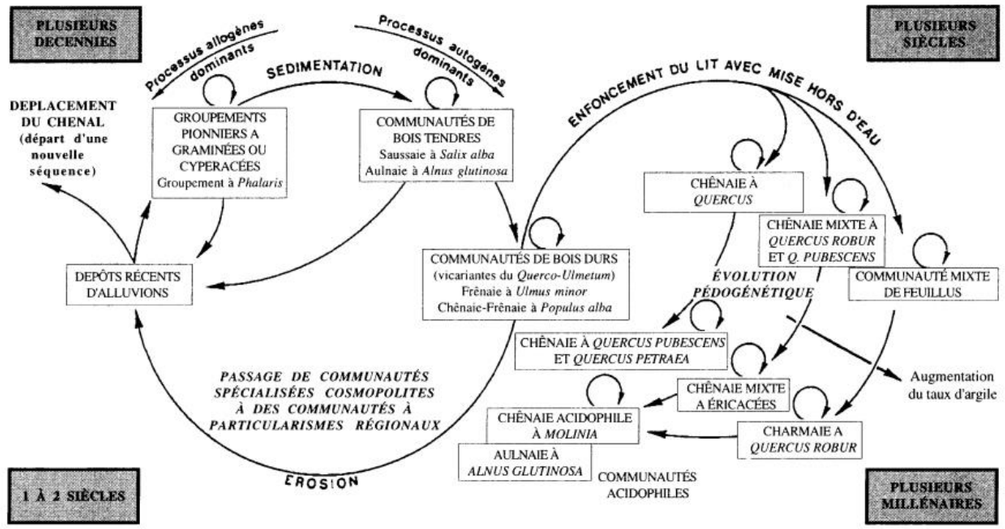


Fig. 14 - Les évolutions réversibles et irréversibles dans les éco-complexes fluviaux (Pautou G. *et al.* 1992)

Figure 6 : Les évolutions réversibles et irréversibles dans les éco-complexes fluviaux (Pautou et al. 1992)

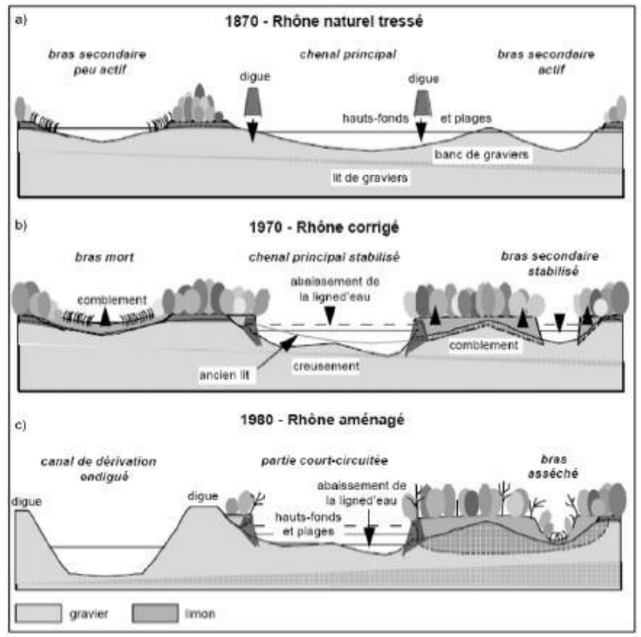


Figure 7 : Changement du profil transversal du Rhône à la suite des différents travaux de rectification de son cours

a) profil avant les endiguements, b) profil un siècle après les premiers endiguements Girardon ; c) profil après l'aménagement CNR (Persat et al ., 1995 dans Fruget, 2003)



Figure 8 : Faciès lotique de type radier (haut ; RCC de Pierre Bénite) et faciès lentique de type chenal lentique (bas ; retenue de Péage de Roussillon)

2.4.4 Linéaires aménagés : apparition de nouveaux milieux

A la fin des années 1980, la quasi-totalité du linéaire du Rhône a été aménagée. Les travaux les plus visibles et les plus prégnants sont ceux du 20ème siècle. Ils ont conduit à l'existence d'un Rhône différent. Des milieux neufs, transformés ou entièrement artificiels ont remplacé des milieux naturels, terrestres et aquatiques (Bravard et al., 2010). Les milieux ainsi créés ne sont toutefois pas dénués d'intérêt écologique.

Sur le plan réglementaire, de nombreux espaces protégés occupent tout ou partie de ces milieux (réserves de chasse et de faune sauvage de Donzère-Mondragon et de Printegarde, arrêté de biotope de Chautagne-Malourdie, réserve naturelle de la Platière), sans compter l'inscription d'une importante partie du Rhône aménagé au réseau Natura 2000 (Bravard et al., 2010).

Trois types de nouveaux milieux terrestres présentent des linéaires significatifs à l'échelle du Rhône :

- Les retenues et canaux de dérivation,
- Les digues,
- Les contre-canaux.

• Les retenues et canaux de dérivation

Les retenues constituent un lieu d'élargissement du fleuve et de ralentissement du courant. Les plans d'eau ainsi créés présentent des caractéristiques nouvelles pour la vallée : le blocage des sédiments entraine le développement de franges végétalisées, de roselières (Michelot, 1989).

Les plans d'eau constitués par les secteurs calmes des retenues et des canaux ont une vocation ornithologique marquée avec la présence de dortoirs et de zones d'hivernage pour de nombreuses espèces (nombreux anatidés, grèbes, foulques, cormorans, laridés, etc.). Les retenues créent de nouveaux grands plans d'eau, alors que la Camargue était le seul grand site d'hivernage et de migration pour les oiseaux d'eau. On assiste à des remontées d'espèces marines, jusqu'alors jamais observées (plongeons, macreuses, etc.) (Michelot, 1989).

Certains casiers Girardon, notamment dans le secteur d'Arles en amont de la diffluence Grand Rhône / Petit Rhône, n'ont pas été efficaces dans leur rôle de comblement par sédimentation. Ainsi, cela a créé un chenal secondaire qui est resté actif et offre une zone actuellement riche en termes de biodiversité (Le Guern, 2015 ; Michelot, 1983).

Les roselières à phragmites qui s'installent dans ces milieux calmes attirent les oiseaux d'eau, comme le Héron pourpré ou des petits passereaux paludicoles (rousserolles effarvate et turdoïde). Ces milieux aménagés sont d'autant plus intéressants qu'ils font partie de grands ensembles ornithologiques pré-existants, comme celui du Haut Rhône et du lac du Bourget.

Les herbiers aquatiques occupent les franges rivulaires du Rhône aménagé ou colonisent les hauts fonds ; ils offrent des zones favorables au développement de nombreux cyprinidés d'eau calme, comme la carpe ou le gardon ; ils sont complémentaires de zones plus courantes où se sont réfugiées des espèces plus exigeantes, comme le Barbeau ou l'Ombre (Bravard et al., le Rhône en 100 questions, 2010).

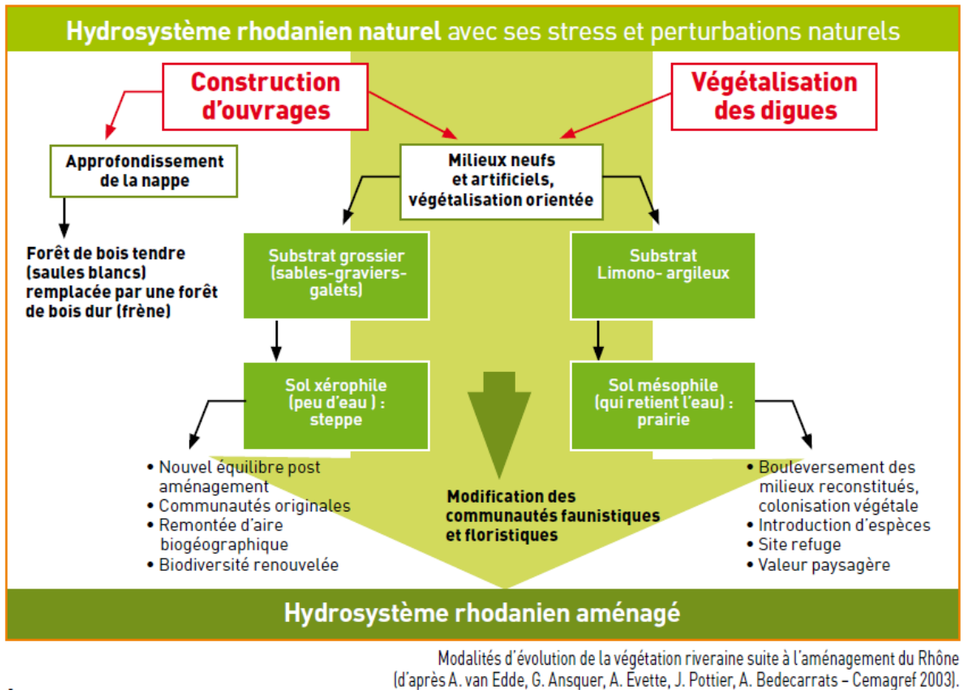
• Les digues

La création de ces espaces insubmersibles, constitué d'un sol de nature filtrante et graveleuse explique la colonisation par des plantes à caractère xérophile, souvent très étrangères au cortège des formations alluviales (Michelot, 1989). Sur près de 400 km, les digues permettent l'installation de milieux terrestres originaux du fait de leur composition en graviers-limons et de la gestion qui y est menée. Du point de vue floristique, les milieux ouverts (pelouse, steppe) constituent les formations les plus représentées et parfois les plus diversifiées grâce au mélange constitué par les espèces autochtones et celles implantées par semis lors des travaux d'aménagement et d'entretien.

Dans les milieux aquatiques, la richesse spécifique peut être importante, comme à la réserve de chasse et de faune sauvage de Donzère où, sur plus de cent soixante espèces d'oiseaux recensées, les deux tiers sont protégés sur le territoire national. Ces linéaires assurent également un rôle de corridor biologique (Bravard et al., le Rhône en 100 questions, 2010).

- **Les contre-canaux**

Les contre-canaux constituent la partie aquatique des digues du Rhône sur un linéaire de plus de 300 km. Ils peuvent être assimilés à des annexes hydroécologiques du cours principal. D'un point de vue hydrobiologique, ils forment des milieux spécifiques, notamment quand leur mode d'alimentation est d'origine phréatique. Ils constituent de nouveaux milieux d'eau claire, stagnante, froide et pauvre en matière organique, et se rapprochent de certaines lônes par leur composition biologique. Ils forment alors des réservoirs d'espèces singulières, qu'elles soient végétales (callitriches, potamots,) ou animales, comme les libellules, avec des espèces rares comme l'Agrion de mercure. Ils ont permis le maintien des populations de Castor, localement de Loutre, les hérons viennent s'y alimenter, certains oiseaux d'eau y nichent (canards, poules d'eau, rousserolles…) (Michelot, 1989).



Modalités d'évolution de la végétation riveraine suite à l'aménagement du Rhône (d'après A. van Edde, G. Ansquer, A. Evette, J. Pottier, A. Bedecarrats – Cemagref 2003).

Figure 9 : Modalités d'évolution, de la végétation riveraine suite à l'aménagement du Rhône (Bravard et al., 2010).

2.4.5 Effet des aménagements sur les milieux naturels

Pour résumer, on peut lister les principaux effets du cumul des aménagements sur les milieux naturels :

- Le compartimentage du linéaire du Rhône selon les aménagements hydroélectriques, avec un profil en long en escaliers, et des seuils de stabilisation du profil en long dans certains Vieux Rhône ;
- La concentration du débit dans un chenal unique : par le système des casiers Girardon, constitué de digues submersibles et d'épis transversaux, les flux se concentrent dans un lit unique, qui peu à peu s'est incisé et se retrouve aujourd'hui souvent pavé. Les digues entrainent un ralentissement des écoulements au sein des casiers, où la sédimentation s'accroît au fur et à mesure que la végétation s'installe (Le Guern, 2015 ; Corenblit, 2020).
- L'accumulation des sédiments dans les zones protégées par les digues, soit dans les systèmes Girardon apparents des Vieux Rhône, soit dans les retenues en amont des barrages ;
- La perte du caractère inondable et de la fréquence d'inondation des terres riveraines : création des digues, incision du lit mineur ;
- La perte de la dynamique de régénération des écosystèmes, à deux échelles :
  - Au niveau des retenues : par effet retenue et diminution de la puissance érosive et par impossibilité d'érosion latérale au niveau des endiguements de retenue ;
  - Au niveau des Vieux Rhône : diminution des possibilités d'érosion latérale du fait des aménagements Girardon, diminution de l'hydrologie morphogène, diminution des entrées sédimentaires et fixation du lit du fait du pavage de la granulométrie ; ;
- L'enfoncement de la nappe phréatique, en particulier le long des Vieux Rhône ;
- L'endiguement des affluents confluant en zone de retenue : élévation du niveau d'eau, perte de courant et de capacité de transport solide, discontinuité des sédiments ;
- L'augmentation des surfaces en eau au niveau des retenues au détriment de milieux naturels de transition : perte de diversité ;
- L'effet coupure : perte de la connexion sédimentaire et biologique entre le fleuve et ses affluents et la mer, avec un fort impact sur les poissons migrateurs ;
- La suppression des milieux pionniers (bancs de galets) : limitation des remontées d'espèces méridionales ou liées à ces milieux annexes (guêpiers, hirondelles de rivage) ;
- Le développement de la ripisylve et des EEE associées (Erable negundo, Impatience de l'Himalaya, Renouées du Japon) ;
- Une tendance au réchauffement des eaux (effets des retenues, faibles profondeurs d'eau dans les RCC, différents rejets dont CNPE, etc.) ;
- L'homogénéisation des paysages de la vallée ;
- La création de nouveaux milieux : plans d'eau de retenues, digues insubmersibles, contre-canaux, lône localisée sur l'ancien lit du Rhône, anciennes gravières, alimentés par les eaux de percolation à travers la digue, le drainage, des connexions avec des lônes et la nappe phréatique ;
- L'augmentation du niveau de l'eau à l'amont du barrage : changement de diversité, parfois reconnexion d'anciens bras ;

Les aménagements du Rhône ont un effet additif dans la mesure où leurs conséquences sur l'hydrosystème vont dans le même sens : stabilisation des dépôts alluviaux, mise hors inondation, augmentation du volume de sol soumis à l'aérobiose. Ils visent donc à créer une discontinuité entre le chenal endigué et la plaine d'inondation d'une part, entre les eaux de surface, la nappe aquifère, d'autre part. Un des problèmes très préoccupant cité par Pautou en 1996 est l'incision des lits d'inondation, conséquence de la construction de retenues en tête de bassin versant et d'un prélèvement exorbitant de matériaux.

L'évolution se fait dans le sens d'une diminution des contraintes liées aux excès d'eau ainsi que des surfaces occupées par les sous-systèmes spécifiques représentés par les forêts de bois tendres. Elle conduit à privilégier les sous-systèmes fixes, structurés par des végétaux de grande taille et dont les individus ont une longévité élevée et des sous-systèmes dont la composition est intermédiaire entre la forêt de bois durs alluviale et la forêt mésophile collinéenne.

La biodiversité change de nature et perd de sa spécificité. Les espèces hygrophiles et mésohygrophiles composant le noyau dur se raréfient ; en revanche, les espèces mésophiles, voire mésoxérophiles, augmentent (Pautou, 1996).

Les phénomènes de stockage des eaux et l'incision accélèrent la végétalisation des îles. L'évolution se fait dans le sens d'une diminution des rétroactions négatives. Elle se traduit par une modification des rapports entre surfaces instables et surfaces stables, surfaces soumises à l'anoxie et surfaces ou l'aérobiose prédomine et par des dysfonctionnements au niveau des cycles biogéochimiques (du carbone, de l'azote et de l'oxygène). L'évolution favorise l'appropriation de l'espace alluvial par quelques espèces monopolistes à démographie explosive (Pautou, 1996).

Les principaux effets des aménagements successifs de l'hydrosystème Rhône sont illustrés pour les effets plutôt négatifs sur la Figure 10 et pour les effets plutôt positifs sur la Figure 11.

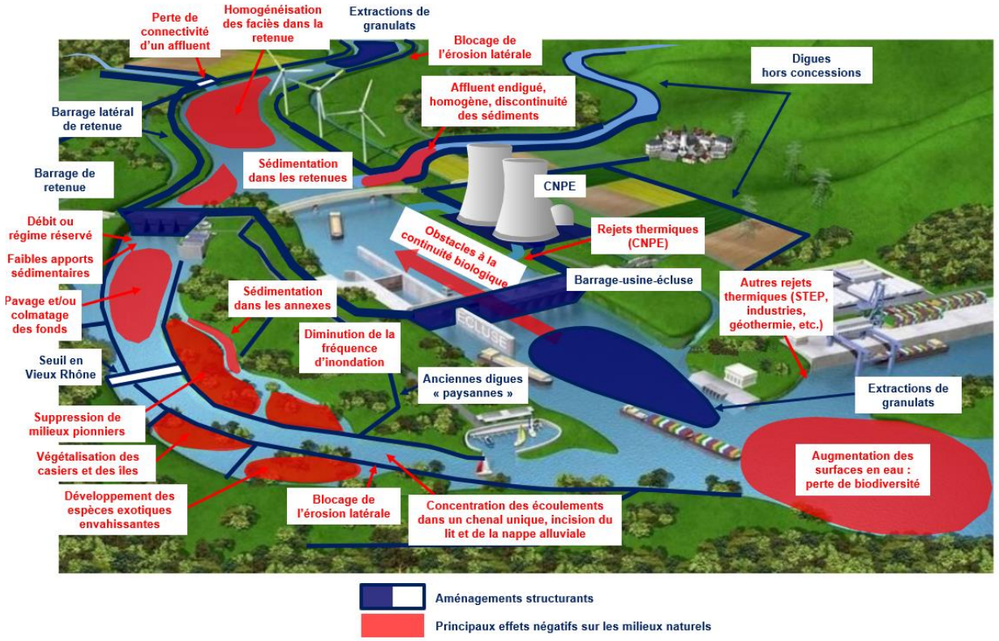


Figure 10 : Synthèse schématique des principaux effets négatifs des aménagements successifs de l'hydrosystème Rhône

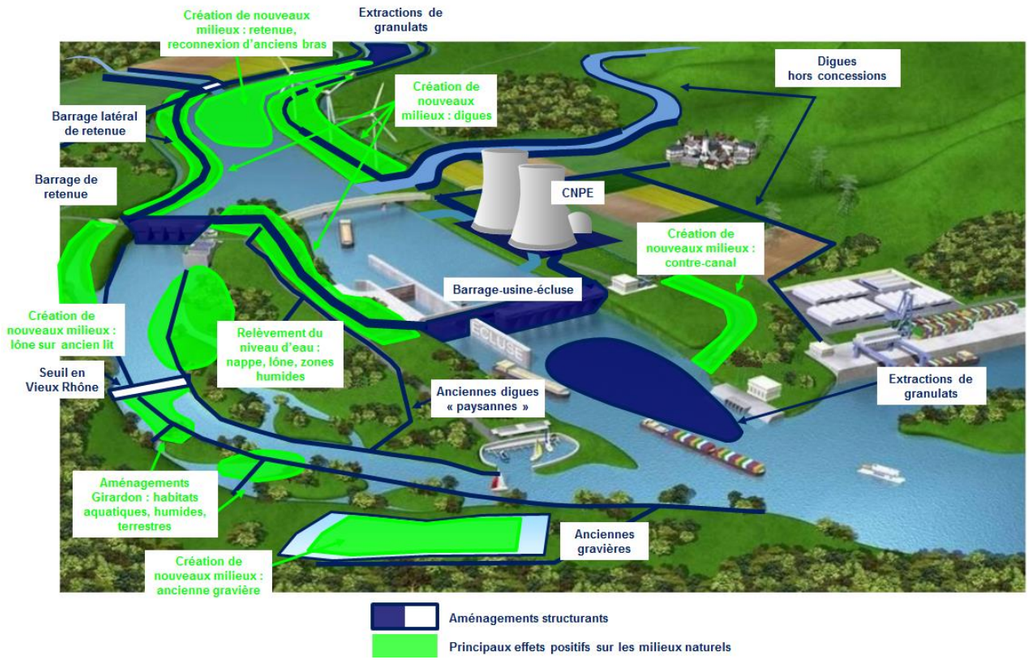


Figure 11 : Synthèse schématique des principaux effets positifs des aménagements successifs de l'hydrosystème Rhône

3 Périmètres d'inventaire et de protection

La valeur écologique des sites naturels rhodaniens est reconnue par de nombreux inventaires de protection ou du patrimoine naturel.

L'intérêt spécifique de ces milieux est généralement lié à la présence d'espèces rares, d'espèces en limite d'aire de répartition, d'effectifs remarquables en période de migration ou d'hivernage… Mais plus généralement, les sites retenus dans ces inventaires mettent en valeur des écosystèmes originaux et interconnectés, liés au paysage rhodanien : forêts alluviales, anciens bras, lônes, marais.

Cette partie dresse l'inventaire des différents périmètres connus à ce jour dans l'aire d'étude, à savoir dans l'emprise totale des UHC définies en Mission 1 (superficie totale de 314 120 ha) :

- Périmètres de protection règlementaire :
  - Réserves de Biosphère,
  - Réserves Naturelles Nationales,
  - Réserves Naturelles Régionales ,
  - Arrêtés de protection de biotope ,
  - Zones humides protégées par la convention de Ramsar ;
- Périmètres de protection contractuelle :
  - Parcs naturels régionaux,
  - Réseau Natura 2000,
  - Sites du Conservatoire du Littoral ;
- Périmètres d'inventaires :
  - Inventaire ZNIEFF,
  - Inventaire des zones humides,
- Synthèse des périmètres de protection et d'inventaire ;
- Réservoirs biologiques ;
- Continuité biologique :
  - Classement de cours d'eau,
  - Ouvrages prioritaires,
  - Plan de gestion des poissons migrateurs (PLAGEPOMI).

3.1 Périmètres de protection règlementaire

3.1.1 Réserves de Biosphère

- **Présentation générale**

La réserve de biosphère (RB) est une reconnaissance par l'UNESCO de régions modèles conciliant la conservation de la biodiversité et le développement durable, avec l'appui de la recherche, de l'éducation et de la sensibilisation, dans le cadre du programme sur l'Homme et la biosphère (programme MAB pour « Man and Biosphere »).

Les sites reconnus en tant que Réserve de biosphère obéissent à des critères communs définis dans un cadre statutaire de leur Réseau mondial formellement approuvés par la Conférence générale de l'UNESCO de mars 1995, à la suite d'une importante conférence à Séville. Ils restent placés sous la juridiction souveraine des États où ils sont situés, et partagent leurs idées et expériences aux niveaux régional, national, et international au sein du Réseau mondial des réserves de biosphère.

Les réserves de biosphère sont structurées suivant trois types de zones : une (ou des) « aire(s) centrale(s) » qui doit(vent) faire l'objet d'une réglementation à long terme en matière de protection de la nature, une « zone tampon » qui vise à renforcer la protection des aires centrales, et une « aire de transition » plus large. L'ensemble de la réserve de biosphère doit être doté d'une politique de gestion concourant aux Objectifs de développement durable.[1]

La France compte 14 réserves de Biosphère reconnues par l'Unesco.

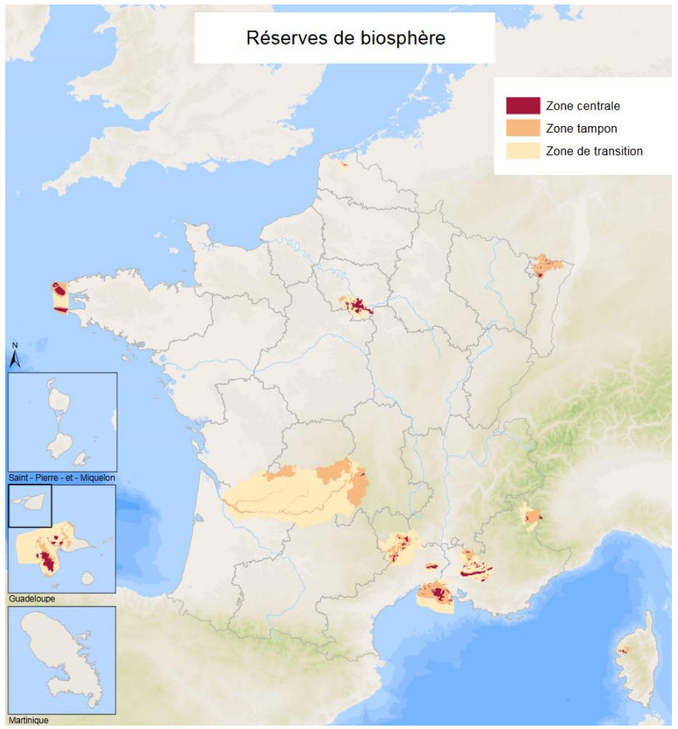


Figure 12 : Réserves de biosphère en France métropolitaine (source : INPN)

- **A l'échelle du Rhône**

L'axe Rhône est concerné par une seule réserve de biosphère, celle de Camargue (Delta du Rhône).

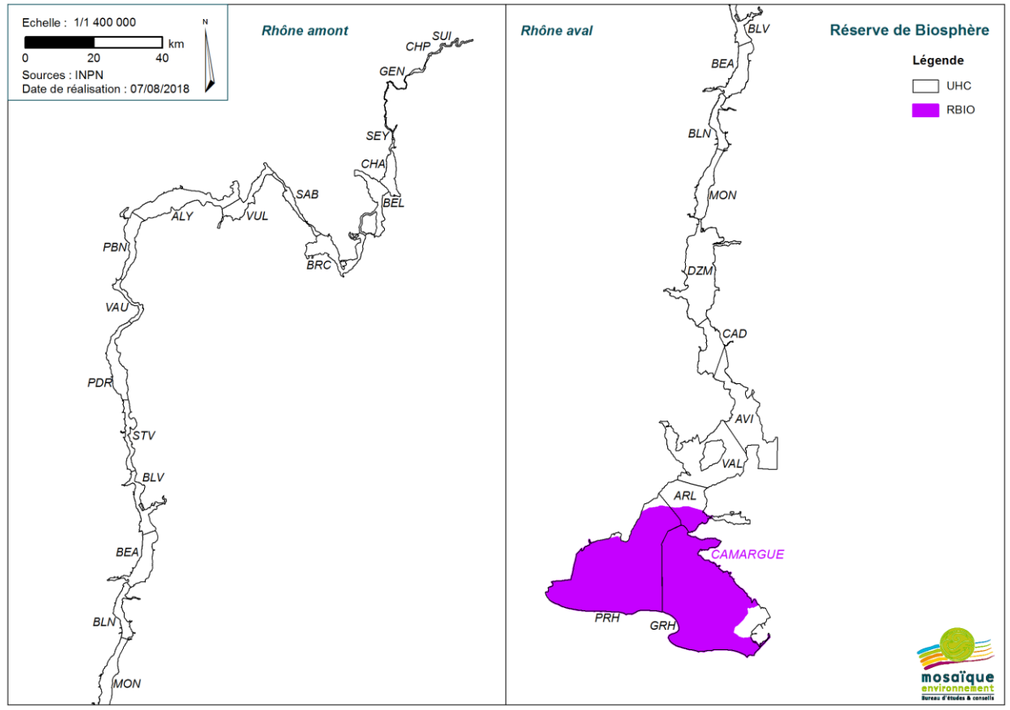
Entre le fleuve Rhône et la mer Méditerranée, la Réserve de biosphère de Camargue couvre l'ensemble du delta biogéographique du Rhône, depuis sa révision effectuée en 2006 (première reconnaissance de la réserve en 1977). Zone naturelle immense, elle se situe entre deux régions très densément peuplées aux portes des agglomérations de Montpellier, Nîmes, Arles et Marseille et du site industriel de Fos-sur-Mer.

Paysage essentiellement horizontal, la Camargue présente pourtant de nombreux bombements sources de diversité : bourrelets alluviaux des bras anciens et actuels du Rhône et cordons dunaires élaborés par les courants marins et les rivages historiques de la Méditerranée. Entre ces replis encore en partie boisés, dans les dépressions, se répartissent des terres basses occupées par les lagunes bordées de steppes salées, les marais à roselières en partie exploités pour la coupe du roseau et les étangs - dont le plus grand, le Vaccarès, occupe 6 500 hectares. La teneur en sel du sol et des eaux, les fortes variations des conditions d'inondations et les caprices du climat méditerranéen conditionnent la richesse biologique du delta du Rhône.

Les paysages agricoles de la Camargue sont composés de prairies humides et sansouïres dédiées à l'élevage des taureaux et chevaux, d'anciens marais convertis en rizières, de lagunes aménagées pour l'exploitation du sel et de cultures maraichères et viticulture sur les cordons dunaires. Le maillage hydraulique nécessaire à cette agriculture est omniprésent. Il conditionne la gestion de ces zones agricoles et de manière indirecte celle des milieux naturels adjacents.[2]

Les structures coordinatrices sont le PNR de Camargue et le Syndicat Mixte pour la protection et la gestion de la Camargue Gardoise. En termes de surface, la zone centrale couvre 24 792 ha, la zone tampon 136 992 ha et la zone de transition 31 393 ha, soit une superficie totale de 193 177 ha (dont environ 34 000 ha en milieu marin).

La zone d'étude est concernée par la réserve de biosphère de Camargue à hauteur de 139 302 ha, soit 44,3 % de la zone d'étude.



Carte 1 : Réserve de biosphère sur la zone d'étude

[1] https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9serve_de_biosph%C3%A8re

[2] https://www.mab-france.org/fr/biosphere/reserve-de-biosphere-de-camargue-delta-du-rhone/83/122/#presentation

3.1.2 Réserves Naturelles Nationales

• Présentation générale

Une réserve naturelle nationale est un outil de protection à long terme d'espaces, d'espèces et d'objets géologiques rares ou caractéristiques, ainsi que de milieux naturels fonctionnels et représentatifs de la diversité biologique en France. Les sites sont gérés par un organisme local en concertation avec les acteurs du territoire. Ils sont soustraits à toute intervention artificielle susceptible de les dégrader mais peuvent faire l'objet de mesures de réhabilitation écologique ou de gestion en fonction des objectifs de conservation.

La première réserve naturelle nationale a été classée en 1961 en région Rhône-Alpes (RN du lac Luitel). En août 2018, le réseau des réserves naturelles compte 167 réserves naturelles nationales sur une superficie totale de 67 683 816 hectares répartie sur l'ensemble du territoire français métropolitain (178 000 hectares) et en outre-mer (67 500 000 hectares).

Les réserves naturelles nationales témoignent de la richesse et de la variété des milieux naturels français, depuis les espaces maritimes (RN des Sept-Iles) jusqu'aux hautes altitudes (RN des Aiguilles Rouges), en passant par les milieux humides et forestiers voire les espaces périurbains (RN de Saint-Quentin en Yvelines). Par sa présence dans toutes les régions de métropole et d'outre-mer, le réseau des réserves naturelles abrite une part importante des milieux vivants, des animaux, des plantes, fossiles et minéraux rares ou menacés. Grâce à sa représentativité, il participe au respect des engagements internationaux et européens de la France en matière de protection de la diversité biologique.[3]



Figure 13 : Réserves Naturelles Nationales en France métropolitaine (source : INPN)

• A l'échelle du Rhône

La zone d'étude est concernée par **5 réserves naturelles nationales**, qui couvrent une surface totale de 16 577 ha, soit 5,3 % de la zone d'étude.

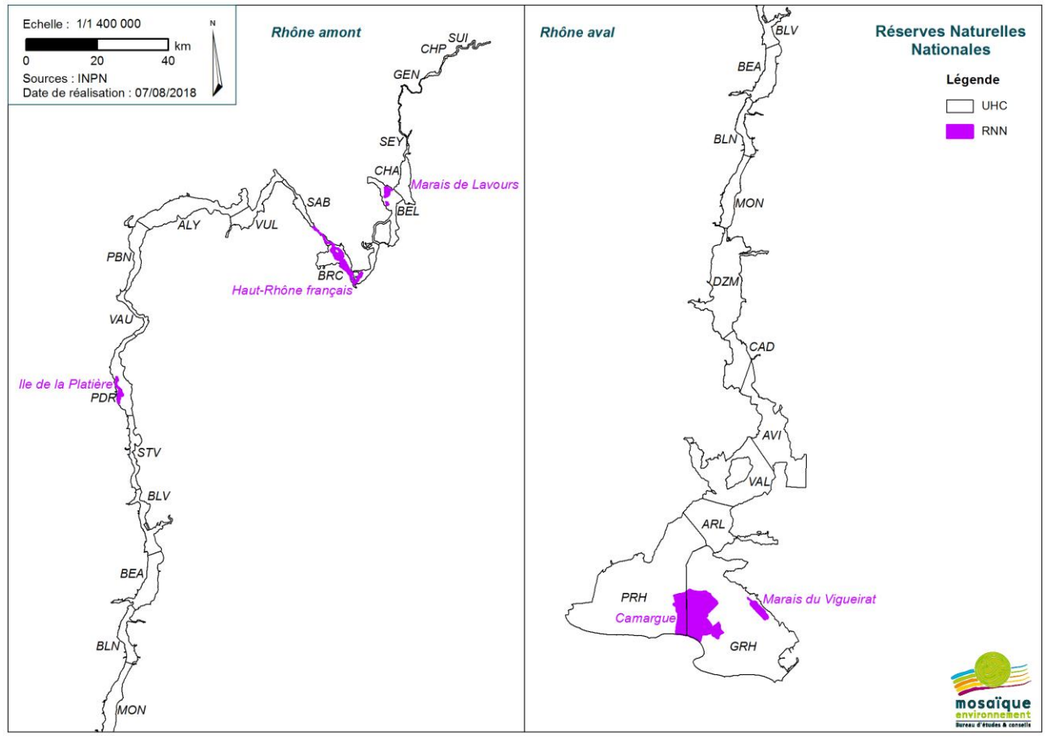
La **RNN du Marais de Lavours**, classée en 1984 est la réserve nationale la plus en amont de la zone d'étude, à proximité de Belley dans l'Ain. D'une superficie totale de 473 ha, il s'agit d'un des derniers marais de plaine de l'Europe de l'Ouest.

Elle se trouve à une vingtaine de km en amont de la **RNN du Haut-Rhône** français, classée en 2013 (classement en 2017 d'un périmètre de protection de la RNN, sur 137 ha). Il s'agit de la plus grande réserve fluviale forestière de France, sur un ensemble de 1 700 ha de forêts alluviales, de lônes et d'iles, dont la quasi-totalité (1 660 ha) se trouve sur la zone d'étude.

A mi-chemin entre Lyon et Valence se trouve la **RNN de l'Ile de la Platière**, classée en 1986. Elle préserve 484 ha de l'un des derniers grands ensembles naturels de la moyenne vallée du Rhône (dont 468 ha sur la zone d'étude).

La plus importante en termes de surface est la **RNN de Camargue**, qui couvre un peu plus de 13 100 ha, classée en 1975. Fragile paradis situé dans le cœur du Parc naturel régional de Camargue, la réserve naturelle du même nom fait partie des plus grandes réserves de zones humides d'Europe. Son originalité et son intérêt patrimonial international réside dans la diversité de ses habitats et des espèces qui forment l'un des plus grands centres migratoires d'Europe.

A proximité se trouve la **RNN du Marais du Vigueirat**, d'une superficie de 920 ha, classée en 2011. Elle comprend des milieux naturels variés : étangs, scirpaies, roselières, sansouires, ripisylves, bois de tamaris, etc. Sa richesse naturelle, et en particulier ornithologique, est très importante : plus de 290 espèces d'oiseaux y ont été observées, dont 90 espèces nicheuses et 176 hivernantes.



Carte 2 : Réserves Naturelles Nationales sur la zone d'étude

[3] http://www.reserves-naturelles.org/fonctionnement/reserves-naturelles-nationales

3.1.3 Réserves Naturelles Régionales

- **Présentation générale**

Les réserves naturelles régionales présentent les mêmes caractéristiques de gestion que les réserves naturelles nationales, à ceci près qu'elles sont créées par les Régions. Elles constituent aujourd'hui à la fois un vecteur des stratégies régionales en faveur de la biodiversité et un outil de valorisation des territoires.

Avec les réserves naturelles régionales, les Régions disposent d'un outil réglementaire équivalent à ceux de l'État pour protéger des espaces naturels remarquables. Selon les termes de la loi n° 2002-276 du 27 février 2002 relative à la démocratie de proximité, « le Conseil régional peut, de sa propre initiative ou à la demande des propriétaires concernés, classer comme réserve naturelle régionale les propriétés présentant un intérêt pour la faune, la flore, le patrimoine géologique ou paléontologique ou, d'une manière générale, pour la protection des milieux naturels ». Comme les réserves naturelles nationales et de Corse, les réserves naturelles régionales présentent l'intérêt d'instituer une réglementation « à la carte », adaptée aux besoins de protection de chaque espace naturel. Elles visent principalement à préserver des sites riches en biodiversité.[4]

Le territoire français compte 172 réserves naturelles régionales, couvrant une superficie totale de 39 581 ha.

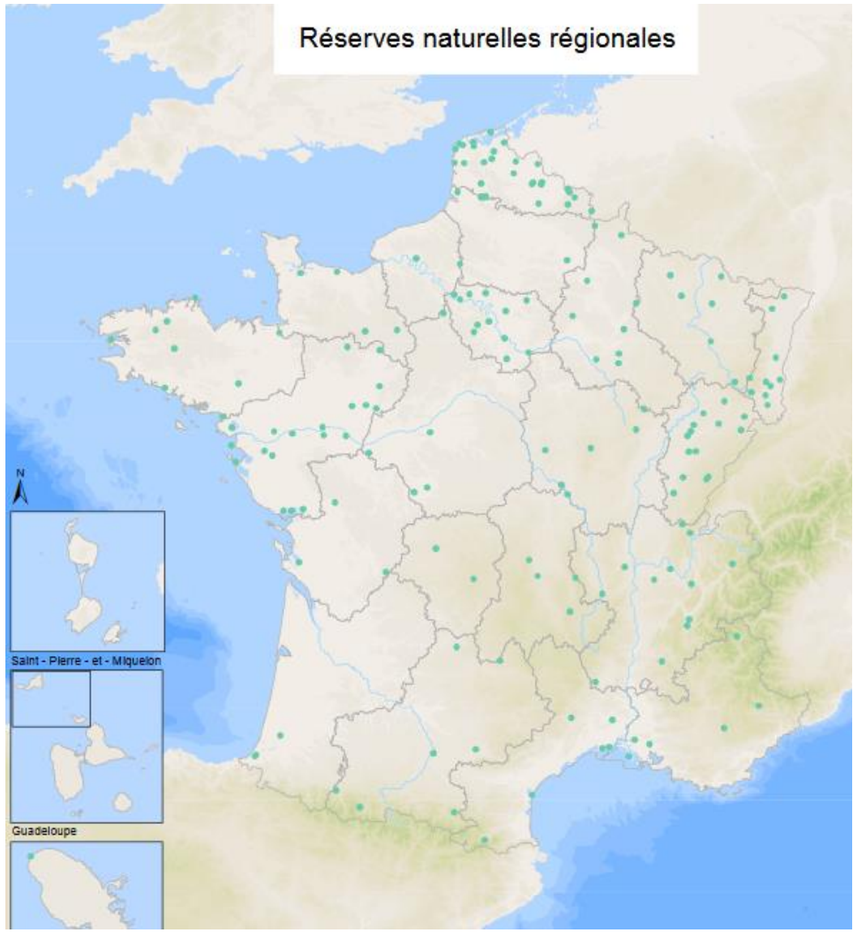


Figure 14 : Réserves Naturelles Régionales en France métropolitaine (source : INPN)

- **A l'échelle du Rhône**

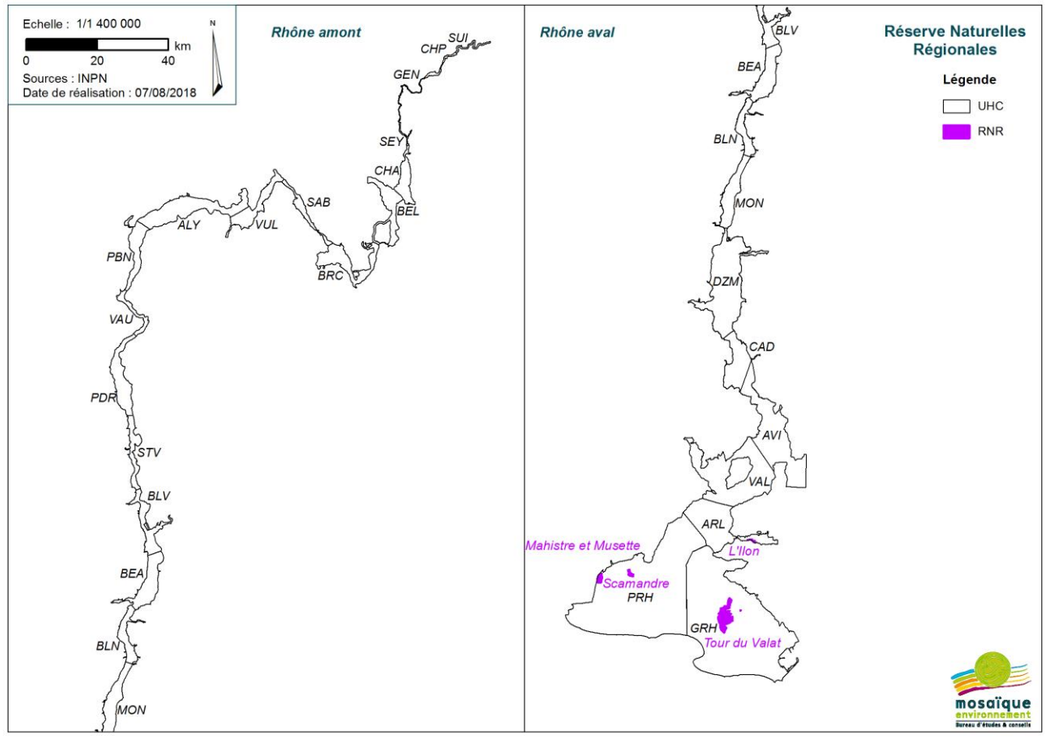
La zone d'étude est concernée par **4 réserves naturelles régionales**, qui couvrent une surface totale de 2 296 ha, soit 0,7 % de la zone d'étude. Toutes se situent au niveau du Rhône aval.

La **RNR de l'Ilon** a été classée en 2012. Située à l'est d'Arles, elle constitue une zone marécageuse de 175 ha (dont 55 ha sur la zone d'étude) où se succèdent les pâtures plus ou moins inondables et de vastes zones toujours en eau dominées par les touradons.

Plus au sud, le domaine de la **Tour du Valat** s'étend sur plus de 2 600 ha dont 1 844 ont été classés en réserve naturelle régionale en 2008. Les milieux protégés comprennent les marais temporaires, les montilles, mais aussi de grandes étendues de sansouires. Le site se situe en moyenne Camargue dans la partie fluvio-lacustre. Elle a été formée par des anciens méandres du Rhône d'Ulmet, encore visibles sur certains marais longilignes et par un ancien cordon littoral, situé au sud, au niveau de la Cabane rouge.

Plus à l'ouest, dans le département du Gard se trouve la **réserve naturelle du Scamandre**, classée en 1994, qui protège 146 ha acquis dans les années 90 à des fins de protection et de valorisation. Le site est représentatif des zones humides typiquement méditerranéennes. On y trouve la plupart des biotopes de Camargue : prairie, sansouïre et marais. Le Scamandre est plus particulièrement renommé pour son avifaune, la réserve accueille notamment les 9 espèces de hérons présentes en Europe, ainsi que la grande majorité de la population française actuelle d'Ibis falcinelle.

Enfin, en limite de la zone d'étude se trouve la **RNR de Mahistre et Musette**, classée en 1999. Sur une superficie de 262 hectares de part et d'autre du canal du Rhône à Sète, RNR regroupe deux entités voisines, le domaine de Mahistre, relique des grands marais de la Souteyranne, et le domaine de la Musette, ancien polder agricole.



Carte 3 : Réserves Naturelles Régionales sur la zone d'étude

[4] http://www.reserves-naturelles.org/fonctionnement/reserves-naturelles-regionales

3.1.4 Arrêtés de protection de biotope

- **Présentation générale**

L'Arrêté de Protection de Biotope (APB), institué par la loi du 10 Juillet 1976 relative à la protection de la nature, et anciennement Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (APPB), est un outil réglementaire qui vise la protection des biotopes subissant une faible pression anthropique et abritant des espèces de faune ou flore protégées. Souvent à l'initiative d'associations de défense de l'environnement, les dossiers sont instruits par la DREAL ou la DDT et peuvent s'appuyer sur les inventaires scientifiques existants (ZNIEFF, etc.). L'arrêté est pris par le Préfet, sauf lorsque la demande porte sur le domaine public maritime. Dans ce cas la décision appartient au Ministre des pêches maritimes. [5]

La France métropolitaine compte 870 APB, couvrant une surface de 156 748 ha.



Figure 15 : Arrêtés de protection de biotope en France métropolitaine (source : INPN)

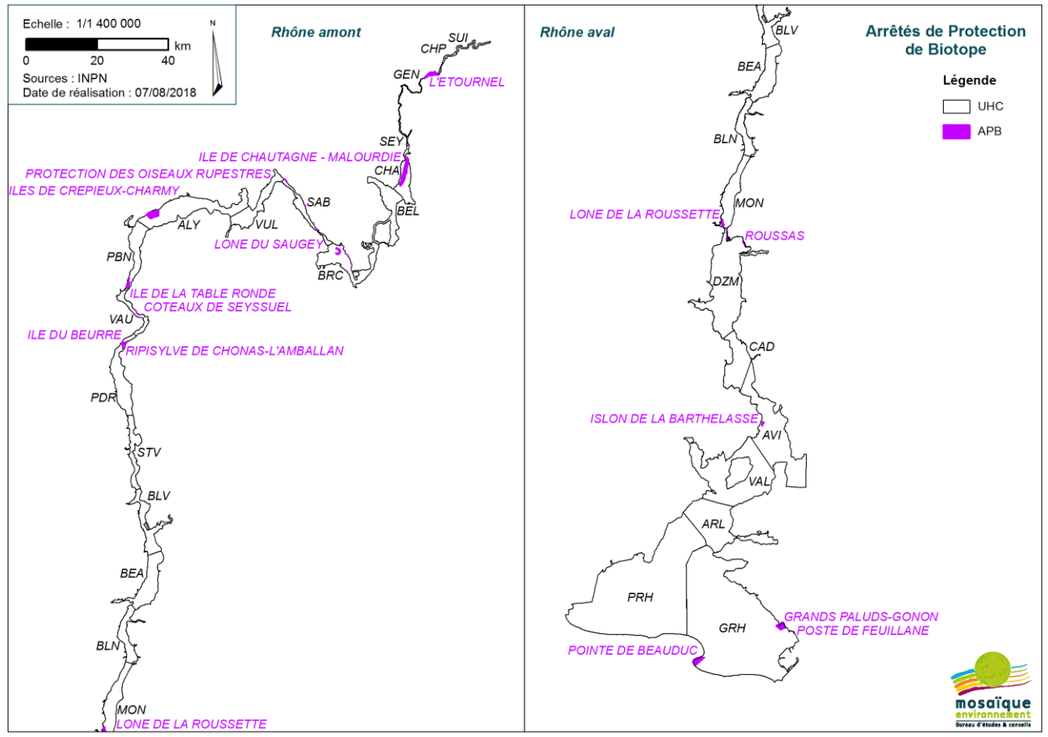
- **A l'échelle du Rhône**

La zone d'étude est concernée par **16 arrêtés de protection de biotope**, qui couvrent une surface totale de 2 187 ha, soit 0,7% de la zone d'étude.

Les arrêtés de protection de biotope couvrent sur la zone d'étude les espaces humides et alluviaux les plus remarquables et préservés :

- des iles : Ile de Chautagne malourdie (576 ha[6]), îles de Crépieux-Charmy (475 ha), Ile de la Table Ronde (61 ha), Ile du Beurre (14 ha), Islon de la Barthelasse (23 ha) ;
- des lônes : Lône du Saugey (48 ha), Lône de la Roussette (61 ha) ;
- des marais : l'Etournel (231 ha), Grands Paluds-Gonon (274 ha) ;
- un site côtier : Pointe de Beauduc (340 ha).

Certains APB chevauchent la zone d'étude à la marge, mais ont été désignés pour des enjeux non liés au Rhône, comme celui pour la protection des oiseaux rupestres dans l'Ain (protection axée sur les rapaces rupestres tels que le Faucon pèlerin et le Grand-duc d'Europe), ou ceux des Coteaux de Seyssuel ou Roussas, axés sur la préservation de coteaux secs.



Carte 4 : Arrêtés de Protection de Biotope sur la zone d'étude

[5] http://www.corse.developpement-durable.gouv.fr/qu-est-ce-qu-un-arrete-de-protection-de-biotopes-r239.html

[6] Surfaces présentes sur la zone d'étude

3.1.5 Zones humides protégées par la convention de Ramsar

- **Présentation générale**

La Convention de Ramsar – du nom d'une ville en Iran – est un traité international adopté le 2 février 1971 pour la conservation et l'utilisation durable des zones humides, qui vise à enrayer leur dégradation ou disparition, aujourd'hui et demain, en reconnaissant leurs fonctions écologiques ainsi que leur valeur économique, culturelle, scientifique et récréative[7].

La Convention a pour mission la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides par des actions locales, régionales et nationales et par la coopération internationale, en tant que contribution à la réalisation du développement durable dans le monde entier.

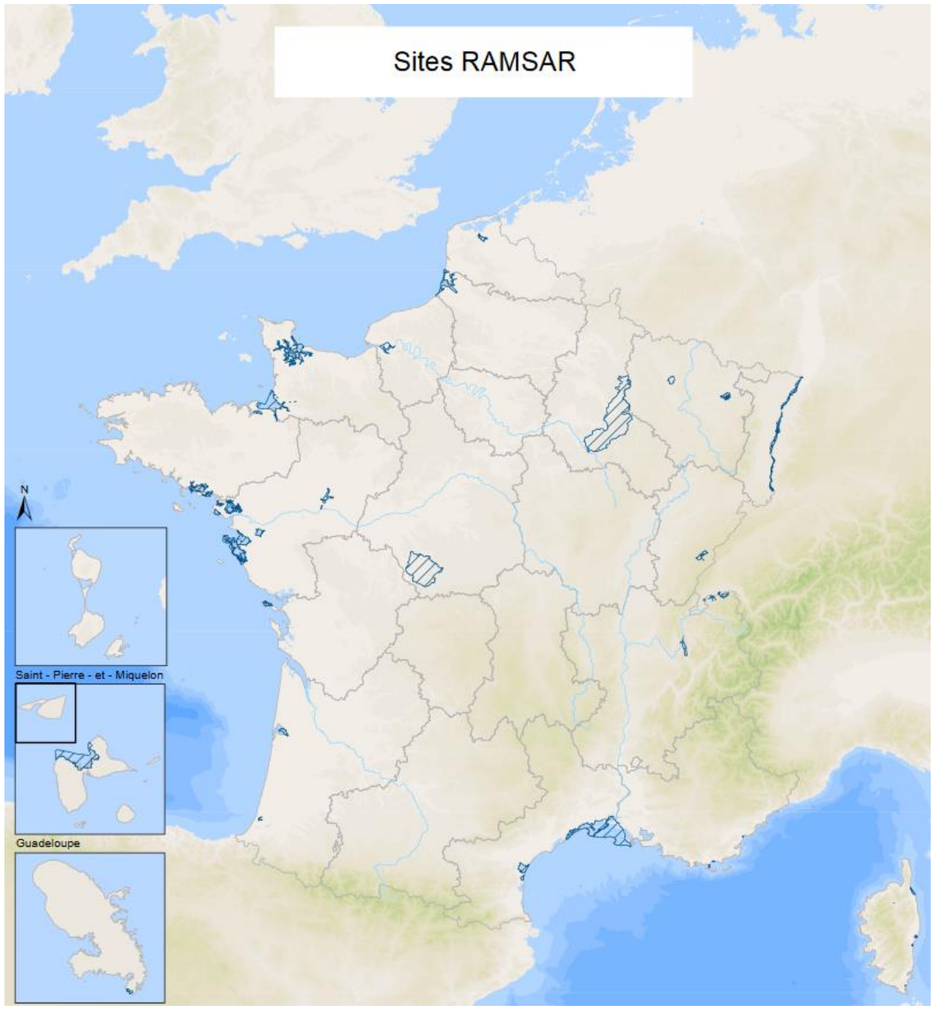


Figure 16 : Sites Ramsar en France métropolitaine (source : INPN)

Dans le contexte des « trois piliers » de la Convention, les Parties contractantes s'engagent :

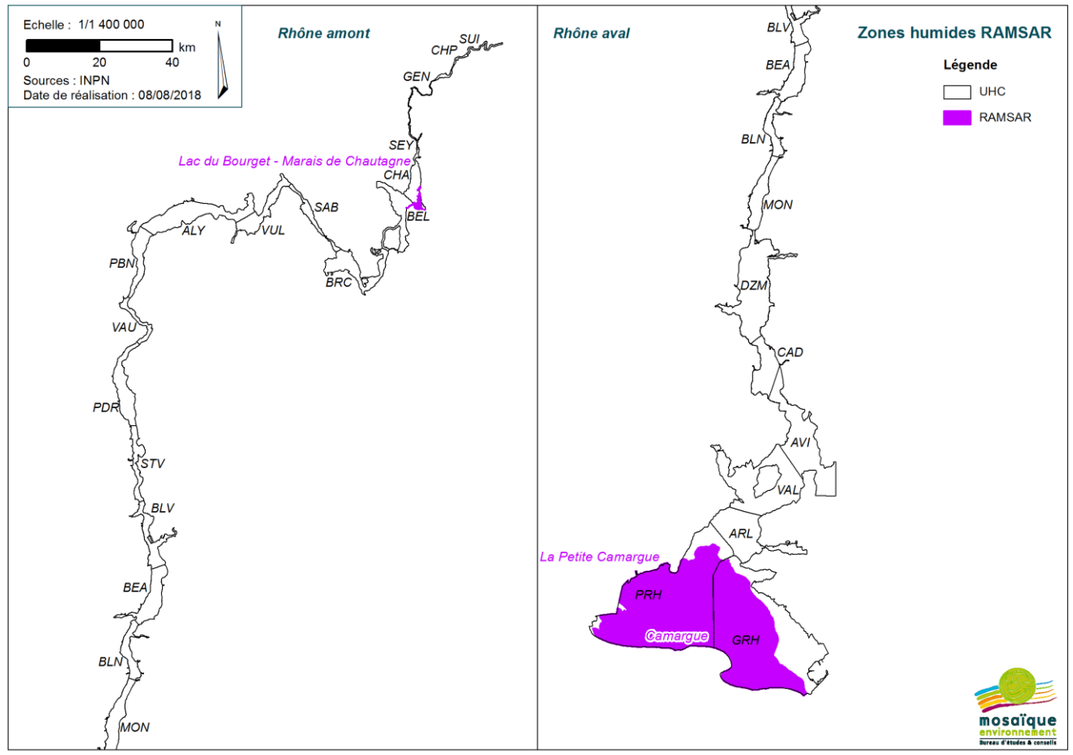
- à œuvrer pour l'utilisation rationnelle de toutes leurs zones humides ;
- à inscrire des zones humides appropriées sur la liste des zones humides d'importance internationale (la « Liste de Ramsar ») et à assurer leur bonne gestion ;
- à coopérer au plan international dans les zones humides transfrontières, les systèmes de zones humides partagés et pour les espèces partagées.[8]

En juin 2017, la France comptait 46 sites Ramsar, soit 3,6 millions d'hectares, classés en métropole et en outre-mer, en grande majorité sur des aires déjà protégées par d'autres classements.[9]

- **A l'échelle du Rhône**

La zone d'étude est concernée par **3 sites RAMSAR**, qui couvrent une surface totale de 111 289 ha, soit 35,4% de la zone d'étude :

- la zone humide **« Camargue »,** désignée en 1986, qui représente une surface sur la zone d'étude de 84 245 ha, soit 26,8 % de la superficie totale ;
- la zone humide **« Petite Camargue »,** désignée en 1996, qui représente sur la zone d'étude sur une surface de 26 543 ha, soit 8,4 % de la superficie totale ;
- la zone humide « **Lac du Bourget – Marais de Chautagne** », désignée en 2003 et qui représente sur la zone d'étude sur une surface de 500 ha, soit 0,1 % de la superficie totale.



Carte 5 : Zones humides protégées par la convention de Ramsar sur la zone d'étude

[7] https://fr.wikipedia.org/wiki/Convention_de_Ramsar

[8] https://www.ramsar.org/fr/a-propos/la-convention-de-ramsar-et-sa-mission
[9] https://fr.wikipedia.org/wiki/Convention_de_Ramsar

3.2 Périmètres de protection contractuelle

3.2.1 Parcs naturels régionaux

- **Présentation générale**

En France, un parc naturel régional (PNR) est un territoire ayant choisi volontairement un mode de développement basé sur la mise en valeur et la protection de patrimoines naturels et culturels considérés comme riches et fragiles. En 2018, ils sont au nombre de 53, couvrent 15 % de la superficie de la France et concernent environ 6 % de la population. Les PNR sont chargés de mettre en œuvre des actions selon cinq missions : développer leur territoire en le protégeant ; protéger leur territoire en le mettant en valeur ; participer à un aménagement fin des territoires ; accueillir, informer et éduquer les publics aux enjeux qu'ils portent ; expérimenter de nouvelles formes d'action publique et d'action collective.

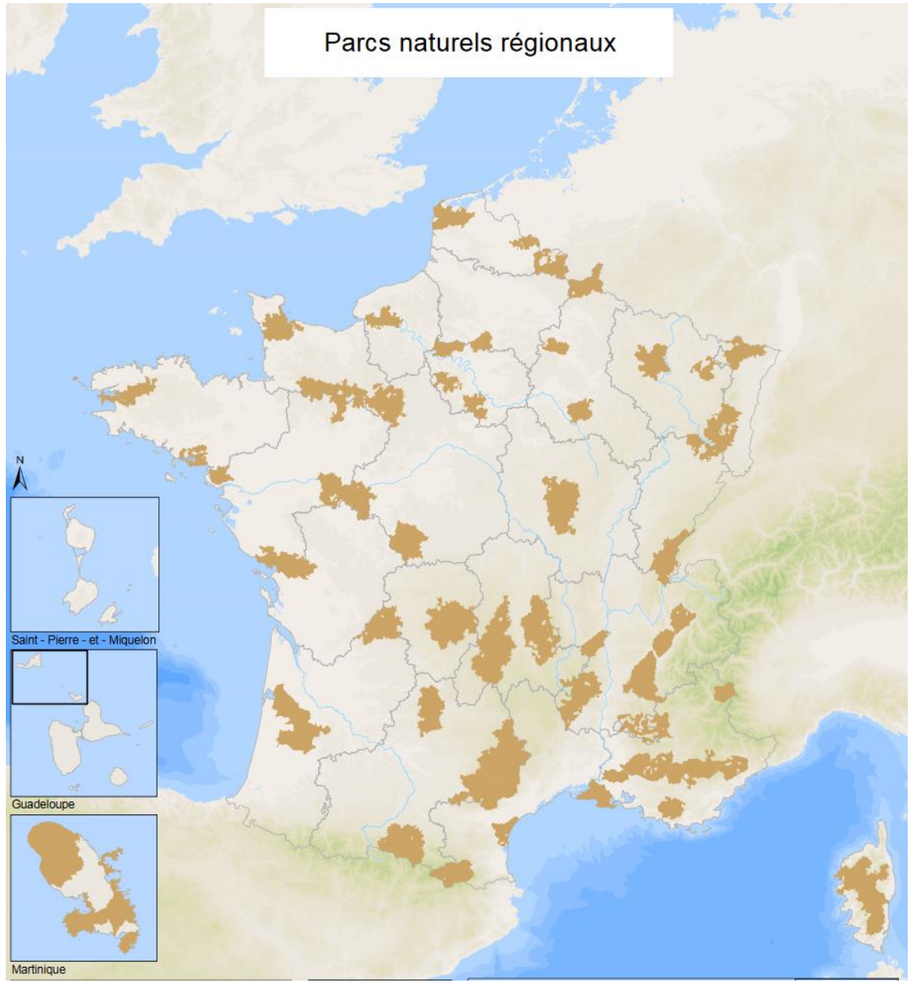


Figure 17 : Parcs naturels régionaux en France métropolitaine (source : INPN)

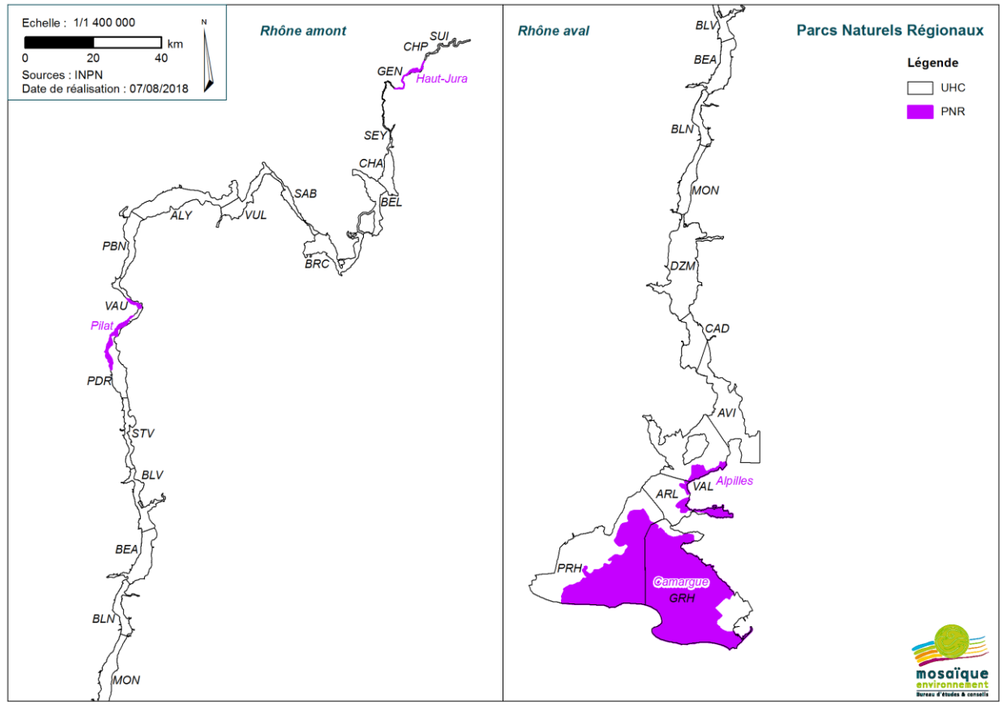
À la différence d'un parc national, d'une réserve naturelle ou d'un site classé, un PNR ne dispose d'aucun pouvoir réglementaire. Il est impossible pour un PNR d'interdire quoi que ce soit, ni la construction, ni la chasse, ni l'usage des sols ne sont restreints réglementairement dans un PNR. Les mesures de protection de la faune et de la flore, des eaux et des sols, des forêts et des paysages s'appliquant dans les PNR sont celles qui existent dans la réglementation courante. Cependant, un PNR doit s'engager à respecter les réglementations existantes, notamment en matière de protection des espaces les plus fragiles et des espèces les plus menacées. Les PNR se dotent de moyens (techniques, financiers, humains, organisationnels) pour promouvoir un développement respectueux des équilibres sociaux et économiques, naturels, culturels et patrimoniaux, en cherchant à maintenir les activités traditionnelles en déclin, les renouveler ou les conforter, tout en se devant d'inventer de nouvelles solutions pour résoudre les difficultés spécifiques rencontrées par ces territoires[10].

- **A l'échelle du Rhône**

La zone d'étude est concernée par **4 parcs naturels régionaux**, qui couvrent une surface totale de 105 073 ha, soit 33,4 % de la zone d'étude.

Le PNR de Camargue est le seul qui ait été défini pour les milieux liés associés au Rhône, il couvre près de 99 000 ha du delta. Pour les autres PNR, le Rhône constitue plutôt une limite naturelle de périmètre définis sur des massifs montagneux : massif du Haut Jura, massif du Pilat, massif des Alpilles.

La connexion entre l'axe Rhône et ces massifs reste cependant indispensable à la préservation de la biodiversité et au maintien des échanges biologiques, qui passent notamment par le réseau d'affluents, comme par exemple les nombreux affluents en rive droite du Rhône assurant les connexions avec le parc du Pilat.



Carte 6 : Parcs Naturels Régionaux sur la zone d'étude

[10] https://fr.wikipedia.org/wiki/Parc_naturel_r%C3%A9gional_de_France

3.2.2 Parcs naturels nationaux

La zone d'étude n'est concernée par aucun parc national.

3.2.3 Réseau Natura 2000

- **Présentation générale**

Le réseau Natura 2000, constitué d'un ensemble de sites naturels, terrestres et marins, vise à assurer la survie à long terme des espèces et des habitats particulièrement menacés, à forts enjeux de conservation en Europe. L'objectif de la démarche européenne, fondée sur les directives Oiseaux et Habitats faune flore, est double :

- **la préservation de la diversité biologique et du patrimoine naturel :** le maintien ou le rétablissement du bon état de conservation des habitats et des espèces s'appuie sur le développement de leur connaissance ainsi que sur la mise en place de mesures de gestion au sein d'aires géographiques spécialement identifiées, les sites Natura 2000. Le maillage de sites s'étend sur tout le territoire de l'Union européenne pour une politique cohérente de préservation des espèces et des habitats naturels ;
- **la prise en compte des exigences économiques, sociales et culturelles**, ainsi que des particularités régionales : les projets d'aménagements ou les activités humaines ne sont pas exclus dans les sites Natura 2000, sous réserve qu'ils soient compatibles avec les objectifs de conservation des habitats et des espèces qui ont justifié la désignation des sites.

Avec plus de 23 700 sites terrestres et marins en Europe, il s'agit du plus vaste réseau de sites protégés au monde. Ce réseau est fondé sur la mise en application de deux directives européennes :

- **la directive Oiseaux 2009/147/CE du 30 novembre 2009** (qui a recodifié la directive initiale du 2 avril 1979) a pour objet la conservation de toutes les espèces d'oiseaux sauvages et définit les règles encadrant leur protection, leur gestion et leur régulation. Elle s'applique aux oiseaux ainsi qu'à leurs œufs, à leurs nids et à leurs habitats. Certaines espèces nécessitant une attention particulière afin d'assurer leur survie, précisées à l'annexe I, font l'objet de mesures spéciales concernant leur habitat. Ces espèces, ainsi que les espèces migratrices dont la venue est régulière, sont protégées dans des sites Natura 2000 dits **zones de protection spéciale (ZPS)** ;
- **la directive Habitats faune flore 92/43/CEE du 21 mai 1992** a pour objet la conservation des habitats naturels et de la faune et de la flore sauvages. Les annexes I et II de cette directive listent les types d'habitats naturels et les espèces animales et végétales dont la conservation nécessite la désignation de sites Natura 2000 dits **Sites d'Intérêt Communautaire (SIC)** ou **zones spéciales de conservation (ZSC)**. Certains habitats ou certaines espèces dits prioritaires sont identifiés comme en danger de disparition et répondent à des règles particulières. La directive établit un cadre pour les actions communautaires de conservation de ces espèces et habitats en cherchant à concilier les dimensions scientifiques qui fondent les délimitations des sites avec les exigences économiques, sociales et culturelles des territoires.

Les espèces et habitats naturels qui nécessitent, sur la base de ces deux directives, la désignation de zones de protection spéciale (ZPS) ou de zones spéciales de conservation (ZSC) sont dites d'« intérêt communautaire », car représentatives de la biodiversité européenne. Ces deux directives imposent à chaque État membre d'identifier sur son territoire ces deux types de sites d'intérêt communautaire (SIC). Une fois désignés, ces sites font partie intégrante du réseau Natura 2000 et doivent être gérés de façon à garantir la préservation à long terme des espèces et des habitats qui justifient leur désignation.

Le réseau de sites français représente 12,9 % de la surface terrestre métropolitaine, soit 7 millions d'hectares, répartis en 1 776 sites, dont 212 sites marins : 402 zones de protection spéciales pour les oiseaux (ZPS) et 1 374 zones spéciales de conservation (ZSC). [11]

[11] https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/reseau-europeen-natura-2000-1

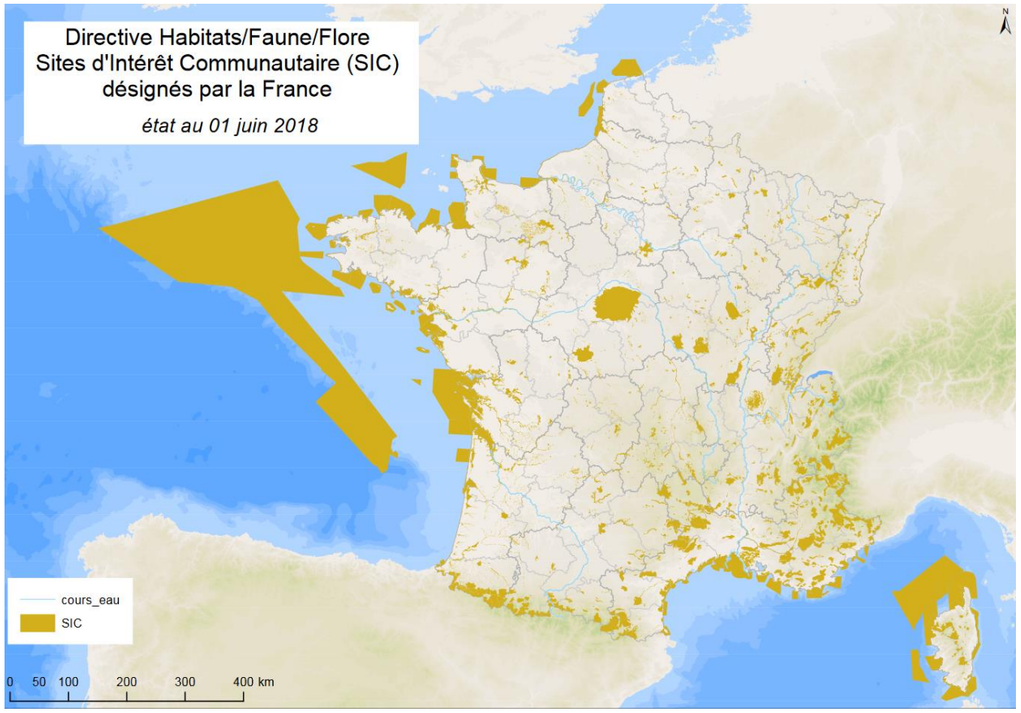


Figure 18 : SIC en France métropolitaine (source : INPN)

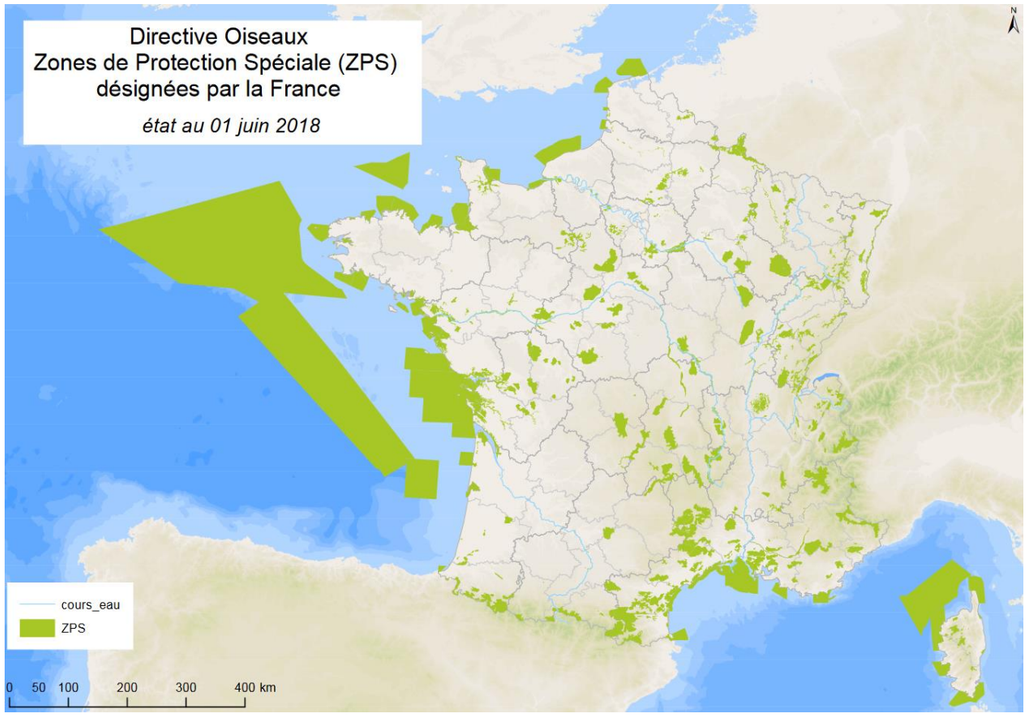


Figure 19 : ZPS en France métropolitaine (source : INPN)

- **A l'échelle du Rhône**

La zone d'étude est concernée par **19 ZPS**, qui couvrent une surface totale de 113 123 ha (36,0 % de la zone d'étude) et **35 ZSC/SIC** qui couvrent une superficie de 140 441 ha (44,7 %).

Certaines ZPS et ZSC partagent le même périmètre. La superficie totale couverte par les sites Natura 2000 est donc de 145 155 ha, soit 46,2 % de la zone d'étude.

Les sites Natura 2000 sont généralement de grands ensembles associant des milieux variés et recouvrant de grands territoires. Les sites du Rhône peuvent être présentés selon un axe amont-aval :

- **Les sites du Haut Rhône**, entre le Lac Léman et l'agglomération lyonnaise. Il s'agit de grands sites associant le Rhône assez encaissé et ses milieux annexes (marais) aux massifs montagneux : **Etournel et défilé de l'Ecluse, Avant-Pays Savoyard, Marais de Lavours, Les Usses, ensemble Bourget-Chautagne-Rhône, Iles du Haut-Rhône, Basse vallée de l'Ain et confluence Ain-Rhône,** sites du **Rhône de Jons à Anthon** et de **Miribel-Jonage**.

  De l'amont de Bellegarde-sur-Valserine aux portes de Lyon, ces sites assurent une continuité, à la fois liée au Haut-Rhône et à ses milieux alluviaux et aux milieux rupestres des massifs de l'Ile Crémieu, du Bas-Bugey et du Haut-Jura ;

- **Les sites du Rhône médian**, qui regroupent les derniers secteurs préservés dans le tronçon Lyon-Avignon fortement impacté par les aménagements du fleuve : **Ile de la Platière, Printegarde, Marais de l'Ile Vieille et alentours, La Durance**. Ces secteurs concentrent les enjeux pour la conservation des oiseaux sauvages en proposant des zones de reproduction, d'hivernage et de halte migratoire préservées.

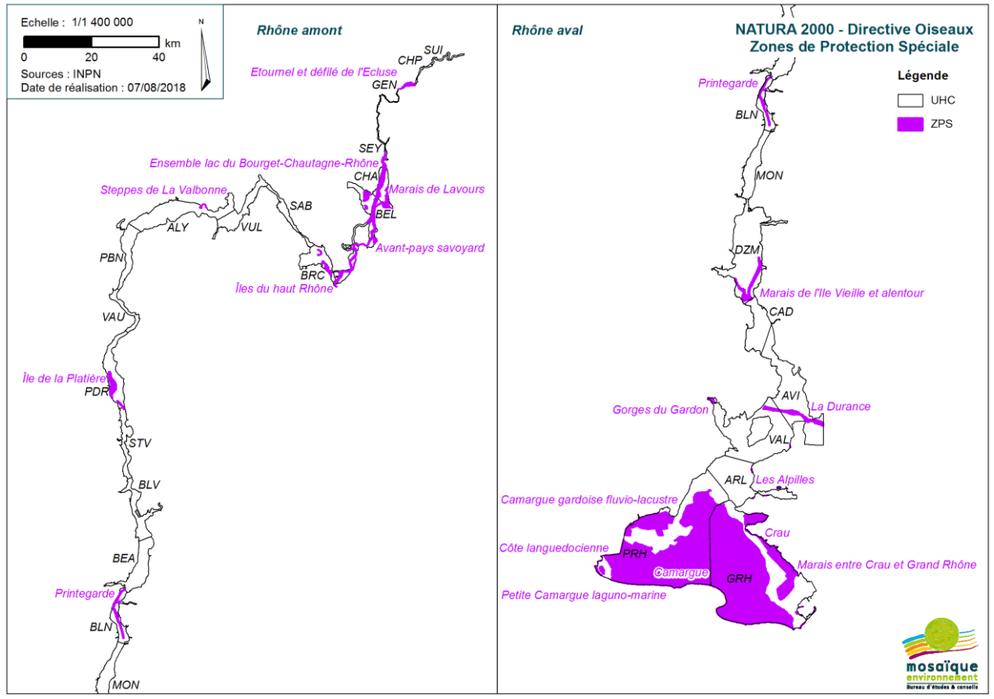
  Les sites du **Rhône aval** désignés au titre de la directive Habitats couvrent la totalité de l'axe Rhône entre Montélimar et Arles, assurant ainsi la protection des milieux alluviaux pour les espèces ayant des grandes capacités de dispersion (poissons migrateurs, Castor d'Europe, Loutre, chiroptères, etc.) ;

- **Les sites du delta du Rhône** : différents sites de la **Camargue et Petite Camargue**, de la **Crau, Petit Rhône, etc.** (côte languedocienne à la marge de la zone d'étude). Ces sites recouvrent la quasi-totalité du delta.

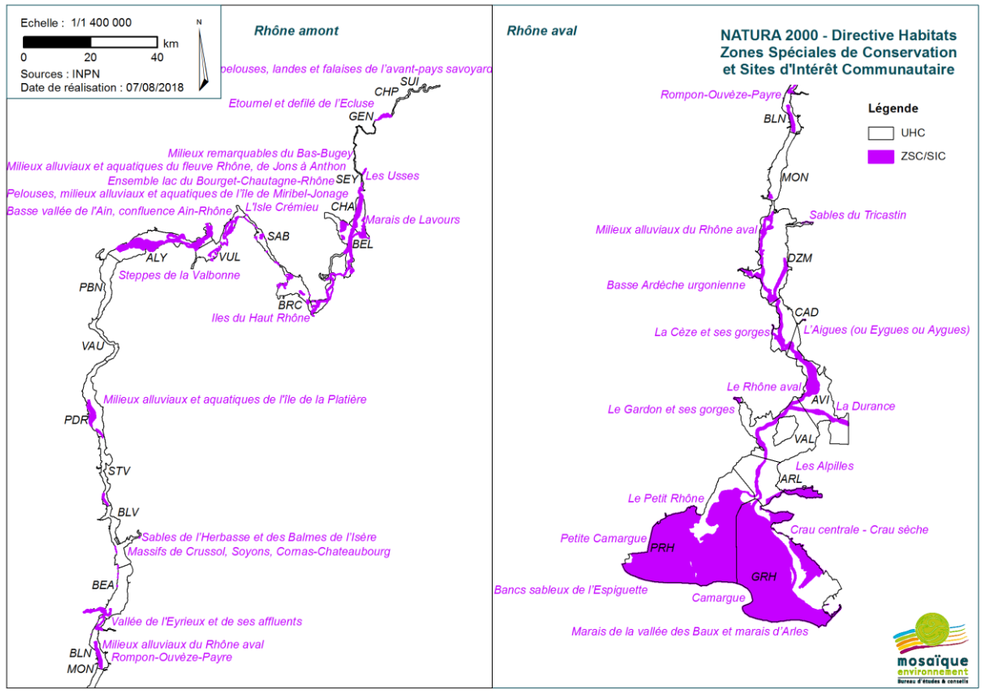
  Ces sites ont été désignés au titre de la directive Oiseaux, la lagune camarguaise étant d'importance internationale pour la reproduction, l'hivernage et la migration d'environ 370 espèces d'oiseaux, dont 80 d'intérêt communautaire et au titre de la directive Habitats pour la diversité remarquable des groupements végétaux dépendant du degré de salinité, de plantes et d'espèces animales rares (Aloses, Cistude d'Europe, chauves-souris).

Situés en bordure de la zone d'étude, quelques sites ont été désignés pour des enjeux non liés au Rhône :

- les Steppes de la Valbonne en amont de Lyon (vaste ensemble de pelouses sèches situé sur un camp militaire),
- Ile Crémieu et Milieux remarquables du Bas-Bugey liés aux massifs calcaires,
- les Gorges du Gardon, à l'ouest d'Avignon,
- et les Alpilles à l'est d'Arles.



Carte 7 : Réseau Natura 2000 – ZPS sur la zone d'étude



Carte 8 : Réseau Natura 2000 – ZSC/SIC sur la zone d'étude

3.2.4 Sites du Conservatoire du Littoral

- **Présentation générale**

Le Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres ou Conservatoire du littoral est un établissement public administratif national français créé en 1975, membre de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN). En 2017, le Conservatoire assure la protection de 200 000 hectares sur plus de 750 sites, représentant environ 1 600 km de rivages maritimes, soit 15 % du linéaire côtier.

Son objectif est d'acquérir un tiers du littoral français afin qu'il ne soit pas construit ou artificialisé. Il peut acquérir des terrains situés sur le littoral mais aussi sur le domaine public maritime depuis 2002, les zones humides des départements côtiers depuis 2005, les estuaires, le domaine public fluvial et les lacs depuis 2009. Il contribue également à protéger le patrimoine culturel du littoral (forts, redoutes, batteries, phares, etc.).

Le Conservatoire du littoral français acquiert ainsi chaque année 20 à 30 km². Après avoir réalisé les travaux de remise en état nécessaires, il confie la gestion des terrains aux communes, à d'autres collectivités locales ou bien à des associations pour qu'elles en assurent la gestion dans le respect des orientations arrêtées. Avec l'aide de spécialistes, il détermine la manière dont doivent être aménagés et gérés les sites acquis pour que la nature y soit aussi belle et riche que possible et définit les utilisations (notamment agricoles et de loisirs) compatibles avec ces objectifs[12].

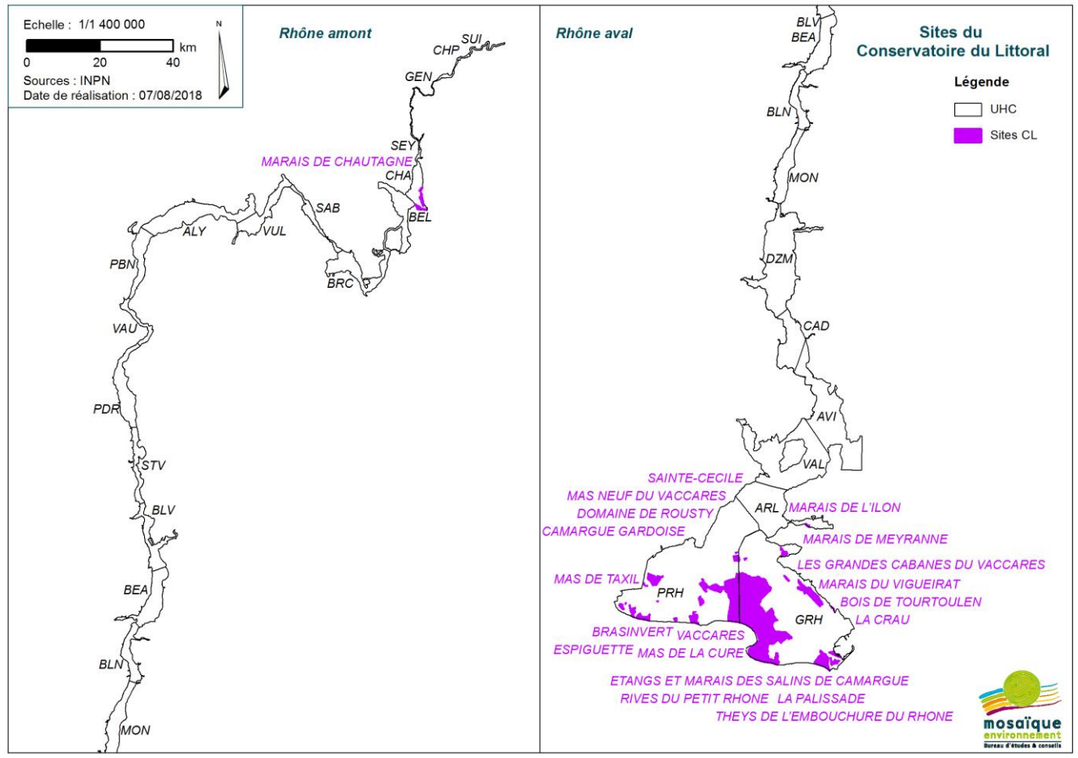


Figure 20 : Sites du Conservatoire du Littoral en France métropolitaine (source : INPN)

- **A l'échelle du Rhône**

La zone d'étude est concernée par **20 sites** acquis par le conservatoire du littoral, qui couvrent une surface totale de 25 604 ha, soit 8,2 % de la zone d'étude. Ils peuvent être présentés en différentes catégories :

- **Les rivages lacustres intérieurs :** le Marais de Chautagne, en bordure du lac du Bourget en Savoie est le seul rivage lacustre intérieur de la zone d'étude, avec 110 ha protégés, dont 98 sur la zone d'étude. Il a été acquis par le conservatoire du littoral en 1999 ;
- **Les marais maritimes du delta du Rhône :** Marais de l'Ilon (acquis en 2017), Marais de Meyranne (2006), Domaine de Rousty (2005), Marais de Vigueirat (1982). Ils représentent un peu plus de 1 500 ha sur la zone d'étude ;
- **Les sites de la lagune camarguaise :** sites de l'étang de Vaccarès (acquis entre 1982 et 2012), Mas de la Cure (1985), Mas de Taxil (2005), Camargue gardoise (2001), etc.… Ils représentent environ 15 000 ha sur la zone d'étude ;
- **Les sites côtiers :** Espiguette (acquis en 1978), Brasinvert (2016), Etangs et marais salins de Camargue (2006), la Palissade (1977), Theys de l'Embouchure du Rhône (2004), etc. Ils représentent environ 9 000 ha sur la zone d'étude.



Carte 9 : Sites du Conservatoire du Littoral sur la zone d'étude

[12] https://fr.wikipedia.org/wiki/Conservatoire_du_littoral

3.3 Périmètres d'inventaires

3.3.1 Inventaire ZNIEFF

- **Présentation générale**

L'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) est un programme initié en 1982 par le ministère en charge de l'environnement et piloté par le Muséum national d'histoire naturelle (MNHN). Il correspond au recensement d'espaces naturels terrestres remarquables dans les régions métropolitaines et les cinq DOM, ainsi qu'à Saint-Martin, Saint-Barthélemy et Saint-Pierre-et-Miquelon. On distingue deux catégories de zones :

- **les ZNIEFF de type I**, de superficie réduite, sont des espaces homogènes d'un point de vue écologique et qui abritent au moins une espèce et/ou un habitat rares ou menacés, d'intérêt aussi bien local que régional, national ou communautaire ;

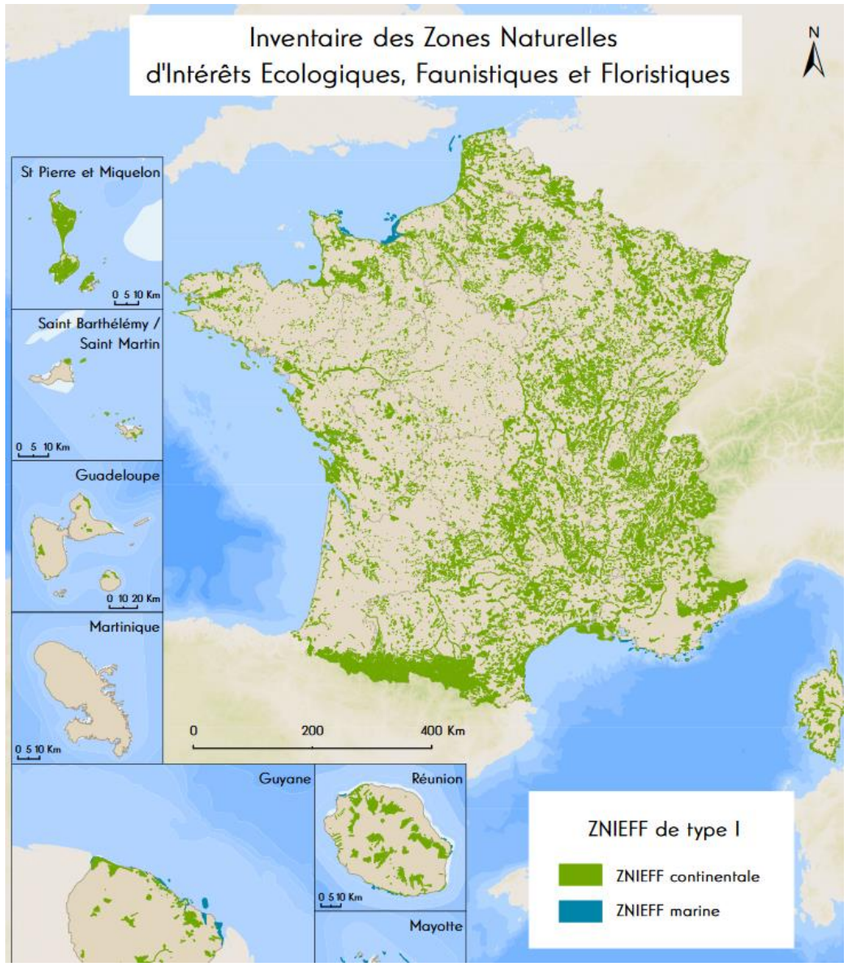
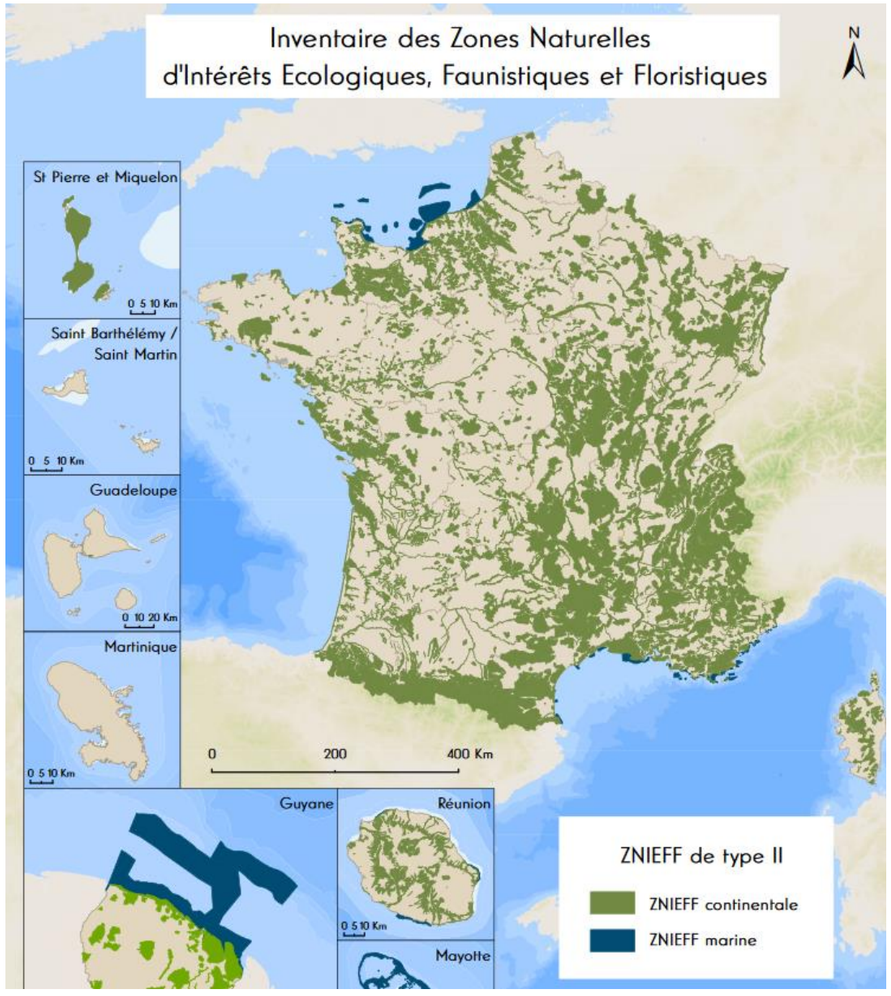


Figure 21 : ZNIEFF de type I en France métropolitaine (source : INPN)

- **les ZNIEFF de type II** sont de grands ensembles naturels riches, ou peu modifiés, qui offrent des potentialités biologiques importantes ; elles peuvent inclure des zones de type I et possèdent un rôle fonctionnel ainsi qu'une cohérence écologique et paysagère.



Carte 10 : ZNIEFF de type II en France métropolitaine (source : INPN)

L'inventaire ZNIEFF est réalisé à l'échelle régionale par des spécialistes dont le travail est validé par le conseil scientifique régional du patrimoine naturel (CSRPN) nommé par le Préfet de Région, puis au niveau national par le Muséum national d'histoire naturelle.

Outil de la connaissance de la biodiversité, l'inventaire ZNIEFF n'est pas juridiquement un statut de protection. Les ZNIEFF constituent cependant un élément d'expertise pour évaluer les incidences des projets d'aménagement sur les milieux naturels, pris en considération par la jurisprudence des tribunaux administratifs et du Conseil d'État.

Un premier inventaire a été conduit sur la période 1982-1995. Fort de cet état des lieux des espaces naturels à forte valeur patrimoniale, la modernisation de l'inventaire (mise à jour des données et harmonisation de la méthode) a été entreprise à partir de 1996 et est en voie d'achèvement. Une fois disponible, l'inventaire modernisé, dit de deuxième génération, remplace et annule le précédent. À partir de la deuxième génération, le mode opératoire évolue vers un inventaire permanent et continu, mettant à jour l'information sur les zones existantes (modifications ou suppressions), tout en permettant la description de nouvelles zones.

La partie terrestre des ZNIEFF de type 1 couvre, en février 2016, près d'un dixième du territoire métropolitain (9,8 %) et 5,9 % des territoires ultramarins concernés. La partie terrestre des ZNIEFF de type 2 couvre quant à elle plus du quart du territoire métropolitain (25,8 %) comme des territoires ultramarins concernés (25,4 %). Ainsi, sans double compte, la partie terrestre des ZNIEFF couvre 29,2 % du territoire métropolitain et 26,8 % des territoires ultramarins concernés.[13]

- **A l'échelle du Rhône**

La zone d'étude est concernée par **199 ZNIEFF de type I**, qui couvrent une surface totale de 94 526 ha, soit 30,1 % de la zone d'étude, et **60 ZNIEFF de type II**, qui occupent une surface de 186 653 ha, soit 59,4 % de la zone d'étude.

Parmi cet ensemble de ZNIEFF, beaucoup se trouvent en bordure de la zone d'étude et n'y sont pas directement liées d'un point de vue écologique : il s'agit pour la plupart de ZNIEFF associées à des massifs, vallons, collines, falaises, pelouses etc., dont le fonctionnement et la richesse écologique sont indépendants de l'écosystème « Rhône ».

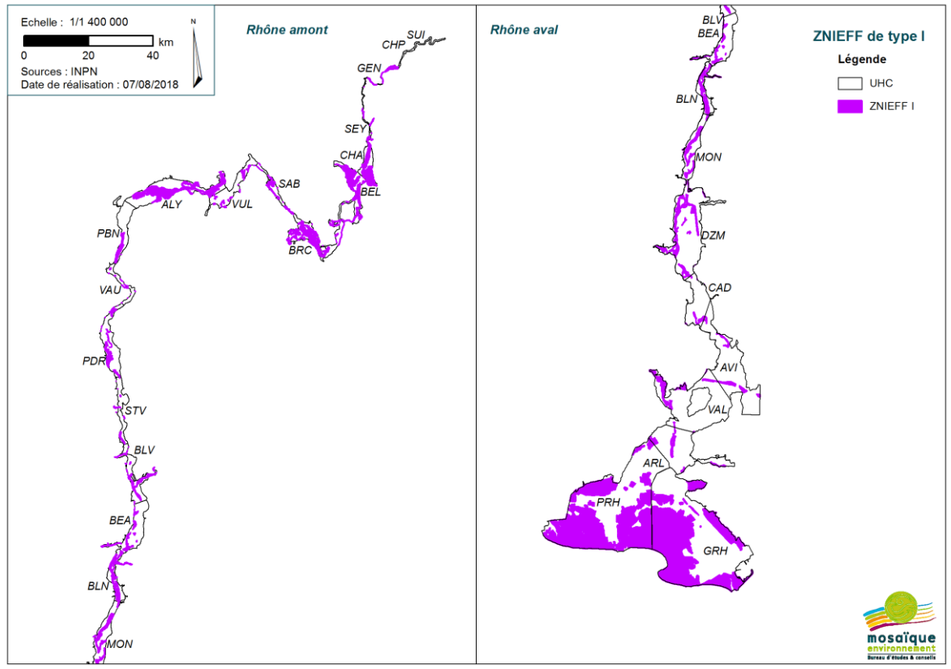
Les ZNIEFF de type II couvrent par grands ensembles tous les espaces naturels et semi-naturels de la zone d'étude : seules les agglomérations (Lyon, Montélimar, Avignon…), les grands espaces de cultures intensives de Pierrelatte à Arles, axe Arles-Fos-sur-Mer) ne sont pas inclus dans ce zonage.

Avec près de 60% de la zone d'étude concernée par ce zonage, les ZNIEFF de type II sont le périmètre le plus représenté. Il est également un des moins contraignants en termes de protection et vise surtout à alerter sur la présence de grands ensembles cohérents dont la fonctionnalité est à préserver ; les secteurs les plus intéressants écologiquement étant repris par un zonage de type I plus précis.

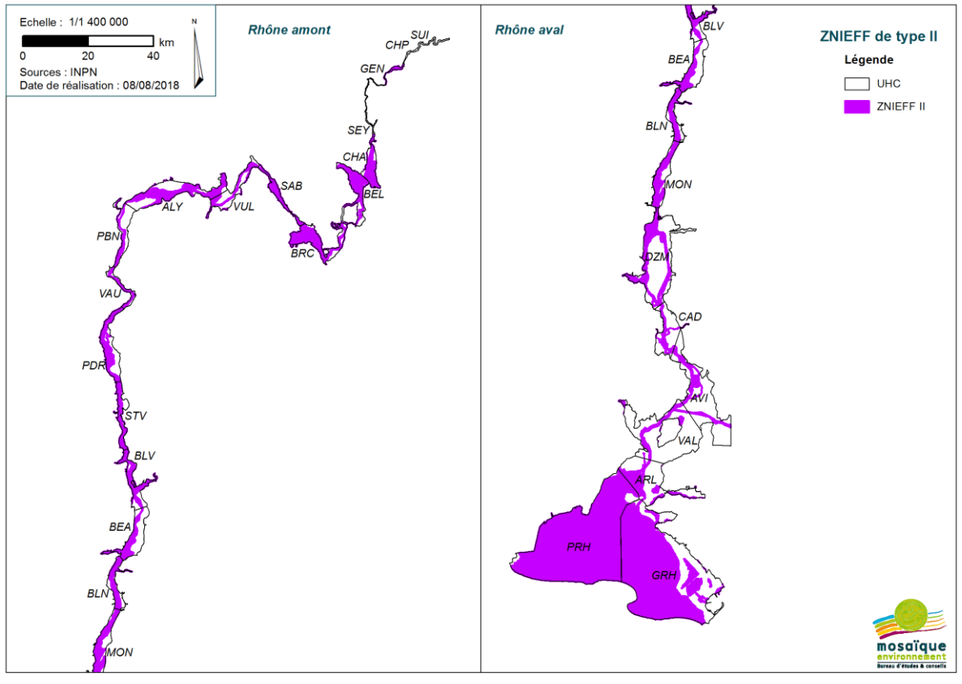
Les ZNIEFF de type I se répartissent de façon assez régulière sur toute la longueur de l'axe Rhône, avec évidemment une forte concentration au niveau du delta camarguais. **Environ 85% des ZNIEFF de type I de la zone d'étude sont comprises dans d'autres zonages présentés précédemment** (Réserves, sites Natura 2000, APB). Les 15% restant correspondent à :

- des secteurs déjà identifiés par d'autres zonages, mais pour lesquels le périmètre ZNIEFF est plus large, par exemple pour les Marais de Lavours, de Chautagne, pour les Iles du Haut-Rhône ;
- des secteurs non identifiés par d'autres périmètres d'inventaire, comme des portions du moyen Rhône fortement impacté par les activités humaines (Vieux Rhône de Pierre-Bénite, Iles du Rhône à Meysse, Canal de Donzère, Gardon aval, Marais de la Grande Palus) ;

des petites entités ponctuelles (roselières, ripisylves, prairies…).



Carte 11 : ZNIEFF de type I sur la zone d'étude



Carte 12 : ZNIEFF de type II sur la zone d'étude

[13]http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel/ar/253/1115/znieff-zones-naturelles-dinteret-ecologique-faunistique.html

3.3.2 Inventaire des zones humides

- **Description générale**

Dans les milieux humides, l'eau est le facteur déterminant tant pour le fonctionnement de ces zones naturelles que pour la vie animale et végétale. La submersion des terres, le degré de salinité de l'eau (douce, saumâtre ou salée) et la composition en matières nutritives de ces territoires subissent des fluctuations journalières, saisonnières ou annuelles. Ces variations dépendent à la fois des conditions climatiques, de la localisation de la zone au sein du bassin hydrographique et du contexte géomorphologique (géographie, topographie).

Ces fluctuations sont à l'origine de la formation de sols particuliers ainsi que d'une végétation et d'une faune spécifiques. L'abondance des algues, de poissons, de batraciens, d'oiseaux d'eau, et d'autres espèces sauvages, peut ainsi varier dans un même milieu selon la période de l'année.

Au niveau international, la « Convention relative à la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources » (convention de Ramsar) a adopté une définition assez générale prenant en compte un certain nombre de milieux marins comme les récifs coralliens et les herbiers marins ainsi que les cours d'eau et milieux souterrains.

En France, la législation est plus restrictive en raison de l'existence antérieure d'une réglementation sur certains milieux artificiels (barrage, plan d'eau…) ou « naturels » (cours d'eau, milieux marin et souterrain…).

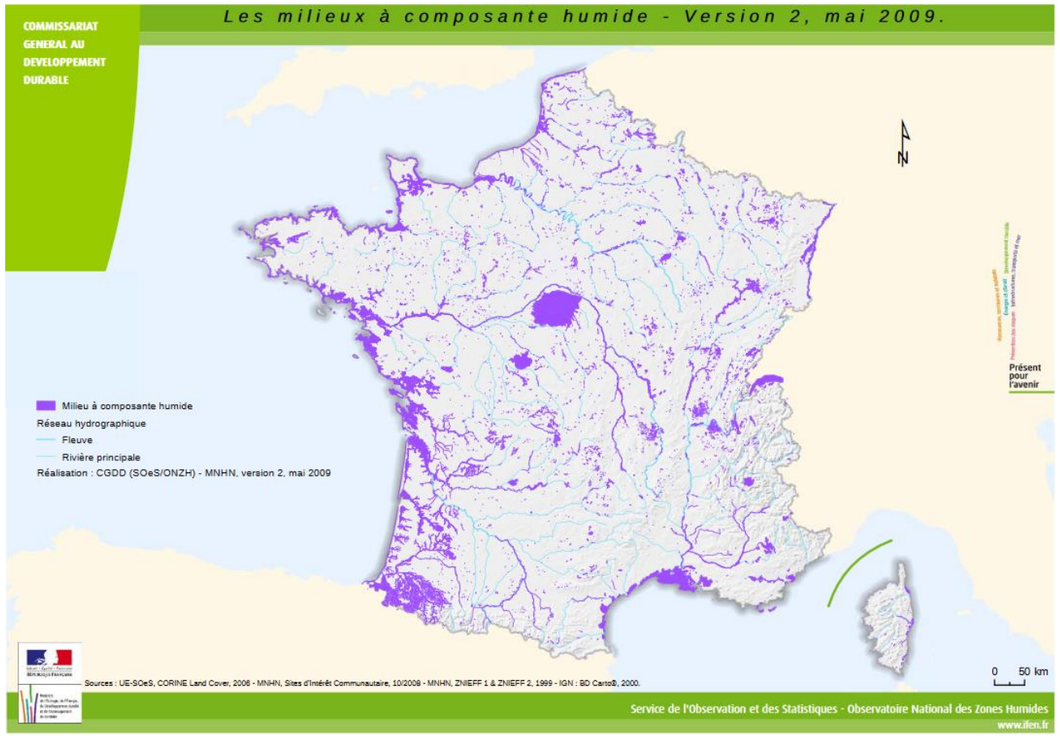


Figure 22 : Milieux à composante humide de France (CGDD/MNHN, 2009)

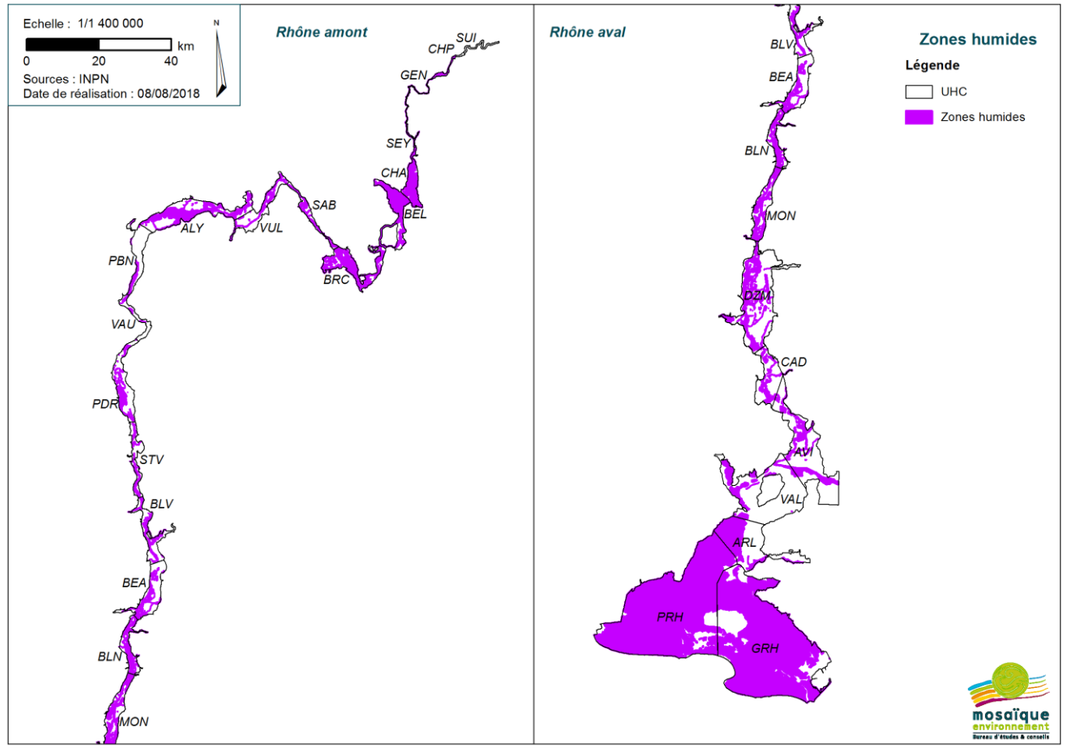
Selon le Code de l'environnement, les zones humides sont des « terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ». (Art. L.211-1).[14]

Les inventaires sont menés selon différentes échelles, selon des méthodologies différentes, aucune carte exhaustive n'existe à ce jour. Des estimations ont cependant été réalisées à l'échelle nationale, portant plutôt sur les « milieux à composante humide ». En 2009, la superficie des milieux à composante humide est estimée à l'échelle nationale à 2,2 millions d'hectares (soit 22 000 km²)[15].

- **A l'échelle du Rhône**

Les inventaires ont été réalisés à l'échelle des Départements, parfois complétés par des inventaires plus précis sur certains bassins versants, communautés de communes etc. Les informations sur le bassin du Rhône sont compilées par l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée Corse.

A l'échelle de la zone d'étude, la surface de zones humides inventoriées (souvent non exhaustive pour les zones humides de surface inférieure à 1 ha) est de l'ordre de 160 000 ha, soit plus de 50% de la zone d'étude. La plupart de ces zones humides présentant des enjeux écologiques sont reprises dans des zonages d'inventaires du patrimoine naturel (ZNIEFF, Natura 2000, APB, etc. selon les enjeux en présence).



Carte 13 : Zones humides sur la zone d'étude

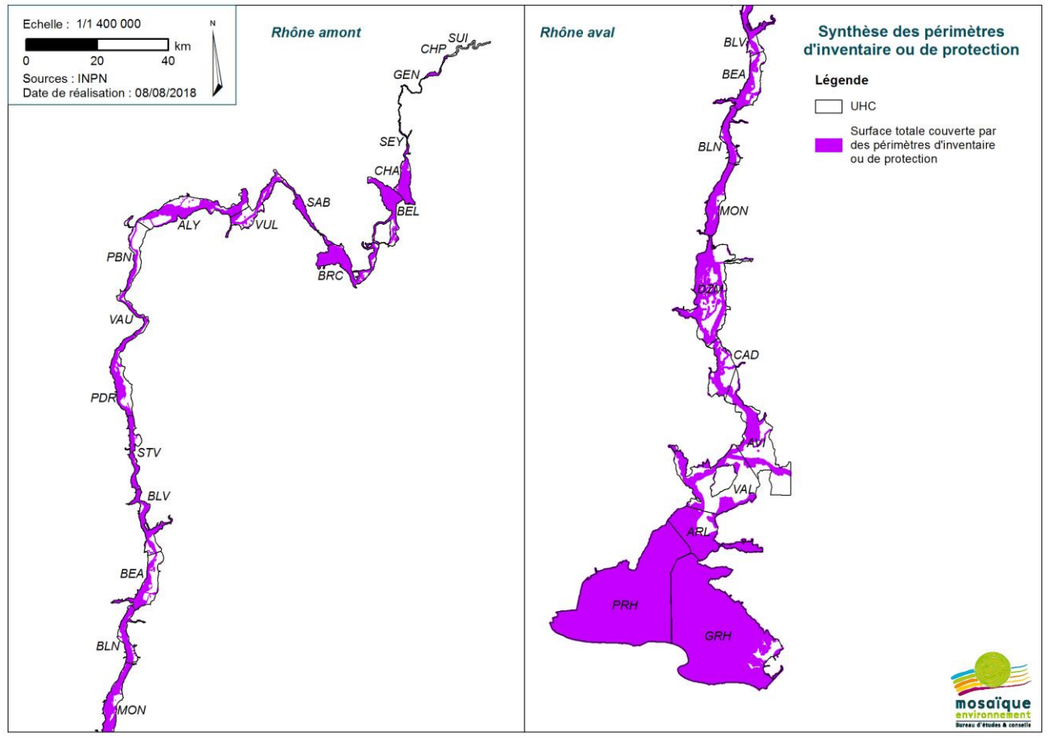
[14] http://www.zones-humides.org/entre-terre-et-eau/une-zone-humide-c-est-quoi
[15] http://www.zones-humides.org/entre-terre-et-eau/ou-les-trouve-t-on/les-inventaires-de-zones-humides

3.4 Synthèse des périmètres de protection et d'inventaire

Au total, plus de 360 sites d'inventaires ou de protection sont identifiés sur la zone d'étude. **La surface totale couverte par ces périmètres** est de **224 544 ha, soit 71,5% de la zone d'étude**. Ces chiffres attestent du rôle écologique et fonctionnel majeur du Rhône.

Tableau 4 : Synthèse des périmètres de protection et d'inventaire

	Type d'inventaire	Nombre de sites	Surface (ha)	% zone d'étude
Périmètres de protection réglementaire	Réserve de Biosphère	1	139 302	44,3 %
	Réserve Naturelle Nationale	5	16 577	5,0 %
	Réserve Naturelle Régionale	4	2 296	0,7 %
	Arrêté de Protection de Biotope	16	2 187	0,7 %
Périmètres de protection contractuelle	Parc Naturel Régional	4	105 073	33,5 %
	Parc Naturel National	0	0	0,0 %
	NATURA 2000 – directive Oiseaux (ZPS)	19	113 123	36,0 %
	NATURA 2000 – directive Habitats-Faune-Flore (ZSC/SIC)	35	140 441	44,7 %
	NATURA 2000 TOTAL (ZPS+ZSC/SIC)	54	145 155	46,2 %
	Sites du Conservatoire du Littoral	20	25 604	8,2 %
Périmètres d'inventaires	ZNIEFF de type I	199	94 526	30,1 %
	ZNIEFF de type II	60	186 653	59,4 %
	Zones humides	/	159 247	50,7 %
TOTAL	**Surface totale concernée par les inventaires**	**>363**	**224 544**	**71,5 %**
	Zone d'étude		314 120	100,0 %



Carte 14 : Synthèse des surfaces occupées par des périmètres de protection ou d'inventaire

Tableau 5 : Liste des réservoirs biologiques du SDAGE 2016-2021 et éléments d'argumentaire associés

Lieu
RD ou RG : affluent rive droite ou gauche
R : tronçon du Rhône en Rbio
AM : Affluent majeur
TH : Tronçon homogène
SBV : Sous-bassin versant

(1) INV : Invertébrés benthiques - ALF : Alose feinte - ANG : Anguille - APP : Ecrevisse à pieds blancs - APR : Apron - BAF : barbeau - BAM : Barbeau méridional - BLN : Blageon - BOU : Bouvière - BRO : Brochet - CHA : Chabot - EPI : Epinoche - EPT : Epinochette
GOU : Goujon - HOT : Hotu - LOT : Lote - LPM : Lamproie marine - LPP : Lamproie de Planer - OBR : Ombre - PER : Perche - SPI : Sprirlin - SDF : Saumon de fontaine - TOX : toxostome - TRF : Truite Fario - TRL : Truite de lac
(2) Secteur incluant des frayères identifiées dans l'inventaire départemental des frayères
Une croix indique la présence dans le réservoir biologique d'un ou plusieurs tronçons identifiés dans les inventaires départementaux frayères établis en application des articles L432-3 et R432-1 à R432-1-5d du code de
(3) Indique le sens de déplacement des espèces à l'intérieur du réservoir biologique et vers les autres milieux connectés - les déplacements sont par exemple liés à l'essaimage ou à la recherche de zones refuges ou de fraie
(4) Informations complémentaires sur le fonctionnement du réservoir biologique et sa valeur en tant que soutien des communautés biologiques du bassin versant pour le bon état

TH concerné	Lieu	Code SBV SDAGE	Nom SBV SDAGE	Code du réservoir biologique	Nom du réservoir biologique	Espèces visées (1)	Frayères (2)	Type de fonctionnement (3)	Commentaires (4)
03-GEN1	RD	HR_06_11	Pays de Gex, Leman	RBioD00134	L'Annaz et ses affluents	TRF, CHA, APP	x	diffusion vers l'aval	frayères TRF CHA pour le Rhône
03-GEN1	RD	HR_06_11	Pays de Gex, Leman	RBioD00135	La Valserine, de sa source à sa confluence avec le Rhône, affluents compris exceptés le Combet, la Semine de sa source au Bief Brun et le Ruisseau de Vaucheny	TRF OBR CHA		diffusion vers l'aval et vers des affluents	Bonne productivité biologique, réservoir biologique important pour le Rhône très cloisonné (Génissiat) et pour l'aval de la Valserine. Frayères TRF et OBR dans le tronçon aval de la Valserine (remontées depuis le Rhône), diffusion des juvéniles vers le rhône.
03-GEN1	R+RG+RD	TR_00_01	Haut Rhone	RBioD00149	Le Rhône et ses affluents, de la frontière suisse à Pougny jusqu'au pont Carnot	TRF OBR BLE BLN BRO PER	x	diffusion vers l'aval, l'amont et vers des affluents	Seule zone de fraie pour l'ombre et les cyprinidés d'eau vive dans ce secteur entre la retenue de Génissiat et le barrage de Chancy-Pougny
04-SEY1	RG	HR_05_07	Affluents rive droite du Rhône entre Séran et Valserine	RBioD00181	La Vézérence et ses affluents	TRF, APP		diffusion vers l'aval	forte production juvéniles pour l'aval
04-SEY1	RG	HR_05_07	Affluents rive droite du Rhône entre Séran et Valserine	RBioD00182	La Dorche et ses affluents	TRF, APP		diffusion vers l'aval	forte production juvéniles pour l'aval
04-SEY2	AM	HR_06_09	Les Usses	RBioD00180	Les Usses et ses affluents excepté le Ruisseau de Saint-Pierre en amont du ruisseau d'Héry	TRF, CHA BLN, BRO, TOX, BAM, APP	x	diffusion vers l'aval et l'amont	Réservoir pour le Rhône cloisonné, diversité d'habitats permettant aux principales espèces de trouver des frayères - liens fonctionnels avec des zones humides sur des linéaires importants.
05-CHA5	R	TR_00_01	Haut Rhone	RBioD00175	Le Rhône naturel de sa diffluence avec la dérivation de Chautagne au lieu-dit le Colleriou (coordonnées L93 X= 918 708 - Y= 6 533 835)	OBR BLE BLN BRO PER	x	diffusion vers l'aval, l'amont et vers des affluents	concerne toutes les espèces dont OBR, BLE, BLN, BRO, PER - rôle de Rbio évident du point de vue biologique car il n'y a pas d'autre frayère ailleurs pour certaines espèces
06-BEL1+2+3	RD	HR_05_04	Affluents rive droite du Rhône entre Séran et Ain	RBioD00257	Le Furans et ses affluents excepté le ruisseau d'Armaille	TRF, OBR, CHA, LPP	x	diffusion vers l'aval	Réservoir biologique important pour le Rhône impacté par l'aménagement hydroélectrique
06-BEL3	RD	HR_05_08	Séran	RBioD00184	Le Séran, affluents compris à l'exception du Ruisseau de l'Eau Morte, de l'aval de sa confluence avec le Groin à sa confluence avec la Dérivation de Belley	TRF, OBR, LOT, LPP, CHA, BLN		diffusion vers l'aval	Un des derniers secteurs du département abritant LOT alimentant l'amont et l'aval
06-BEL3	RG	HR_06_02	Avant pays savoyard	RBioD00250	Le Flon et ses affluents	TRF APP BLN CHA	x	diffusion vers l'aval	réservoir pour le Rhône et pour lui-même - Présence d'une population d'APP pérenne
06-BEL3	RG	HR_06_02	Avant pays savoyard	RBioD00251	La Méline y compris le ruisseau de l'Etang, et ses affluents	TRF CHA APP BLN BRO BAF SPI	x	diffusion vers l'aval	Frayères et refuges pour les populations du Rhône mais aussi partie aval du Flon (connectivité à conforter) et du Furans - zone de production de juvéniles de truites et chabots
06-BEL3	R	TR_00_01	Haut Rhone	RBioD00252	Le Rhône naturel de Belley, Lônes incluses, et ses affluents non inclus dans le référentiel masse d'eau du bassin Rhône-Méditerranée	TRF CHA APP BLN BRO OBR	x	diffusion vers l'aval	Réservoir pour le Rhône
07-BRC3+5	R	TR_00_01	Haut Rhone	RBioD00254	L'aménagement de Bregnier-Cordon et ses affluents non inclus dans le référentiel masse d'eau du bassin Rhône-Méditerranée	Toutes les espèces dont OBR, BLE, BLN, BRO, PER, TRF		diffusion vers l'aval, l'amont et vers des affluents	Frayères de nombreuses espèces en raison de la diversité morphodynamique relativement préservée du secteur
07-BRC5	RG			RBioD00261	La Bièvre et ses affluents	TRF, LPP, BLN	x	diffusion vers l'aval	Réservoir biologique pour le Rhône impacté par l'aménagement hydroélectrique
07-BRC6+SAB1	R	TR_00_01	Haut Rhone	RBioD00255	Le Rhône du pont d'Evieu au défilé de St Alban Malarage, et ses affluents non inclus dans le référentiel masse d'eau du bassin Rhône-Méditerranée	Toutes les espèces dont OBR, BLE, BLN, BRO, PER, TRF	x	diffusion vers l'aval, l'amont et vers des affluents	Frayères de nombreuses espèces en raison de la diversité morphodynamique relativement préservée du secteur
08-SAB1	RD	HR_05_04	Affluents rive droite du Rhône entre Séran et Ain	RBioD00258	La Brive et ses affluents	TRF, APP	x	diffusion vers l'aval	Réservoir biologique important pour le Rhône impacté par l'aménagement hydroélectrique
08-SAB1	RD	HR_05_04	Affluents rive droite du Rhône entre Séran et Ain	RBioD00259	La Perna et ses affluents excepté l'Arondin	TRF, APP	x	diffusion vers l'aval	Réservoir biologique important pour le Rhône impacté par l'aménagement hydroélectrique
09-VUL1	RG	RM_08_09	Isle Crémieu - Pays des couleurs	RBioD00260	Le Girondan	TRF, APP	x	diffusion vers l'aval	Forte production de juvéniles TRF sur l'amont + réservoir écrevisse; apports truite et cyp au Rhône
10-ALY2	RD	HR_05_02	Basse vallée de l'Ain	RBioD00143	L'Ain du seuil d'Oussiat à la confluence avec le Rhône et ses affluents, excepté l'Albarine, la Cozance, la Toison	OBR, TRF, CHA, BLN, APR, TOX, BRO, PER, LPP	x	diffusion vers l'aval et vers des affluents	Forte diversité d'espèces sur ce tronçon avec un rôle de Rbio pour l'Albarine (assecs partie aval) et le Rhône - Le Bief de la Fougère (ou Brunetard) est une zone refuge phréatique en été pour les salmonidés
10-ALY3	RD	RM_08_11	Territoire Est Lyonnais	RbioD00654	Le Rizan	BRO, VAI, LPP		diffusion vers l'aval	Petit réservoir biologique, milieu atypique alimenté par la nappe et les infiltrations du canal de Jonage et présentant un très bon potentiel d'accueil pour la faune - zone refuge pour le Brochet, important pour la LPP et la reconquête du vieux Rhône de Miribel
10-ALY5+6+7	R	TR_00_02	Rhone moyen	RBioD00659	Le canal de Miribel et le vieux Rhône de Neyron	OBR, TRF, BLE, LPP, CHA, CYP	x	diffusion vers l'aval et vers l'amont	Secteur de reproduction de nombreuses espèces protégées et rares dans le Rhône, ainsi que de cyprinidés rhéophiles - La création de la rivière de contournement de Jons permet désormais la diffusion des espèces vers l'amont.
12-VAU1	RD	RM_08_08	Gier	RBioD00268	Le Ruisseau du Morin	APP	x	diffusion vers l'aval et vers des affluents	présence de frayères TRF, population ecrevisses autochtones, ensemencement vers l'aval
12-VAU1	RD	RM_08_08	Gier	RBioD00269	Le Ruisseau du Nid ou des Côtes	TRF, APP	x	diffusion vers l'aval	présence de frayères TRF, population ecrevisses autochtones, ensemencement vers l'aval
12-VAU1	RD	RM_08_08	Gier	RBioD00270	La Vézérance	APP, TRF, BAF, EPI, VAI, GOU	x	diffusion vers l'aval et vers des affluents	présence de frayères TRF, population ecrevisses autochtones, ensemencement vers l'aval
13-PDR1	RD	RM_08_08	Gier	RBioD00271	Le Reynard ou Ruisseau Reyoard	APP, TRF, BAF, EPI, VAI, GOU	x	diffusion vers l'aval et vers des affluents	présence de frayères TRF, population ecrevisses autochtones, ensemencement vers l'aval
13-PDR1	RD	RM_08_08	Gier	RBioD00272	L'Aulin	BAM, APP	x	diffusion vers l'aval et vers des affluents	présence de frayères TRF, population ecrevisses autochtones, ensemencement vers l'aval
13-PDR1	RD	RM_08_08	Gier	RBioD00273	Le Ruisseau de Bassemon	TRF, APP, BAF, EPI, VAI, GOU	x	diffusion vers l'aval et vers des affluents	présence de frayères TRF, population ecrevisses autochtones, ensemencement vers l'aval
13-PDR1	RD			RBioD00276	Le Vérin du chemin de la Papière (L93: 835105; 6485086) à la confluence avec le Rhône	TRF	x	diffusion vers l'aval	Apport de truites au Rhône
13-PDR1	RD	RM_08_08	Gier	RBioD00286	La Valencize et ses affluents	TRF;APP	x	diffusion vers l'aval, l'amont et affluents	Forte production de juvéniles TRF sur l'amont + réservoir écrevisse; apports truite et cyprinidés au Rhône - Rôle écologique important du ru de Malatras et du ruisseau de la scie
13-PDR3	R	TR_00_02	Rhone moyen	RBioD00351	Le Rhône court cicuité de Roussillon et ses affluents non inclus dans le référentiel masse d'eau du bassin Rhône-Méditerranée	ANG, BLN, CHA, BOU	x	diffusion vers l'aval	Réservoir bio pour le Rhône canalisé, réserve naturelle de la Platière avec bras restaurés
14-STV1	RD	AG_14_02	Cance Ay	RBioD00357	L'Ay et ses affluents excepté Le Furon	APP, TRF	x	diffusion vers l'aval	Forte diversité d'espèces et réservoir pour le Rhône - Le Nant présente des zones très favorables à la reproduction de la truite - réservoir écrevisses
16-BEA3	RD	AG_14_07	Eyrieux	RBioD00426	Le Turzon et ses affluents	BAM,BLN,TRF	x	diffusion vers l'aval	cyprinidés d'eaux vives le Turzon Rare secteur pour alimenter le canal du Rhône
17-BLN2	RG	TR_00_03	Rhone aval	RBioD00660	Le Petit Rhône à la Voulte-sur-Rhône	BRO		diffusion vers l'aval et vers l'amont	Zone de reproduction et de refuge pour le Brochet
18-MON5	R	TR_00_03	Rhone aval	RBioD00464	Le Tronçon Court Circuité du Rhône de Montélimar du barrage de Rochemaure au ruisseau de Lorobouire compris	ALF, LPM, ANG, BLN, CHA, BOU	x	diffusion vers l'aval et vers l'amont	Frayères pour l'alose feinte du Rhône importantes pour l'espèce à l'échelle de l'axe Rhône. Zone de grossissement pour l'anguille.
18-MON5	RD	AG_14_06	Affluents rive droite du Rhône entre Lavezon et Ardèche	RBioD00468	L'Escoutay et ses affluents, excepté les ruisseaux de Téoulemale, de Dardaillon et de la Couronne	AP BAM TRF	x	diffusion vers l'aval	réservoir écrevisse, truite et barbeau méridional
19-DZM2+CAD1	RG	DU_11_04	Lez	RBioD00474	Le Lez, de sa source à l'aval de sa confluence avec la Ravin de Ste Blaize, la Coronne, l'Aulière, la Veyssane et leurs affluents non inclus dans le référentiel masse d'eau du bassin Rhône-Méditerranée	TRF, BLN, ANG, TOX, BAM	x	diffusion vers l'aval et vers des affluents	Fonctionne en synergie avec le réservoir biologique sur le Lez Amont
19-DZM3	R	TR_00_03	Rhone aval	RBioD00469	Le Tronçon Court Circuité du Rhône de Donzère-Mondragon en amont de la confluence avec l'Ardèche, et ses affluents non inclus dans le référentiel masse d'eau du bassin Rhône-Méditerranée	ALF, LPM, ANG, APR, BLN, CHA, TOX, BOU	x	diffusion vers l'aval et vers l'amont	Frayères pour l'alose feinte du Rhône et la lamproie marine, très importantes pour l'espèce à l'échelle de l'axe Rhône. Zone de grossissement pour l'anguille. Une des seules zones de frayères pour l'apron dans le Rhône aval, en connexion avec l'Ardèche

3.5 Réservoirs biologiques

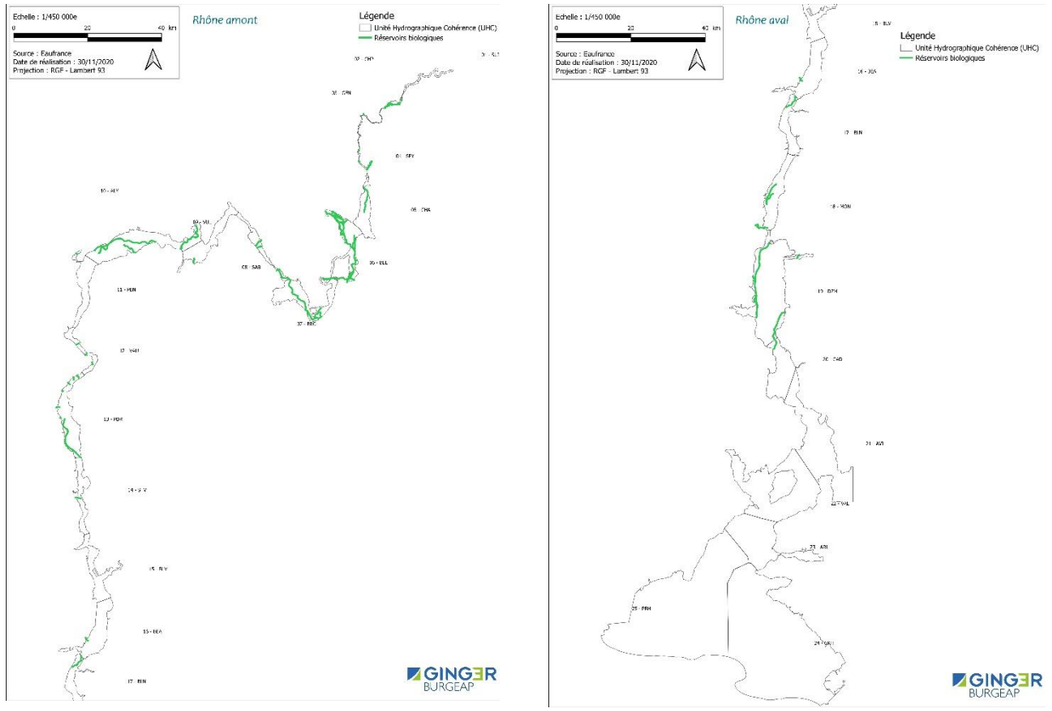
Les réservoirs biologiques du bassin Rhône-Méditerranée au sens de l'article R. 214-108 du Code de l'Environnement sont des milieux déterminants pour l'atteinte des objectifs de la directive cadre sur l'eau en termes d'état des masses d'eau et de préservation de la biodiversité à l'échelle des bassins versants (SDAGE 2021-2026).

Ils contribuent à ce titre aux objectifs des schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE) en constituant à la fois des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques de la trame bleue (…). Afin d'en assurer la non-dégradation à long terme, les services de l'État intègrent les réservoirs biologiques dans leurs stratégies départementales d'instruction des dossiers « loi sur l'eau » et veillent à leur bonne prise en compte par les projets d'aménagement susceptibles de les impacter directement ou indirectement.

Ils s'assurent notamment de la mise en œuvre exemplaire de la séquence ERC (cf. orientation fondamentale 2) par les porteurs de projet dans le cadre des procédures d'autorisation relatives aux polices de l'environnement (police de l'eau, des installations classées et des carrières). Une vigilance particulière est attendue pour que les solutions d'évitement soient étudiées. La préservation des réservoirs biologiques impose de ne pas altérer leur fonction d'essaimage ou leur qualité intrinsèque (qualité des eaux, des substrats et de l'hydrologie).

Pour le Rhône, il est recensé un total de 37 réservoirs biologiques qui concernent 16 unités hydrographiques cohérentes (UHC) et 25 tronçons homogènes (TH) (cf. Tableau 5). Le réseau des réservoirs biologiques est plus dense sur le Haut Rhône que sur le Bas Rhône. Il est constitué de 9 tronçons du Rhône et de 28 affluents directs. Les argumentaires associés (information publique sur le SIERMC) informent sur le rôle de ces réservoirs (indications sommaires).

La cartographie des réservoirs biologiques figure dans les fiches UHC et globalement sur la Carte 15.



Carte 15 : Linéaires de réservoirs biologiques

3.6 Continuité biologique

La continuité biologique est l'une des deux composantes, avec la continuité sédimentaire, de la continuité écologique qui concerne donc tout à la fois le transport solide comme la libre circulation des organismes aquatiques. Pour la continuité biologique des poissons, sont pris en considération aussi bien la montaison (sens aval-amont) que la dévalaison (amont-aval).

Cette partie traite successivement :

- Le classement des cours d'eau pour la continuité écologique ;
- Les ouvrages déclarés prioritaires ;
- Le Plan de gestion des poissons migrateurs (PLAGEPOMI).

3.6.1 Classement cours d'eau

La conservation ou la restauration de la libre circulation des espèces, en particulier des poissons, s'appuie sur le classement réglementaire des cours d'eau introduit par la Loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006 (article L.214-17 et L.214-18 du Code de l'environnement) qui a réformé les dispositifs de classements afin de les adapter aux exigences du droit communautaire (DCE du 23 octobre 2000 et directive « Energie » du 27 septembre 2001).

Ainsi les anciens classements (nommés L432-6 et loi de 1919) sont remplacés par un nouveau classement établissant deux listes distinctes. Les arrêtés de classement des cours d'eau en liste 1 et en liste 2 au titre de l'article L.214-17 du code de l'environnement ont été signés le 19 juillet 2013 par le Préfet coordonnateur de bassin Rhône-Méditerranée et publiés au Journal officiel de la République française le 11 septembre 2013.

- **Une liste 1** a été établie sur la base des réservoirs biologiques du SDAGE 2010-2015, des cours d'eau en très bon état écologique et des cours d'eau nécessitant une protection complète des poissons migrateurs amphihalins. L'objet de cette liste est de contribuer à l'objectif de non dégradation des milieux aquatiques ;

  Ainsi, sur les cours d'eau ou tronçons de cours d'eau figurant dans cette liste, aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique (cf. article R214-109 du code de l'environnement). Le renouvellement des autorisations ou concessions des ouvrages implique le respect de prescriptions permettant de maintenir le très bon état écologique, de maintenir ou d'étendre le bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant et d'assurer la protection des poissons migrateurs amphihalins (cf. article L214-17 du code de l'environnement). Ces nouvelles obligations s'appliquent dès la publication de la liste.

- **Une liste 2** concerne les cours d'eau ou tronçons de cours d'eau nécessitant des actions de restauration de la continuité écologique (transport des sédiments et circulation des poissons). Tout ouvrage faisant obstacle sur ces tronçons doit y être géré (par exemple : ouverture régulière de vannes, …), entretenu et équipé (par exemple : construction de passe à poissons, …) selon des règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant.

  Les actions de restauration de la continuité écologique des cours d'eau figurant dans cette liste contribueront aux objectifs environnementaux du SDAGE et à ceux du PLAGEPOMI. La définition de la liste a ainsi tenu compte des objectifs portés par le PLAGEPOMI 2010-2015 et le volet Rhône-Méditerranée du plan national Anguille.

3.6.2 Ouvrages prioritaires

- **Définition des ouvrages prioritaires en 2018**

En application de l'article L214-17 du Code de l'environnement, la restauration de la continuité écologique et sédimentaire sur les cours d'eau, objet de la disposition 6A-05 du SDAGE, est ciblée sur les ouvrages et obstacles situés sur les cours d'eau classés en liste 2 et pour 2 d'entre eux, certains tronçons classés en liste 1 portant des enjeux grands migrateurs et identifiés à ce titre comme zones d'actions prioritaires (ZAP) dans le cadre du PLAGEPOMI.

Une liste d'ouvrages faisant obstacle à la continuité écologique et nécessitant des travaux (équipement, aménagement, effacement, etc.) a été établie par les services de l'État (DDT et DREAL) avec l'appui de l'OFB (ex-AFB et ONEMA) et de l'Agence de l'eau, en concertation avec les structures de gestion. Elle a été élaborée à partir d'un diagnostic des ouvrages présents sur les tronçons de cours d'eau classés en liste 2 et sur les zones d'actions prioritaires du PLAGEPOMI.

Tous les ouvrages situés sur ces tronçons n'ont pas besoin de mise en conformité. En effet, certains ont déjà fait l'objet d'actions par le passé, d'autres n'impactent pas significativement la continuité. A l'inverse, selon les tronçons, la mise en œuvre des obligations liées à la liste 2 peut aller, le cas échéant, au-delà des ouvrages prioritaires listés, suite à des évolutions morphologiques de la rivière par exemple.

Une première liste a été publiée en janvier 2016 : 1 378 ouvrages ont ainsi été identifiés. Suite à la consultation de 2016 effectuée dans le cadre de l'élaboration du PLAGEPOMI 2016-2021, des modifications ont été apportées à la liste des ouvrages prioritaires du bassin : des corrections, des précisions portant sur les enjeux grands migrateurs et la suppression de 3 ouvrages. La liste est ainsi portée à 1375 ouvrages prioritaires. Sur cette liste, 9 ouvrages sont situés sur le Rhône : seuil des Molottes (UHC#07-BRC), barrage de Villebois (UHC#08-SAB), seuil de Pérollière et seuil du Grand-Sault dans le RCC de Sault-Brénaz (UHC#08-SAB), seuil de la Feyssine et seuil du PK14 (UHC#10-ALY), barrage de Donzère (UHC#19-DZM), seuil de la confluence avec le Lez, barrage de Vallabrègues, seuil de Beaucaire (UHC#23-VAL).

Environ 20 % des ouvrages prioritaires, soit 255 ouvrages, présentent un enjeu vis-à-vis de la circulation des poissons migrateurs amphihalins et nécessiteront que les travaux de restauration de la continuité prennent en compte les besoins de ces espèces.

A noter que ces ouvrages prioritaires visent principalement au rétablissement de la continuité longitudinale. La restauration de la continuité latérale, correspondant à la reconnexion du cours principal avec sa plaine alluviale, élément de première importance pour des espèces comme le brochet semble finalement assez peu abordée. Les actions visant ces espèces sont principalement orientées vers la restauration/reconnexion des lônes et autres bras secondaires du Rhône.

- **Re-priorisation des ouvrages à équiper dans le cadre de la continuité apaisée**

La note technique du 30/04/2019 relative à la mise en œuvre du plan d'action pour une politique apaisée de restauration de la continuité écologique des cours d'eau amène à redéfinir les priorités d'aménagement des obstacles à la continuité.

Pour le Rhône, sur les 9 ouvrages précédents, 3 ouvrages sont redéfinis comme prioritaires : seuil des Molottes (UHC#07-BRC), seuil de la Feyssine (UHC#10-ALY), barrage de Donzère (UHC#19-DZM).

- **Priorités d'actions**

La restauration de la continuité sur ces ouvrages représente une ambition forte pour l'ensemble des propriétaires des ouvrages concernés. Elle constitue le volet « continuité écologique » du programme de mesures 2016-2021, encadré par les dispositions 6A-05 et 6A-06 du SDAGE, et sera prise en compte par les services de l'État lors de l'élaboration des plans d'actions opérationnels territorialisés (PAOT).

Au-delà des travaux de restauration de la continuité, certains ouvrages situés en liste 2, à l'état de ruine doivent faire l'objet d'une régularisation administrative pour ne pas recréer d'obstacle à la continuité : ces derniers n'apparaissent pas dans la liste des ouvrages prioritaires mais font l'objet d'une procédure administrative par les services en charge de la police de l'eau.

Au-delà de ce cadre général de restauration, la poursuite de la reconquête des axes de migration des grands migrateurs est également affichée dans la disposition 6A-06 du SDAGE. Cette disposition est soutenue par les 3 cartes des zones d'actions prioritaires (ZAP) du PLAGEPOMI. Ces trois cartes ont été établies à dire d'experts dans le cadre des travaux de révision du PLAGEPOMI. La caractérisation de chaque zone d'action est précisée dans les paragraphes qui suivent.

L'objectif sur l'axe Rhône est d'améliorer la circulation des poissons en aval de la confluence avec la Galaure et la Cance pour l'anguille : aménagements de Beaucaire, Avignon-Sauveterre, Caderousse, Donzère, Rochemaure-Montélimar, Baix-le Logis-Neuf, le Pouzin, La Roche de Glun.

A noter que des étapes clés de la recolonisation du Rhône par les poissons en particulier amphihalins ont été franchies avec la mise en service des passes à poissons des barrages de Sauveterre (2017), de Rochemaure (2015) et du Pouzin (2017), donnant accès aux affluents aux forts potentiels que sont la Drôme et l'Eyrieux.

- **Espèces concernées**

Si, concernant les espèces amphihalines, la nécessité de restauration de la continuité biologique a bien été mise en évidence et fait l'objet d'études poussées notamment dans le cadre du PLAGEPOMI (voir paragraphe ci-après), il n'en n'a pas forcément été de même pour les espèces holobiotiques. Certes, ces espèces n'ont pas besoin de passer du milieu marin à l'eau douce, et leurs migrations sont le plus souvent d'ampleur plus limité ; il n'en reste pas moins que pour plusieurs d'entre elles, l'accomplissement du cycle vital nécessite des déplacements entre les zones de reproduction, de grossissement, voire de refuge.

La liste de ces espèces peut être appréhendée à partir de la liste des espèces « cibles » hors amphihalin, associées aux ouvrages prioritaires présentés précédemment et présents sur le Rhône lui-même ainsi que la partie basse de ses principaux affluents. Ces listes concernant majoritairement les espèces susceptibles de faire l'objet de mesures de protection et/ou présentant un caractère patrimonial marqué : truite fario, chabot, ombre commun, lamproie de Planer, apron du Rhône, blageon, vandoise, lote. Elles peuvent néanmoins parfois intégrer toutes les espèces recensées sur le tronçon de cours d'eau situé au droit de l'ouvrage, ou certaines catégories telles que les cyprinidés d'eaux vives (CEV) tels que le barbeau, le hotu, le chevaine, etc., ou encore les petites espèces benthiques (PEB) comme le chabot, la lamproie de planer, l'apron.

Les connaissances sur l'état des populations de ces espèces dulçaquicoles font largement défaut, exception faite peut être de l'apron du Rhône, seule espèce endémique du bassin versant (voir ci-après) et qui fait l'objet de divers plans d'action (programme « Life » et PNA). La principale raison est en lien avec la difficulté d'étudier ses organismes très mobiles dans un milieu aux dimensions aussi importantes que celles du Rhône. Il n'en reste pas moins que les effectifs de plusieurs d'entre elles semblent actuellement orientées à la baisse : cas des salmonidés (truite fario et ombre commun) sur le Haut-Rhône, de la vandoise sur l'ensemble du linéaire, du gardon sur le bas-Rhône, etc. Les raisons qui peuvent expliquer ces évolutions sont largement multifactorielles et dépassent le cadre de la présente étude.

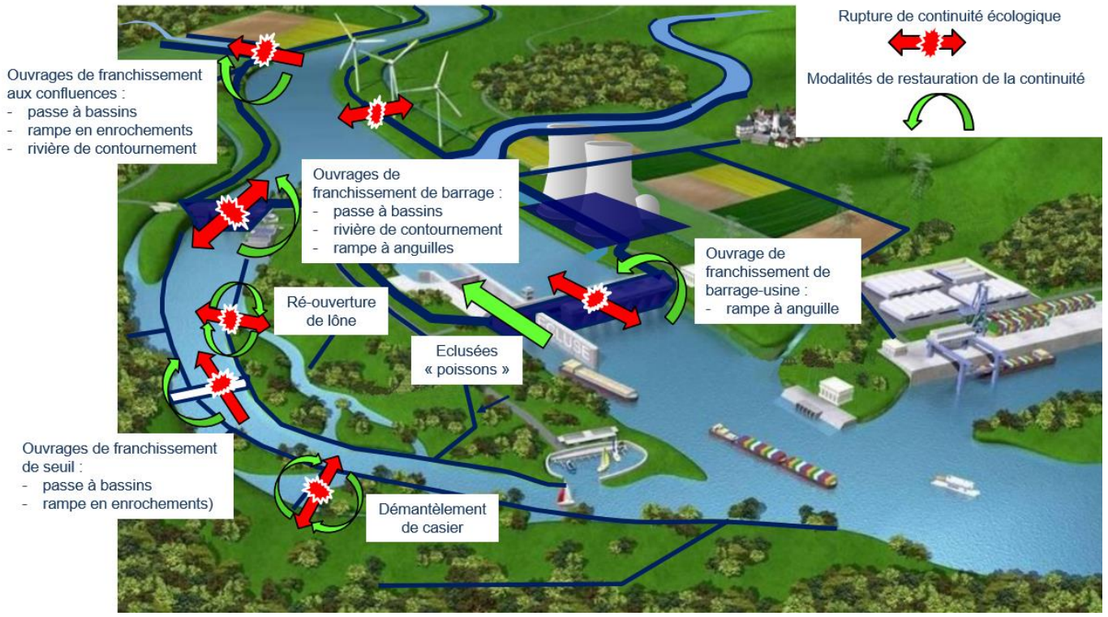


Figure 23 : Schéma de synthèse des conditions type de continuité biologique sur le Rhône

3.6.3 Plan de gestion des poissons migrateurs (PLAGEPOMI) du bassin RMC 2016-2021

Le PLAGEPOMI 2016-2021 a été approuvé par arrêté du préfet coordonnateur de bassin en date du 14 novembre 2016. Ce PLAGEPOMI fait suite à trois premiers plans qui ont permis de développer progressivement les éléments techniques et scientifiques nécessaires à l'amélioration des connaissances et de la gestion et à la reconquête des axes de migration des trois espèces de poissons migrateurs amphihalins du bassin.

L'objectif général du plan de gestion Rhône-Méditerranée est la préservation et la reconquête durable des populations de poissons migrateurs amphihalins pour chacune des trois espèces concernées. En effet, comme le plan précédent (2010-2015), le PLAGEPOMI 2016-2021 concerne les espèces suivantes :

- l'anguille ;
- l'alose feinte du Rhône ;
- la lamproie marine.

Les deux plans précédents ciblaient, pour le premier, l'alose, et pour le second l'alose, l'esturgeon, l'anguille, les lamproies et les salmonidés.

Ce plan de gestion s'articule avec la mise en œuvre des autres politiques relatives à la gestion de l'eau et des milieux aquatiques. Il précise en particulier les objectifs et actions relatives aux poissons migrateurs évoquées dans le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) du bassin. Il reprend intégralement les dispositions du plan de gestion de l'Anguille et celles de la stratégie du Plan Rhône-Saône 2015-2020 signée le 30 octobre 2015 relatives à la reconquête du fleuve Rhône par les poissons migrateurs et les complète sur les aspects transversaux (dispositif de suivi, connexion aux affluents, etc.). Rappelons que le contenu du PLAGEPOMI est défini par l'article R436-45 du Code de l'environnement.

Il est organisé autour de cinq orientations visant à atteindre des objectifs dans les cinq ans pour chacune des espèces concernées :

- Orientation 1 : reconquérir les axes de migration ;
- Orientation 2 : suivre et gérer les pêcheries ;
- Orientation 3 : poursuivre et optimiser le suivi des populations ;
- Orientation 4 : poursuivre l'acquisition de connaissances sur ces espèces et leurs habitats pour mieux les préserver ;
- Orientation 5 : sensibiliser et communiquer sur les enjeux du plan de gestion.

Le PLAGEPOMI précise les territoires sur lesquels les enjeux des trois espèces concernées doivent être pris en compte tant pour la restauration des milieux aquatiques que pour le suivi et l'amélioration des connaissances. Il distingue :

- Les **zones d'action prioritaire (ZAP)**, sur lesquels il existe un enjeu pour une espèce ou une population de poissons migrateurs. Les ZAP sont assorties d'objectifs de préservation et de restauration de la colonisation et des possibilités de retour à la mer. Les ZAP retenues intègrent l'ensemble des tronçons classés en liste 2 comportant un enjeu « poissons migrateurs » ainsi que quelques tronçons classés en liste 1.

  Au sein de ces ZAP, sur les ouvrages prioritaires, un diagnostic devait être lancé au plus tard fin 2017 afin de confirmer ou infirmer le besoin de travaux pour le passage des poissons migrateurs tant à la montaison qu'à la dévalaison. À l'issue du diagnostic, la solution retenue, au regard des besoins des poissons migrateurs et en tenant compte des contraintes techniques et économiques, doit être mise en œuvre pour une réalisation des travaux d'aménagement d'ici 2021.

- Les **zones d'action à long terme (ZALT)**, sur lesquelles la présence de grands migrateurs est relictuelle ou historique. Sur ces zones, les objectifs visent à renforcer les connaissances de manière à préciser les enjeux.

Le détail cartographique de ces zones est présenté en partie §.4.4.3.

3.7 Corridors écologiques

Les corridors écologiques ont été définis à différentes échelles sur le territoire étudié et sur la base de plusieurs documents. Tout d'abord, le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) élaboré dans les anciennes régions administratives (Rhône-Alpes, Provence-Alpes Côte d'Azur et Languedoc-Roussillon) définit les réservoirs de biodiversité à l'échelle de ces régions ainsi que les corridors écologiques et les obstacles au déplacement des espèces. Ils ont donc pu être identifiés et définis pour chaque UHC et autour de celles-ci (cf. volet E5 des fiches UHC).

Pour la partie suisse, le réseau écologique est décrit par le Réseau National Ecologique (REN), qui définit des zones nodales, zones d'extension, continuums et corridors pour 4 sous trames (zones humides, zones aquatiques, prairies sèches et forêts).

Ainsi, au sein des UHC, certaines zones revêtent un intérêt écologique soit parce qu'elles ont pu être identifiées en tant que réservoir de biodiversité, soit en tant que corridor écologique. Dans la plupart des cas, au sein des UHC, le Vieux Rhône et ses milieux annexes est défini comme un corridor écologique car il assure la continuité transversale entre les différents habitats. Le Rhône forme ainsi un élément du corridor naturel constitué par le fleuve tout entier à l'échelle des 3 Régions. Le Rhône a un rôle important comme axe de transit Nord-Sud, pour les espèces aquatiques et de zones humides (trame bleue), les oiseaux (halte migratoire, site d'hivernage), relativement préservé (hormis certaines infrastructures telles que les infrastructures hydroélectriques). Par contre, les connexions Est-Ouest sont souvent beaucoup plus contraintes par l'urbanisation linéaire.

Globalement, le constat est aujourd'hui bien admis que les milieux aquatiques souffrent de discontinuités et de cloisonnements. En effet, un certain nombre d'activités et d'aménagements liés à l'eau et à la gestion de l'eau (barrages, seuils, hydroélectricité…) ainsi qu'à la protection des biens et des personnes (endiguement de berges, recalibrage…) perturbe le fonctionnement des cours d'eau tant du point de vue latéral que longitudinal. Au niveau longitudinal, la circulation des espèces est gênée (montaison et/ou dévalaison). Les ouvrages de franchissement spécifiques pour la faune bien que grandissants ne sont pas encore suffisants et, si leur fonctionnalité est en cours de caractérisation, il n'en reste pas moins des obstacles à la continuité biologique. Une continuité écologique longitudinale satisfaisante implique également le bon déroulement du transport naturel des sédiments. Or, le diagnostic de Mission 2 sur le fonctionnement hydrosédimentaire a montré que les flux sédimentaires sont perturbés par les aménagements anciens et plus récents, qui induisent des perturbations morphologiques et hydrologiques.

De façon plus ou moins directe, au niveau latéral, les aménagements anciens ont entraîné des phénomènes d'enfoncement du lit des cours d'eau aujourd'hui globalement stabilisés, de déconnexion des milieux humides périphériques, de disparition des ripisylves, d'artificialisation des berges… Les échanges entre le cours d'eau et ses milieux annexes, indispensables au cycle de vie de certaines espèces, peuvent être rendus impossibles ; de même, la traversée du Rhône par la faune est rendue impossible au droit des retenues et canaux usiniers qui composent l'essentiel du linéaire.

Les corridors écologiques ciblent aussi les espaces d'interface entre milieux aquatiques et terrestres. « Ces écotones abritent non seulement des espèces et des communautés d'espèces appartenant aux différents milieux qui les bordent, mais également un cortège d'espèces qui leur est spécifique. Ce sont donc des milieux très riches en biodiversité, essentiels à la bonne fonctionnalité des continuités écologiques régionales. Ce sont aussi trop souvent des espaces très vulnérables, peu mis en valeur ou soumis à conflits d'usage. Les forêts alluviales et les ripisylves, notamment le long des grands cours d'eau, jouent un rôle stratégique puisqu'elles permettent une connectivité entre la « trame bleue » et la « trame verte » nécessaire pour l'avifaune, les amphibiens et certains mammifères comme la loutre et le castor » (SRCE Rhône-Alpes, PACA et Languedoc-Roussillon, 2014).

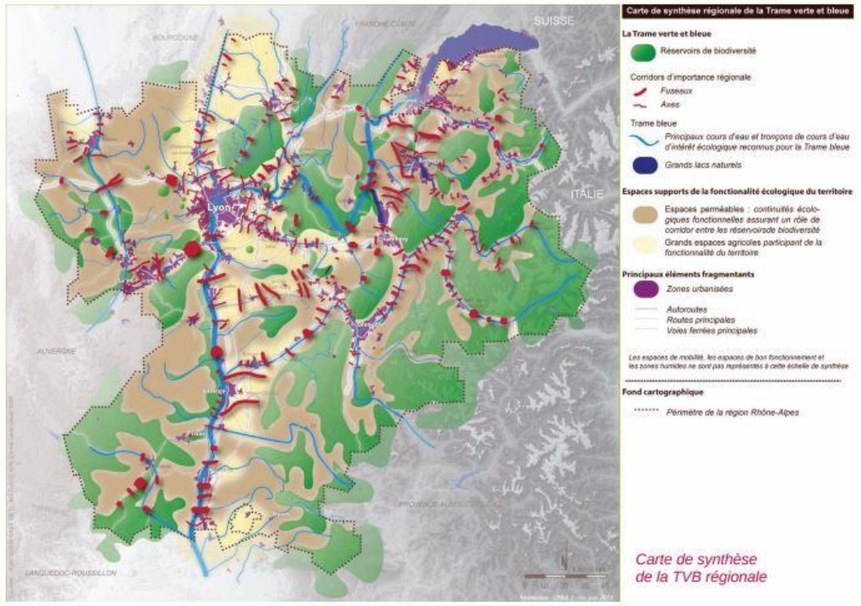


Figure 24 : Carte synthétique de la Trame Verte et Bleue en Rhône-Alpes (source : LPO)

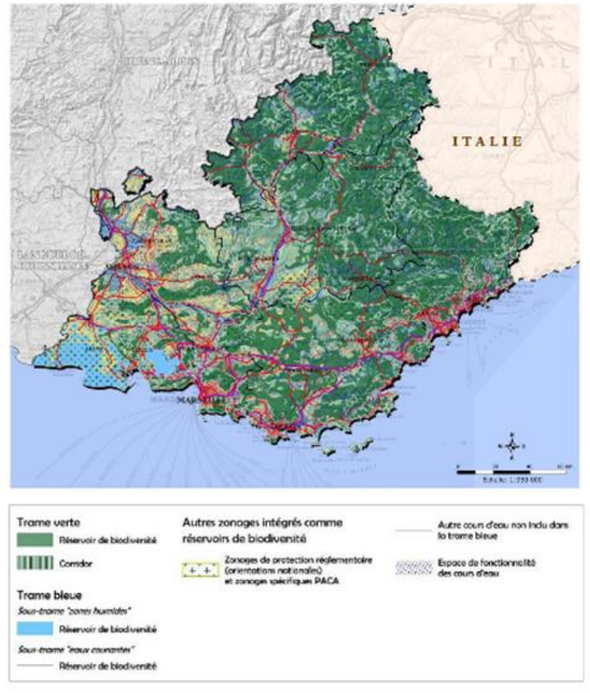


Figure 25 : Carte synthétique de la Trame Verte et Bleue en PACA (Source : Pôle lagunes)

4 Synthèse des connaissances sur les milieux aquatiques

4.1 Qualité de l'eau et des sédiments

4.1.1 Stations de mesure

Les données présentées ci-après sont issues principalement du programme de surveillance de l'état des eaux mis en œuvre par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse.

Ce programme de surveillance comprend :

- **les réseaux de contrôle de surveillance (RCS)** qui évaluent l'état général des eaux superficielles et souterraines à l'échelle de chaque bassin et son évolution à long terme. Ces réseaux pérennes sont constitués de sites représentatifs des diverses situations rencontrées sur chaque bassin pour permettre des extrapolations ;
- **les réseaux de contrôle opérationnel (RCO)** qui ciblent les masses d'eau les plus dégradées pour mieux suivre l'effet de la mise en œuvre des efforts faits pour reconquérir leur bon état dans le cadre du schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) ;
- **enfin, pour les cours d'eau et les plans d'eau, le réseau de référence pérenne** qui est mis en place pour permettre de conforter la connaissance de ces conditions de référence (c'est-à-dire l'état en situation naturelle ou quasi naturelle), et de prendre en compte les changements à long terme des conditions naturelles, notamment le changement climatique, dans le référentiel du bon état écologique de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE).

A l'échelle du bassin versant du Rhône et des côtiers méditerranéens, les mesures s'effectuent sur 1 600 stations réparties comme suit :

Tableau 6 : Nombre de stations de suivi de la qualité de l'eau

Milieu	Réseau de référence	Réseau de contrôle de surveillance (RCS)	Réseau de contrôle opérationnel (RCO)	TOTAL[16]
Cours d'eau	92	396	658	826
Plans d'eau	14	45	47	87
Eaux souterraines		333	344	570
Eaux côtières		18	8	20
Eaux de transition		11	17	22

Les prestations analytiques et hydrobiologiques de ce programme sont prises en charge par l'Agence de l'eau, avec l'appui :

- des Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) des bassins Rhône-Méditerranée et Corse pour l'hydrobiologie hors poissons ;
- de l'Office Français de la Biodiversité / OFB (ex- Agence Française pour la Biodiversité / AFB et ex-Office national de l'eau et des milieux aquatiques / ONEMA) pour les poissons ;
- de l'Institut méditerranéen d'océanologie pour les flux à la Méditerranée ;
- de l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER) pour les eaux côtières et de transition ;
- des Conseils départementaux de l'Ain, de la Drôme, de l'Hérault, du Rhône et du Syndicat mixte de gestion de la nappe de la Vistrenque pour les eaux souterraines.

Ce suivi combine l'analyse de près de cinq cents paramètres chimiques dans l'eau et les sédiments (dont plusieurs centaines de micropolluants parmi lesquels les pesticides) et la détermination d'indices biologiques. Les campagnes sont effectuées mensuellement pour les analyses d'eau et à des fréquences adaptées pour les autres paramètres (prise en compte de durée de cycle biologique par exemple). Des observations sur l'état physique des milieux viennent compléter ce dispositif.

A l'échelle du territoire d'étude qui prend en compte le lit du Rhône, ses annexes, ainsi que la partie aval de ses principaux affluents, la surveillance s'exerce aujourd'hui en 30 points : 11 sur le Haut Rhône, 19 sur le Rhône aval, auxquels s'ajoutent les points sur les affluents avant leur confluence (voir page suivante).

La liste détaillée des stations retenues est présentée dans les deux tableaux suivants.

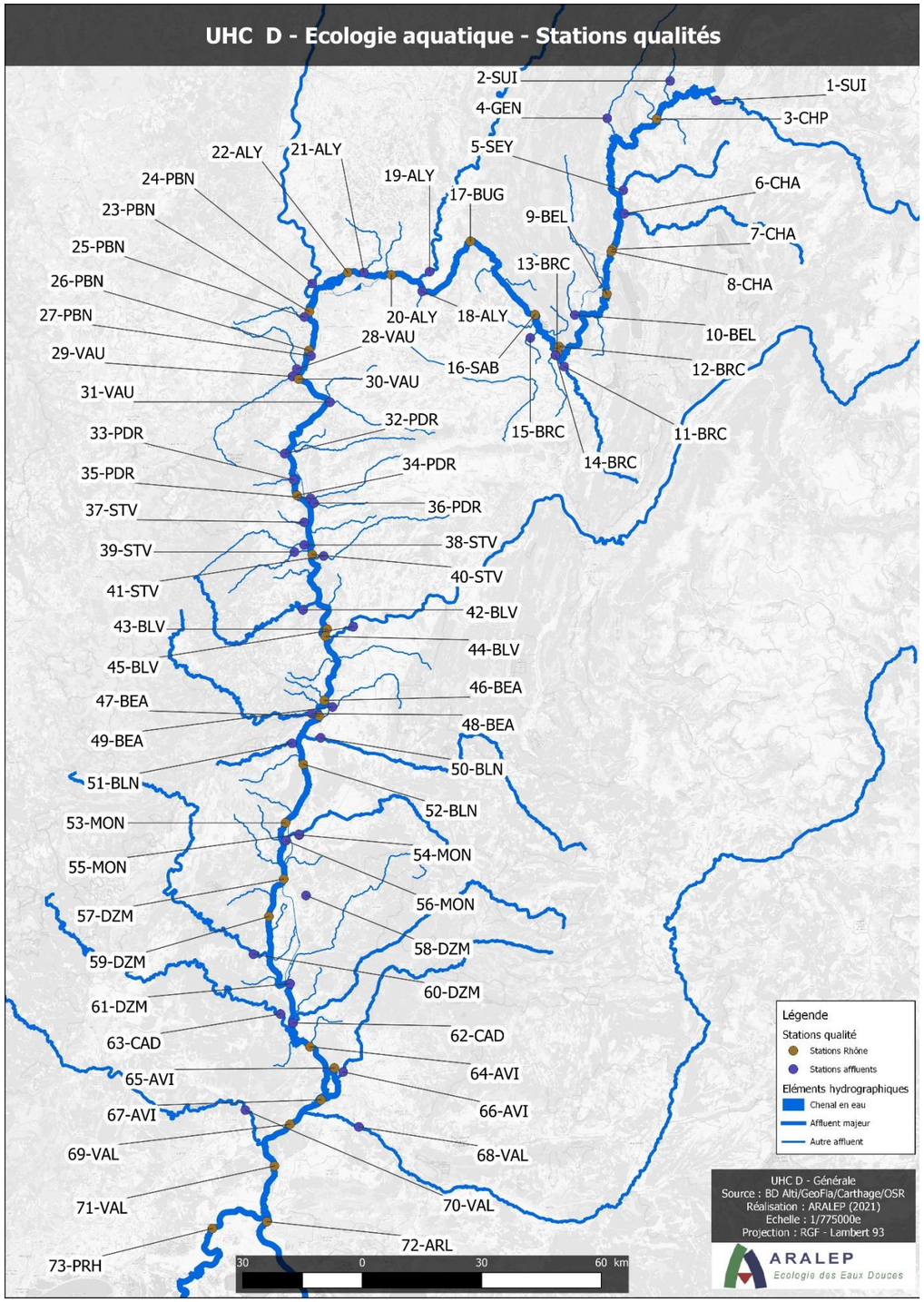
Tableau 7 : Liste des stations de suivi de la qualité de l'eau et des sédiments localisées sur le cours principal du Rhône

Cours d'eau	Masse d'eau	Code Masse d'eau	Station	Code Carte
Rhône	Le Rhône de la frontière suisse au barrage de Seyssel	FRDR2000	Pougny	3-CHP
Rhône	Rhône de Chautagne (RCC)	FRDR2001a	Ruffieux	7-CHA
Rhône	Le Rhône du barrage de Seyssel au pont d'Evieu	FRDR2001a	Culoz	8-CHA
Rhône	Rhône de Belley (RCC)	FRDR2001b	Massignieu de Rives	9-BEL
Rhône	Le Rhône du barrage de Seyssel au pont d'Evieu	FRDR2001	Brégnier-Cordon 3	12-BRC
Rhône	Le Rhône du barrage de Seyssel au pont d'Evieu	FRDR2001c	Brégnier-Cordon 1	13-BRC
Rhône	Le Rhône du pont d'Evieu au défilé de St Alban Malarage	FRDR2002	Rhône à Brangues	16-SAB
Rhône	Le Rhône de Sault-Brenaz au pont de Jons	FRDR2004	Rhône à St Sorlin en Bugey	17-BUG
Rhône	Le Rhône de Miribel (Pont de Jons à confluence canal Jonage)	FRDR2005a	Rhône à Jons	20-ALY
Rhône	Le Rhône de Miribel (Pont de Jons à confluence canal Jonage)	FRDR2005a	Rhône à Miribel	22-ALY
Rhône	Le Rhône du pont de Jons à la confluence avec la Saône	FRDR2005	Rhône à Lyon	23-PBN
Rhône	Rhône de Vernaison	FRDR2006a	Rhône à Vernaison 1	26-PBN
Rhône	Le Rhône de la confluence de la Saône à la confluence de l'Isère	FRDR2006	Rhône à Chasse-sur-Rhône	30-VAU
Rhône	Rhône de Roussillon	FRDR2006b	Rhône à Serrières	34-PDR
Rhône	Le Rhône de la confluence de la Saône à la confluence de l'Isère	FRDR2006	Rhône à St Vallier	40-STV
Rhône	Le Rhône de la confluence de l'Isère à Avignon	FRDR2007	Rhône à la Roche de Glun 1	43-BLV
Rhône	Rhône de Bourg lès Valence	FRDR2007a	Rhône à Cornas	44-BLV
Rhône	Le Rhône de la confluence de l'Isère à Avignon	FRDR2007	Rhône à Beauchastel 1	46-BEA
Rhône	Rhône de Charmes-Beauchastel	FRDR2007b	Rhône à Beauchastel 2	47-BEA
Rhône	Rhône de Baix-Logis-Neuf	FRDR2007c	Rhône à Baix	52-BLN
Rhône	Rhône de Montélimar	FRDR2007d	Rhône à Rochemaure	53-MON
Rhône	Le Rhône de la confluence de l'Isère à Avignon	FRDR2007	Rhône à Donzère 1	57-DZM
Rhône	Rhône de Donzère	FRDR2007e	Rhône à Pierrelatte	59-DZM
Rhône	Le Rhône d'Avignon à Beaucaire	FRDR2008	Rhône à Roquemaure	64-AVI
Rhône	Lône de Caderousse et bras des Arméniers	FRDR2007f	Bras des Arméniers à Sorgues	65-AVI
Rhône	Bras d'Avignon et ses annexes	FRDR2008a	Rhône à Avignon 2	67-AVI
Rhône	Le Rhône d'Avignon à Beaucaire	FRDR2008	Rhône à Aramon	69-VAL
Rhône	Rhône de Beaucaire	FRDR2008b	Rhône à Beaucaire	71-VAL
Rhône	Le Rhône de Beaucaire au seuil de Terrin et au pont de Sylvéréal	FRDR2009	Rhône à Arles 2	72-ARL
Rhône	Le Rhône de Beaucaire au seuil de Terrin et au pont de Sylvéréal	FRDR2009	Petit Rhône à St Gilles 1	73-PRH

[16] Une station peut entrer dans plusieurs types de réseaux

Tableau 8 : Liste des stations de suivi de la qualité de l'eau et des sédiments localisées sur la partie terminale des affluents du Rhône

Cours d'eau	Masse d'eau	Code Masse d'eau	Station	Code Carte
Arve	L'Arve de la confluence acec la Menoge jusqu'au Rhône	FRDR555d	Veyrier	1-SUI
Allondon	Le Lion et l'Allondon de leur confluence à la Suisse	FRDR547b	Thoiry 1	2-SUI
Valserine	La Valserine	FRDR545	Montanges	4-GEN
Usses	Les Usses du Creux du Villard exclu au Rhône	FRDR540	Seyssel	5-SEY
Fier	Le Fier de sa confluence avec la Fillière jusqu'au Rhône	FRDR530	Motz	6-CHA
Furans	Le Furans de l'Arène au Rhône	FRDR519	Belley 1	10-BEL
Guiers	Le Guiers de la confluence Guiers mort/Guiers vif au Rhône	FRDR515	Saint Genix sur Guiers	11-BRC
Bièvre	La Bièvre	FRDR12020	Bièvre à les Avenières 1	14-BRC
L'Huert	L'Huert	FRDR10992a	L'Huert à Les Avenières 2	15-BRC
Bourbre	La Bourbre	FRDR506c	Bourbre à Chavanoz	18-ALY
Ain	L'Ain du Suran à la confluence avec le Rhône	FRDR484	Ain à St Maurice de Gourdans	19-ALY
Sereine	La Sereine	FRDR10576	Sereine à Beynost	21-ALY
Saône	La Saône de Villefranche sur Saône à la confluence avec le Rhône	FRDR1807b	Saône à Lyon 1	24-PBN
Yzeron	L'Yzeron de Charbonnières à la confluence avec le Rhône	FRDR482b	Yzeron à Oullins 2	25-PBN
Ozon	Ruisseau de l'Ozon	FRDR10315	Ozon à Solaize	27-PBN
Garon	Le Garon de Brignais au Rhône	FRDR479c	Garon à Grigny	28-VAU
Giers	Le Gier du ruisseau du Grand Malval au Rhône	FRDR474	Gier à Givors	29-VAU
Gère	Gère de l'aval de la confluence avec la Vésone au Rhône	FRDR472b	Gère à Vienne	31-VAU
Valencize	Ruisseau la Valencize	FRDR10621	Valencize à Chavannay 2	32-PDR
Limony	Limony	FRDR468	Limony à Limony	33-PDR
Dolon	Le Dolon	FRDR2014	Dolon à Sablons	35-PDR
Oron	L'Oron de St Barthélémy de Beaurepaire jusqu'au Rhône	FRDR466b	Oron à St Rambert d'Albon 2	36-PDR
Ecoutay	Ecoutay	FRDR465	Ecoutay à St Désirat	37-STV
Cance	La Cance de la Deume au Rhône	FRDR460	Cance à Sarras 1	38-STV
Ay	L'Ay	FRDR459	L'Ay à Sarras 2	39-STV
Galaure	La Galaure du Galaveyson au Rhône	FRDR457	Galaure à St Barthélémy de Vals	41-STV
Doux	Le Doux de la Daronne au Rhône	FRDR452	Doux à St Jean de Muzols	42-BLV
Isère	L'Isère de la Bourne au Rhône	FRDR312	Isère à Chateauneuf-sur-Isère 2	45-BLV
Eyrieux	L'Eyrieux de l'amont de sa confluence avec la Dunière à sa confluence avec le Rhône	FRDR444b	Eyrieux à Beauchastel	48-BEA
Véore	La Véore de la D538 (Chabeuil) au Rhône	FRDR448a	Véore à Etoile-sur-Rhône 2	49-BEA
Drôme	La Drôme de Crest au Rhône	FRDR468a	Drôme à Livron-sur-Drôme	50-BLN
Ouvèze	Ouvèze du Mezayon au Rhône	FRDR1320c	Ouvèze à Rompon 2	51-BLN
Jabron	Le Jabron de Souspierre à sa confluence avec le Roubion	FRDR429a	Jabron à Montélimar	54-MON
Roubion	Le Roubion de l'Ancelle au Jabron	FRDR248b	Roubion à Montélimar-St-James	55-MON
Roubion	Le Roubion du Jabron au Rhône	FRDR428a	Roubion à Montélimar-La Mourgatte	56-MON
Berre	La Berre de la Vence au Rhône	FRDR422	Berre à Valaurie 1	58-DZM
Ardèche	L'Ardèche de la confluencxe de L'Ibie au Rhône	FRDR411b	Ardèche à St-Julien-de-Peyrolas	60-DZM
Lez	Le Lez de la Coronne au contre-canal du Rhône à Mornas	FRDR406a	Lez à Mondragon 1	61-DZM
Aigue	L'Aigue de la limite du département de la Drôme au Rhône	FRDR401b	Aigue à Caderousse	62-CAD
Cèze	La Cèze à l'aval de Bagnols	FRDR394b	Cèze à Chusclan	63-CAD
Ouvèze	L'Ouvèze de la Sorgue de Velleron à la confluence avec le Rhône	FRDR383	Ouvèze à Sorgues 1	66-AVI
Durance	La Durance du Coulon à la confluence avec le Rhône	FRDR244	Durance à Caumont-sur-Durance	68-VAL
Gard	Le Gard de Collias à la confluence avec le Rhône	FRDR377	Gard à Rémoulins	70-VAL



Carte 16 : Localisation des stations de suivi de la qualité de l'eau et des sédiments

4.1.2 Notion de bon état

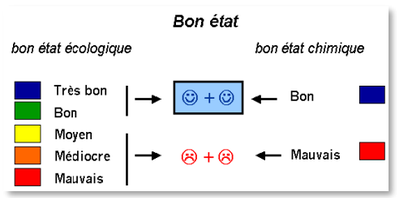
• Cas général

La notion de bon état comprend plusieurs composantes que sont le bon état chimique et le bon état écologique des eaux :

- **Le bon état écologique** comprend à la fois la qualité biologique (composante vivante qu'est la faune et la flore) et la qualité physique des milieux de vie (composante mésologique comme la diversité des milieux, la morphologie, la qualité des eaux, …).

  L'état écologique est appréhendé au travers d'éléments biologiques : IBD (diatomées), IBMR (macrophytes), IBGN (macroinvertébrés) et IPR (poissons) classés en 5 classes ; et d'éléments physico-chimiques généraux soutenant la biologie (9 substances). L'état hydromorphologique n'est pas caractérisé mais il intervient en soutien de la biologie afin de caractériser le « très bon » état.

  Pour chaque type de masse d'eau, l'état écologique se caractérise par un écart aux conditions de références qui sont les conditions représentatives d'une eau de surface pas ou très peu influencée par l'activité humaine. Dans le cas particulier des masses d'eau artificielles (MA) ou fortement modifiées (MEFM), la référence est le potentiel écologique maximum (seules quatre classes sont définies pour l'évaluation du potentiel). Les conditions de références seront concrètement établies au moyen d'un réseau constitué d'un ensemble de sites de référence, c'est à dire pas ou très peu impactés. Si pour certains types de masses d'eau il n'est pas possible de trouver des sites répondant aux critères ci-dessus (notamment les plus grands), les valeurs de référence pourront être déterminées par modélisation ou avis d'expert.



  Les limites de la classe « bon état » sont établies sur la base des différents « rounds » de l'exercice d'inter-étalonnage (2005/2006 puis 2011/2012) pour caler le « bon état » pour l'ensemble des états membres dans un référentiel homogène et normalisé. Les résultats de cet exercice ont été entérinés par la décision de la Commission n°2013/480/UE du 20 septembre 2013.

- **Le bon état chimique** est relatif à la pollution des eaux, appréhendée au travers de 41 substances prioritaires et dangereuses prioritaires (*i.e.* les substances considérées comme les plus pénalisantes vis-à-vis de la qualité des eaux) et classées en deux classes de qualité, « bon » et « mauvais » correspondant au respect / non-respect des valeurs-seuils fixées pour ces substances.

  Le bon état chimique est atteint lorsque pour ces 41 substances, les concentrations n'excèdent pas des valeurs-seuils appelées « **normes de qualité environnementales** » (NQE). Il convient de noter que la définition du bon état chimique est indépendante de la typologie des masses d'eau, puisque les mêmes valeurs seuils sont utilisées dans tous les cas. Elles intègrent toutefois, pour certains paramètres (métaux lourds), le bruit de fond (lié au fond géochimique) qui peut expliquer des concentrations élevées.

Degré d'effort accompli (P/Bpe)	Potentiel de restauration (Indicateur valeur du Pem) Faible (<15)	Moyen (15 - 30)	Elevé (>30)
Niveau 4 (100 % et plus)	BON	BON	BON
Niveau 3 (50 - 100 %)	MOYEN	MOYEN	MOYEN
Niveau 2 (25 - 50 %)	MOYEN	MEDIOCRE	MEDIOCRE
Niveau 1 (<25 %)	MOYEN	MEDIOCRE	MAUVAIS

L'état d'une eau de surface est donc obtenu par la plus mauvaise valeur de ces deux états. Pour atteindre le bon état sur une masse d'eau « cours d'eau », il faut que l'état écologique et l'état chimique soient au minimum classés comme bons. D'où l'importance d'intervenir en parallèle sur la gestion et l'amélioration de la qualité des eaux et de la qualité physique des hydrosystèmes.

• Cas du Rhône

L'évaluation de l'état écologique dans les très grands cours d'eau (TGCE) comme le Rhône se heurte à trois limites principales, valables pour l'ensemble des éléments biologiques :

- il n'existe plus aucun système de type « Très grand cours d'eau » qui puisse être considéré comme un système clairement de référence en France métropolitaine, ce qui limite la mise au point de grilles de qualité fiables. Dans ce contexte général, c'est probablement l'évaluation des TGCE sur plaine alluviale et bénéficiant naturellement des milieux péri-fluviaux qui pose le plus problème. En effet, l'absence de sites de référence est surtout liée à la très grande rareté de sites où les connexions latérales avec les milieux péri-fluviaux sont encore présentes ;
- le faible nombre de TGCE disponibles au niveau national limite fortement la mise au point de modèles statistiques robustes, et ce d'autant plus que les connaissances disponibles actuellement donnent à penser que chaque grand fleuve est un cas particulier différant sur le plan du fonctionnement propre (caractère idiosyncratique de ce type de milieux) ;
- les difficultés d'application des protocoles d'échantillonnage dans les TGCE par rapport aux zones situées plus en amont affectent la reproductibilité des protocoles mis en œuvre, limitent la qualité des données disponibles et impactent ainsi négativement la qualité des évaluations qui peuvent être faites.

Ainsi, l'évaluation de l'état écologique dans les TGCE souffre aujourd'hui d'un manque de protocoles aisément reproductibles, de méthodes de bioindication spécifiques et de grilles indicielles adaptées permettant une évaluation robuste de l'état. De plus, la grande majorité (près de 80%) des TGCE sont aujourd'hui classés en tant que masses d'eau fortement modifiées (MEFM), complexifiant encore un peu plus leur évaluation.

En effet, la DCE identifie des masses d'eau sur lesquelles s'exercent une ou plusieurs activités humaines qui modifient fortement leurs caractéristiques hydromorphologiques originelles, à un point tel qu'il ne serait pas possible d'atteindre le bon état écologique sans remettre en question ces activités (encore appelées Contraintes Techniques Obligatoires ou CTO : cf. volets navigation, hydroélectricité, protection inondation). Ces masses d'eau fortement modifiées (MEFM), se voient donc attribuer des objectifs biologiques adaptés, qui tiennent compte de la part irréductible de ces modifications physiques. Il s'agit du bon potentiel écologique (BPE) au lieu du bon état écologique (BEE) et du bon état chimique (BEC, identique à celui des masses d'eau naturelles). Tous les linéaires endigués aménagés du Rhône sont identifiés MEFM ; cela correspond à 20 des 26 masses d'eau définies sur le Rhône.

Sur le Rhône, la démarche qui a été engagée dans une étude sur le bon potentiel écologique (GRONTMIJ, 2013 ; Note du secrétariat technique du SDAGE, 2014) reprend les principes proposés au niveau européen (protocole alternatif dit « de Prague ») pour établir un indicateur du potentiel écologique du fleuve pour chacune de ses masses d'eau (y compris les masses d'eau naturelles (MEN) intégrées à la démarche), ainsi que la valeur de cet indicateur au-delà de laquelle le bon potentiel écologique peut être considéré comme atteint. L'indicateur de potentiel écologique est construit à partir d'une identification des mesures qui pourraient soutenir la restauration du fleuve. Des scores sont associés à l'efficacité technique de chaque mesure, de manière générique, mais aussi pour chaque masse d'eau, sur la base des connaissances des acteurs locaux, des résultats de travaux scientifiques et d'expertises.

Le potentiel est calculé sur la base d'un écart au potentiel écologique maximum (PEM), situation théorique où toutes les mesures inventoriées seraient mises en place. Le bon potentiel correspond à la situation où tout ou partie des mesures estimées les plus efficaces serait appliqué, parmi l'ensemble des mesures inventoriées. D'autres indicateurs repères sont également proposés pour quantifier les efforts de restauration prévus et/ou réalisés par l'actuel programme de mesures ou réalisés par les plans antérieurs, au regard des efforts à consentir pour atteindre le bon potentiel écologique. Cette approche spécifique aux grands milieux artificialisés, aussi dite « par mesures d'atténuations » procède de trois étapes dont les temps forts principaux sont :

1 - la définition d'un référentiel de données écologiques ;

2 - la définition du potentiel écologique maximum (PEM) : Il correspond à une situation théorique où toutes les mesures de restauration écologique inventoriées, en excluant celles mettant en cause les usages spécifiés, seraient mises en œuvre ;

3 - la définition du bon potentiel écologique (BPE) et des classes qui l'annoncent : il correspond à l'état écologique résultant après mise en œuvre des mesures de restauration retenues comme étant les plus efficaces. Au final, la discrimination des 4 classes de potentiel écologique (bon, moyen, mauvais, médiocre) se fait par croisement du PEM et du degré d'effort réalisé.

Au terme de la réalisation du SDAGE 2010-2015 et de son programme de mesures, l'état ou le potentiel écologique en 2015 était bon pour 27%, moyen pour 58% et médiocre pour 15% des masses d'eau. La progression vers le bon état/potentiel a été obtenue grâce aux restaurations engagées depuis les années 1990 jusqu'à celles de l'actuel programme de mesures. Ces résultats confirment que des marges de manœuvre sont encore techniquement mobilisables pour soutenir une amélioration de l'état écologique du fleuve et de ses annexes.

Parmi les actions identifiées dans l'étude BPE 2014, certaines ont été mises en œuvre et permettent d'améliorer l'état écologique du fleuve Rhône. A fin 2019, l'état ou potentiel écologique était bon pour 27%, moyen pour 65% et médiocre pour 7% des masses d'eau (cf. Figure 26).

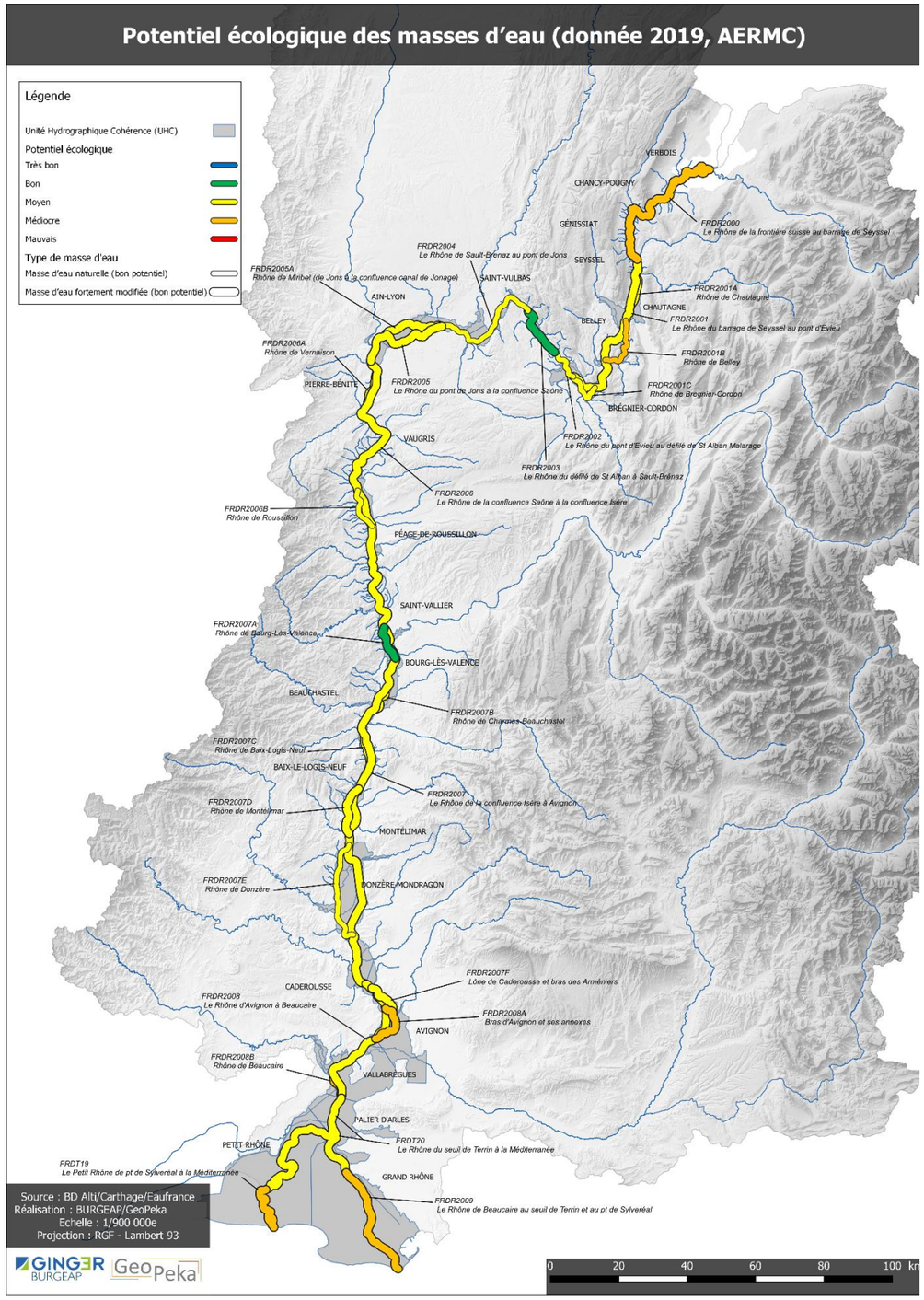


Figure 26 : Etat et potentiel écologique en 2019 des 26 masses d'eau du Rhône (source : AERMC)

4.1.3 Etat actuel des masses d'eau

Concernant les bassins versants du Rhône et des fleuves côtiers méditerranéens, c'est environ la moitié des masses d'eau qui étaient en bon état écologique en 2013 (états des eaux des bassins Rhône-Méditerranée et Corse, 2016). Pour la Corse, ce chiffre s'élève à 86%.

Les secteurs géographiques qui présentent les altérations les plus marquées sont :

- Le bassin versant de la Saône qui représente notamment actuellement la principale source de nutriments (azote et phosphore) ;
- Les fleuves côtiers de la partie ouest du territoire ;
- L'axe principal du Rhône, incluant des linéaires aval d'affluents.

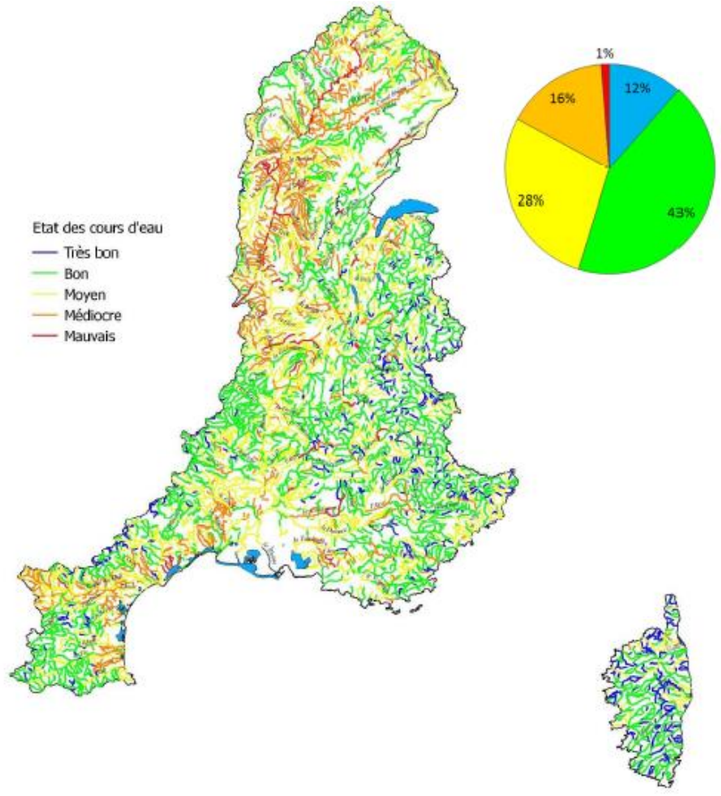


Figure 27 : Synthèse de l'état écologique des cours d'eau du territoire de l'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse en 2013

Outre les pollutions par les matières organiques et oxydables, les principales causes de dégradation de l'état des eaux sont les atteintes à la morphologie (75% des masses d'eau de surface qui n'ont pas atteint le bon état ont au moins un problème de morphologie ou de continuité), la pollution par les pesticides (49%) ou un problème lié aux prélèvements et à l'hydrologie (33%)[17].

[17] Les pourcentages exprimés ici présentent des doubles comptes, plusieurs paramètres pouvant être à l'origine de la non-atteinte du bon état d'une même masse d'eau.

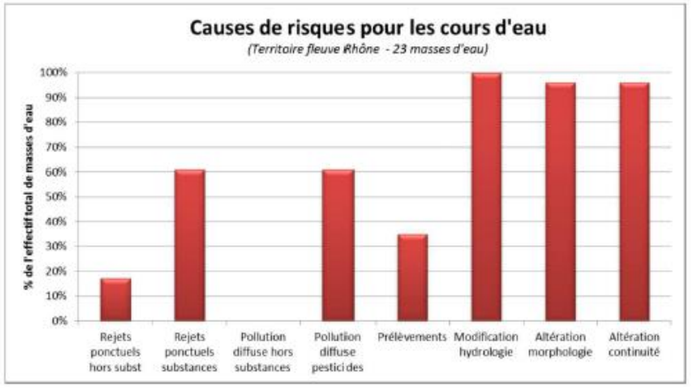


Figure 28 : Causes de risque de non atteinte des objectifs écologiques (RNAOE) pour 23 masses d'eau du fleuve Rhône (source : AERMC)

Ces altérations diminuent les potentialités écologiques des rivières et rendent celles-ci plus fragiles aux agressions qu'elles subissent. Cela se traduit concrètement par des communautés fragilisées et, dans les cas les plus graves, par la disparition d'espèces.

L'état écologique des masses d'eau des bassins est resté globalement stable entre les deux bilans réalisés à la veille des parutions des SDAGE de 2010-2015 et de 2016-2021.

4.1.4 Qualité physicochimique de l'eau

- **Paramètres physicochimiques soutenant la biologie**

Le pourcentage de stations en bon état au regard de la physicochimie a fortement augmenté au cours des 25 dernières années, passant de 30% en 1990 à environ 80 % aujourd'hui.

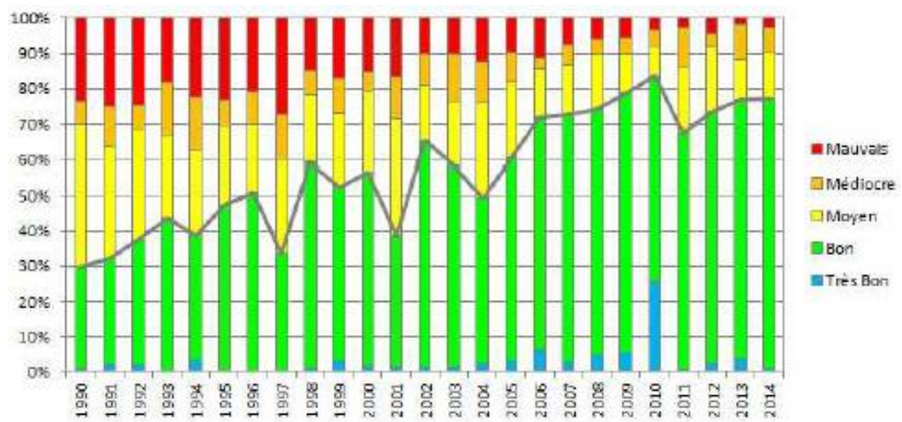


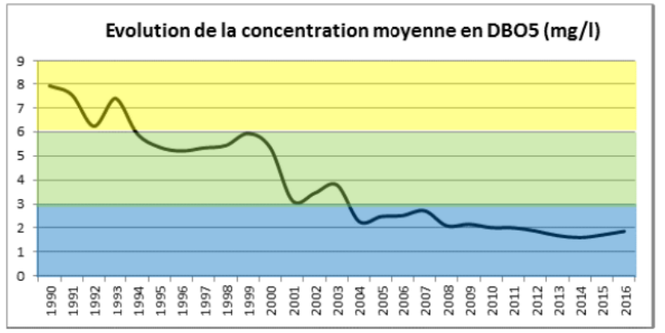
Figure 29 : Evolution de la qualité physicochimique de l'eau entre 1990 et 2014 – Pourcentage de stations par classe d'état (source : SDAGE 2016-2021).

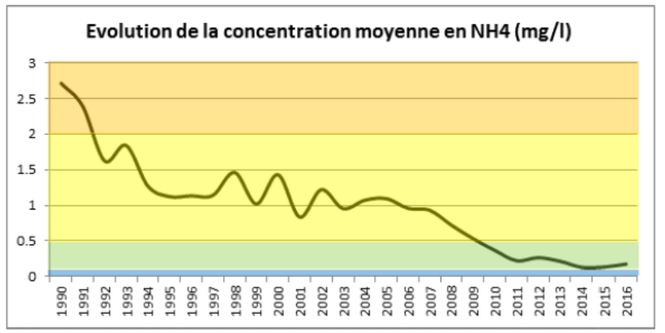
L'analyse plus spécifique de quelques paramètres constitutifs de ces états montre une évolution identique.

A titre d'exemple, les évolutions au cours des 25 dernières années des paramètres DBO_5 (Demande Biochimique en Oxygène) et NH_4 (ammonium), représentatifs de la quantité de matière organique dans un cours d'eau, et le paramètre PO_4 (orthophosphates), représentatif de la quantité de phosphore d'origine anthropique sont présentées ci-après.

Les trois graphiques ci-contre montrent que la quantité de pollution organique présente dans les cours d'eau a en moyenne été divisée par 5 pour la DBO5 et par 20 pour l'ammonium au cours des 25 dernières années. Ces résultats sont à mettre à l'actif d'une politique volontariste de mise aux normes des équipements d'assainissement fortement soutenue par l'Agence de l'Eau. Il est important également de signaler que ce mouvement d'amélioration continu de la qualité physicochimique de l'eau a été initié bien avant cette date, la période la plus critique pour la qualité des eaux du bassin versant du Rhône se situant approximativement au milieu des années 1970 (cf. Figure 30).

Pour illustrer ce bénéfice, par rapport à 1990, ce sont ainsi 30 tonnes d'ammonium par jour en moins qui transitent à l'aval de Lyon.





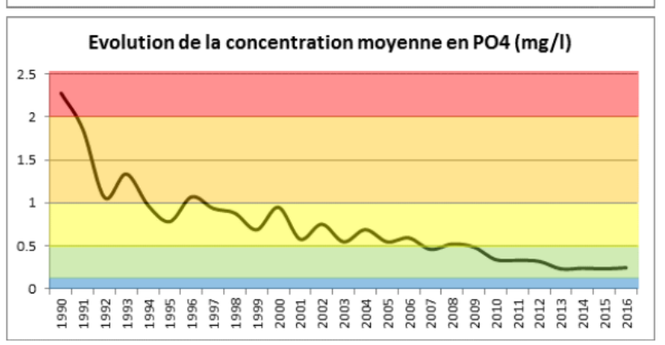


Figure 30 : Evolution des concentrations des principaux paramètres indicateurs des pollutions d'origine anthropique sur le territoire de l'agence de l'eau Rhône Méditerranée (source : AERMC, 2018)

Ces efforts, couplés à l'interdiction des phosphates dans les détergents textiles ménagers à partir de 2007 ont permis de diviser par 10 les concentrations en phosphore dans les cours d'eau du bassin. Les phénomènes d'eutrophisation, qui, dans leurs épisodes paroxystiques, asphyxient le milieu, ont ainsi pratiquement disparu des bassins Rhône Méditerranée et Corse.

Les matières organiques et oxydables (MOOX) sont parmi les indicateurs les plus caractéristiques de la pollution urbaine. Ils font l'objet de 12 campagnes de mesure par an depuis 4 décennies. Le graphique montre d'une part la variabilité des teneurs au cours de l'année et d'une année sur l'autre en fonction des saisons et de l'hydrologie (cf. sécheresse 1976), d'autre part et plus globalement leur diminution jusqu'au niveau très bas de 2007, suite à la mise en œuvre de la réglementation relative aux eaux résiduaires urbaines.

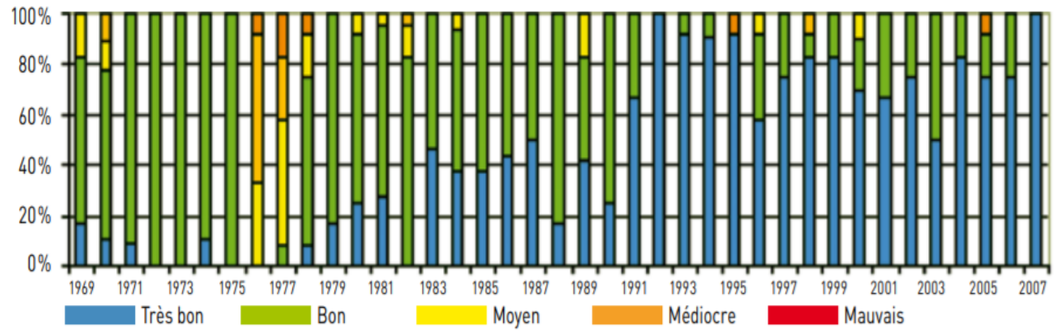


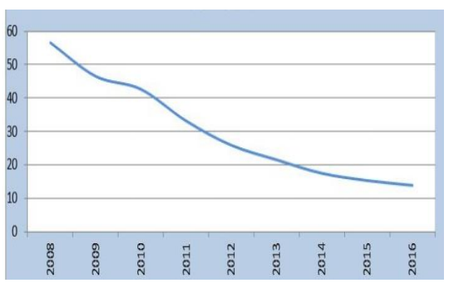
Figure 31 : Évolution des teneurs en matières organiques et oxydables (MOOX) à la Station de Chasse-sur-Rhône à l'aval de Lyon depuis 1969 (Source : AERMC).

- **Micropolluants**

L'amélioration de la qualité des eaux concerne également les micropolluants. Cependant, contrairement aux polluants dits classiques, les techniques analytiques utilisées il y a 20 ou 30 ans ne permettaient pas la mesure de ces substances, ou n'étaient pas assez sensibles pour les détecter. Il n'y a donc pas de chroniques d'analyses des micropolluants sur une longue période comme vu précédemment pour les paramètres organiques.

Pour les données les plus récentes, il est possible de comparer les concentrations des substances dans le milieu à leurs normes de qualité environnementale (NQE) ou valeur guide environnementale (VGA) lorsqu'elles ont été définies. Ces normes et valeurs guides correspondent à la concentration qui ne doit pas être dépassée dans le milieu afin de protéger la santé humaine et l'environnement.

Les substances les plus toxiques rencontrées dans les cours d'eau sont de loin les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).



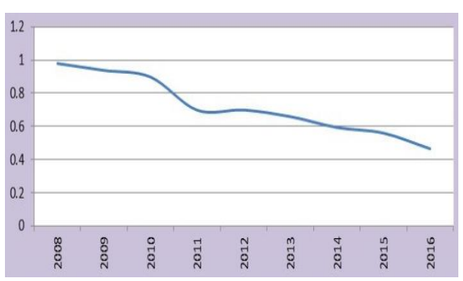


Figure 32 : Evolution de la moyenne des ratios concentration / NQE (VG) pour les HAP (gauche) et les pesticides (droite) – Source : AERMC

Les concentrations dans le milieu en HAP ont été divisées par 4 au cours des dernières années (entre 2008 et 2016), mais elles restent encore en moyenne 15 fois supérieures aux normes admises pour la protection de l'environnement. Dans l'environnement, les HAP sont majoritairement issus des activités humaines. Ils sont formés lors de la combustion incomplète de n'importe quelle matière organique dont le bois et les matières fossiles (essence, fuel, charbon).

La toxicité moyenne envers le milieu des substances phytosanitaires a été divisée par deux sur la période 2008-2016 et est actuellement de l'ordre de 50% de la norme. Cette baisse est principalement due à l'évolution de la réglementation qui retire progressivement du marché les substances les plus toxiques. Le constat est similaire pour les autres polluants organiques, de même que pour les micropolluants minéraux (métaux), dont la baisse est cependant encore plus spectaculaire sur la même période.

- **Les pesticides**

L'analyse des 7 dernières années de données sur les stations impactées par les pesticides montre une relative stabilité pour 3 paramètres :

- le nombre de matières actives différentes présentes dans les cours d'eau,
- la fréquence de quantification : nombre de fois où la substance est présente dans l'eau sur le nombre de fois où elle est recherchée,
- la fréquence de quantification à des concentrations supérieures à la norme eau potable (0,1 µg/l).

La légère tendance à la baisse de la contamination entre les années 2008 et 2013 n'a pas été confirmée en 2014, année humide et propice à l'épandage de pesticides. Ceci démontre que seule une chronique de données longue, englobant des années à l'hydrologie différente pourrait permettre de tirer des conclusions sur une évolution durable de la qualité des eaux.

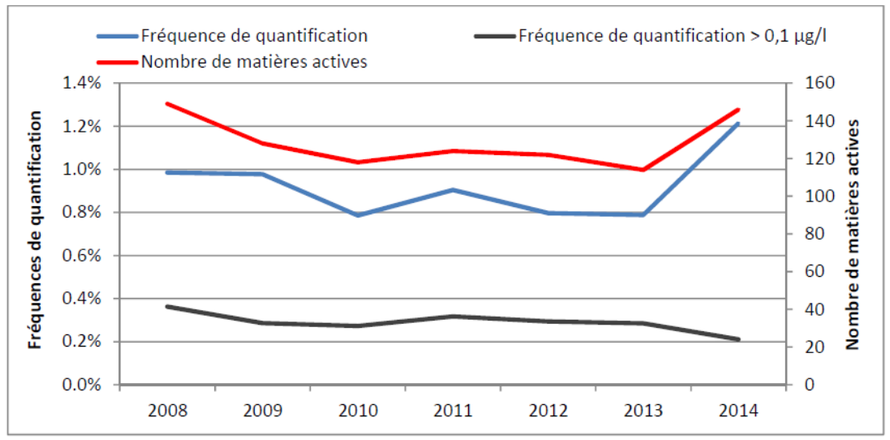


Figure 33 : Evolution de la présence des pesticides (source : AERMC, 2018)

- **Le régime thermique**

Les températures de l'eau sont mesurées depuis 1977 sur différentes stations du Rhône et de ses affluents principaux. Ces chroniques 1977-2010 ont été étendues par modélisation statistique à la période 1920-1976.

La température du Rhône augmente de l'amont vers l'aval, avec une incidence variable des quatre affluents principaux.

La Saône est un affluent plutôt chaud, l'Ain un affluent froid en hiver ; l'Arve et l'Isère sont des affluents très froids. L'Isère abaisse les températures du Rhône de 1°C en période chaude.

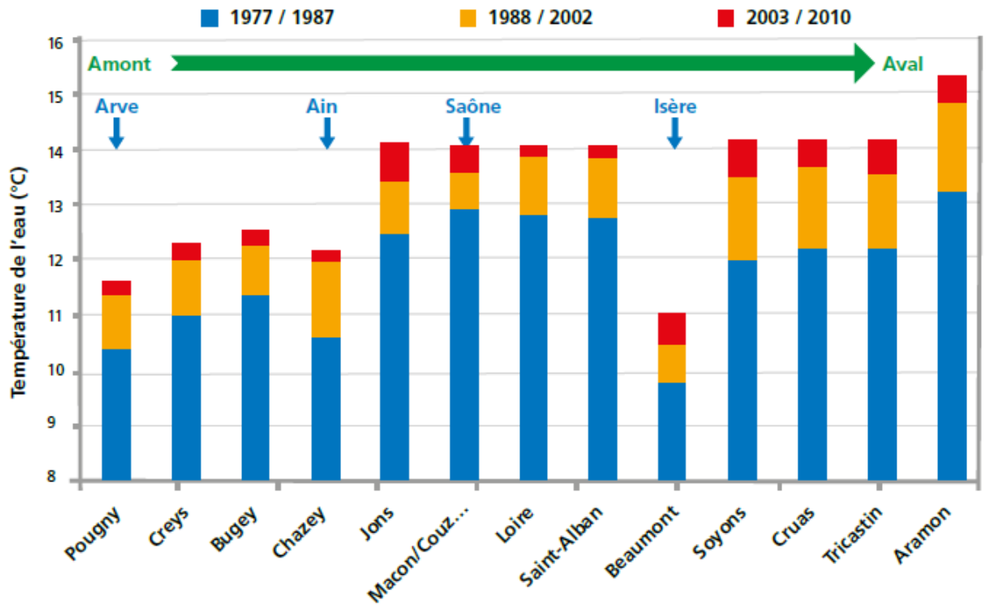


Figure 34 : Caractéristiques du régime thermique du Rhône

(source : EDF (2016) Etude Thermique Rhône – Phase 4 – Lot 5)

Sur la période 1920-2010, le Rhône s'est échauffé, avec une augmentation plus marquée sur sa partie aval : +0.4°C à Pougny, +0.6°C à Bugey, +0.9°C à Saint-Alban, +1.6°C à Aramon et +2.1°C à Tricastin, en moyenne annuelle.

Sur les affluents : si la hausse de température est de +1.6°C sur la Saône (essentiellement avant 1990), elle reste insignifiante sur l'Arve. Cette évolution n'a pas été constante depuis 1920. Le milieu des années 1980 marque une rupture entre une période variable et une période nettement plus chaude. 2003 a été l'année la plus chaude depuis 1920. A l'échelle infra-annuelle, les températures hivernales ont peu évolué alors que les mois d'été ont été nettement plus marqués par cette hausse des températures, qui a pu atteindre jusqu'à +3.5°C pour août, à Aramon.

Les principaux facteurs qui déterminent la température du fleuve sont :

- le réchauffement climatique,
- les différents rejets dans le Rhône, incluant les rejets de STEP, les rejets industriels, les rejets des centrales nucléaires de production d'électricité (CNPE), etc. dans une certaine mesure non quantifiée à ce jour, la géothermie en nappe alluviale, très pratiquée sur l'agglomération lyonnaise, pourrait être un facteur aggravant ;
- la morphologie du fleuve aménagé : effet retenue en amont des barrages, lames d'eau de faible épaisseur dans les Rhône court-circuités courants, moindre échanges entre le cours d'eau et sa nappe, moindres échanges hyporhéiques, etc. ;
- les débits du fleuve et de ses affluents.

4.1.5 Qualité des sédiments

- **Approche historique globale**

Un des moyens d'appréhender l'évolution de la concentration de ces substances sur le long terme avec les techniques disponibles aujourd'hui consiste à étudier des carottes de sédiments.

Les micropolluants qui sont présents dans ces sédiments, transportés puis déposés par les rivières ou fleuves sont les témoins des apports anthropiques passés.

- **Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)**

Les variations de concentrations en HAP concordent relativement bien avec l'histoire récente du développement énergétique de la France, et surtout avec l'évolution de l'utilisation des combustibles fossiles.

Les concentrations augmentent à partir de la fin des années 1840 jusqu'au milieu des années 1950. Les concentrations en HAP ont alors pour source dominante l'utilisation du charbon.

A partir de la fin des années 1950, la source énergétique en France bascule vers l'utilisation du pétrole puis vers le développement de l'énergie nucléaire. Les concentrations en HAP diminuent d'abord lentement jusqu'au début des années 1980, puis cette diminution s'accélère, du fait notamment de la part plus grande occupée par l'énergie nucléaire.

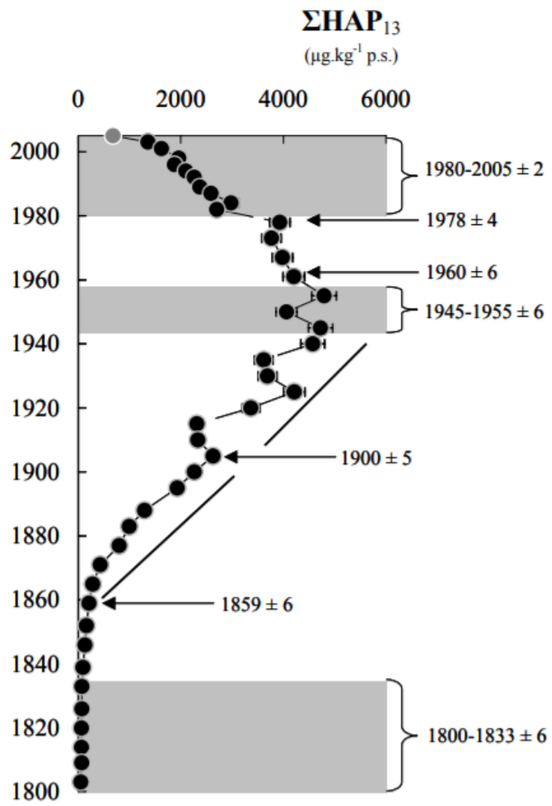


Figure 35 : Evolution de la concentration en HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) dans les sédiments de l'Etang de Thau (d'après F. Laute, 2008)

○ Les polychlorobiphényles (PCB)

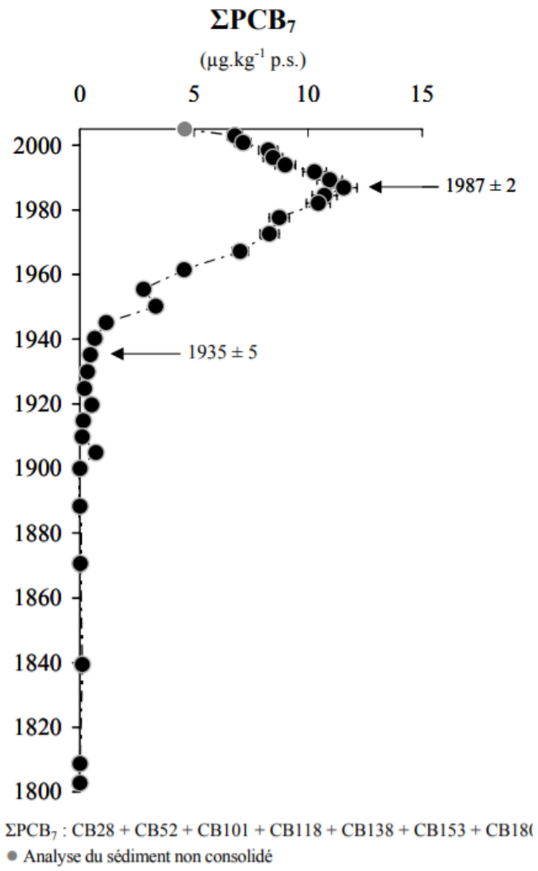


Figure 36 : Evolution de la concentration en PCB (PolyChloroBiphényles) dans les sédiments de l'Etang de Thau (d'après F. Laute, 2008)

Le profil des concentrations en PCB reproduit également bien l'histoire de leur utilisation en France.

Les premières concentrations sont observées à la fin des années 1930 et augmentent selon 2 périodes.

La croissance est d'abord rapide avec des concentrations qui doublent tous les 6 à 7 ans jusque dans les années 1970. A partir de cette période, des restrictions d'utilisation des PCB sont mises en place à l'échelle nationale. Les concentrations continuent tout de même à augmenter, mais plus lentement jusqu'à leur interdiction en 1987. A partir de cette date, les concentrations commencent à diminuer.

D'après l'auteur, et compte tenu de la stabilité de ces composés dans l'environnement, si la vitesse de décroissance reste la même, le temps nécessaire pour un retour aux concentrations faibles du début des années 1930 serait de 90 années supplémentaires (soit environ 2100).

- **Approche historique issue des travaux de l'OSR2 (2013)**

Les travaux de l'OSR2 (2013) ont consisté à établir un diagnostic précis des contaminants associés aux sédiments fins présents dans les annexes fluviales toujours en eau du lit majeur du Rhône.

Ce diagnostic repose sur une campagne de carottages, réalisée dans le cadre de différents programmes entre 2008 à 2012, qui reste unique en termes de nombre, de diversité de sites et de méthodologie. Cette caractérisation des stocks sédimentaires pollués à large échelle sert de référence pour l'évaluation des risques liés à la restauration écologique des lônes ou à des opérations de dragage des stocks sédimentaires. La dimension historique de ces travaux fournit également des éléments de compréhension des dynamiques hydrosédimentaires au sein du lit majeur, des sources de polluants et de l'impact des réglementations quant aux émissions vers le fleuve au cours des dernières décennies.

Une grande variété d'annexes fluviales (chenal secondaire, lône, gravière toujours en eau, réservoir) a été carottée sur l'axe rhodanien, en fonction de différents tronçons hydrologiques. La méthodologie employée repose sur la description fine des carottes ainsi que sur des analyses multi-paramètres couramment employées dans l'étude des séquences sédimentaires. L'objectif opérationnel de cette action était de compléter ces travaux (notamment à l'aval de Lyon) et de faire une synthèse et une analyse des données existantes. L'exploitation approfondie des analyses afférentes a permis de caractériser la dynamique de remplissage de ces annexes fluviales et de proposer un modèle de répartition des polluants hydrophobes (PCB) au cours des dernières décennies à l'échelle du Rhône.

Les annexes concernées sont localisées sur la Figure 37 : site de l'Etournel (ETR / UHC#03-GEN), la Morte du méandre du Saugey (MTE / UHC#07-BRC), le Grand Large (GRL / UHC10-ALY), bassin écrêteur de Crépieux (CPX / UHC10-ALY), lône à la restitution de Pierre-Bénite (TBR / UHC#11-PBN), Lône du Beurre (UHC#13-PDR), lône sous le barrage d'Arras (ARS / UHC#14-STV), Lône de Grange Ecrasée (GEC / UHC#19-DZM), lône de Saxy en aval de Tarascon (TRS / UHC#23-ARL).

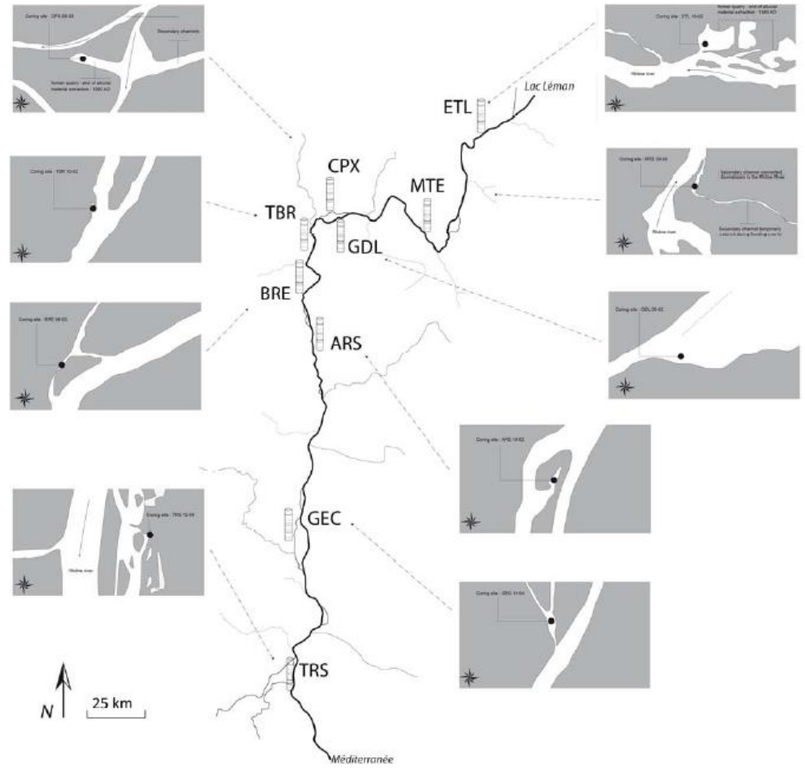


Figure 37 : Localisation des 9 sites de prélèvements à proximité du chenal actif du Rhône

Les taux d'accumulation sédimentaire (TAS) des annexes fluviales varient de 1,5 à 6,9 cm/an, avec une moyenne sur l'ensemble des sites de 3,6 cm/an. Ce sont des valeurs qui sont concordantes avec les taux d'accumulation calculés sur des lônes et anciens méandres toujours en eau du Rhône en amont de Lyon (Rostan et al., 1973). A titre de comparaison, la chronologie de l'enregistrement du lac de Paladru possède un taux d'accumulation sédimentaire moyen de 0,2 cm/an, typique des lacs d'origine glaciaire.

Sur la base des datations et des profils de PCB dans les sédiments du Rhône obtenus de Genève à Montélimar, un modèle de répartition des polluants hydrophobes (PCB) dans le temps et l'espace à l'échelle du Rhône a pu être proposé. Les concentrations en PCBi augmentent vers l'aval pour les fenêtres de temps considérées avec un maxima de 11,5 µg/kg au niveau du site le plus en amont et de 417 µg.kg pour le site GEC situé en aval. L'ajustement d'un modèle exponentiel le long du gradient amont-aval sur les périodes 1986-1995 et 1996-2005 montre que ces tendances ont été plus marquées pour les sédiments les plus anciens (Figure 38A).

Les écarts des médianes par rapport au modèle soulignent l'importance des zones sources (agglomération Lyonnaise et le Gier pour BRE, Isère pour GEC). Le modèle implémenté (type picewise) pour les tendances récentes (2005 – actuel, Figure 38B) montre que si les sites en aval de Lyon continuent à accumuler des PCB, les sources sont taries en amont de Lyon (e.g. concentrations très faibles mesurées entre ETL et CPX). La corrélation du modèle sur les données post-2005 avec la population cumulée du bassin souligne que les agglomérations sont actuellement les principales sources de PCB. En aval de Lyon, la plupart des sédiments accumulés avant 2005 dépasse le seuil de recommandation V1 de 60 µg/kg. Bien qu'il y ait une grande incertitude associée à ces projections, elles donnent une idée sur le temps nécessaire à la baisse des contaminations PCB (écart des teneurs entre les modèles des fenêtres temporelles). Par exemple à GEC, on peut estimer que depuis 1995, les teneurs en PCB ont diminué de 66%.

Ces études fournissent des preuves empiriques de l'impact des réglementations et de l'arrêt des usages sur la qualité des sédiments à l'égard des PCB ainsi que des éléments pour la gestion des sédiments à l'échelle du corridor rhodanien. Les tendances temporelles indiquent qu'il faudrait des décennies avant que les concentrations cibles, correspondantes aux seuils sanitaires pour le poisson (entre 10 et 27 µg/kg en fonction des modèles), soient atteintes sur certains sites.

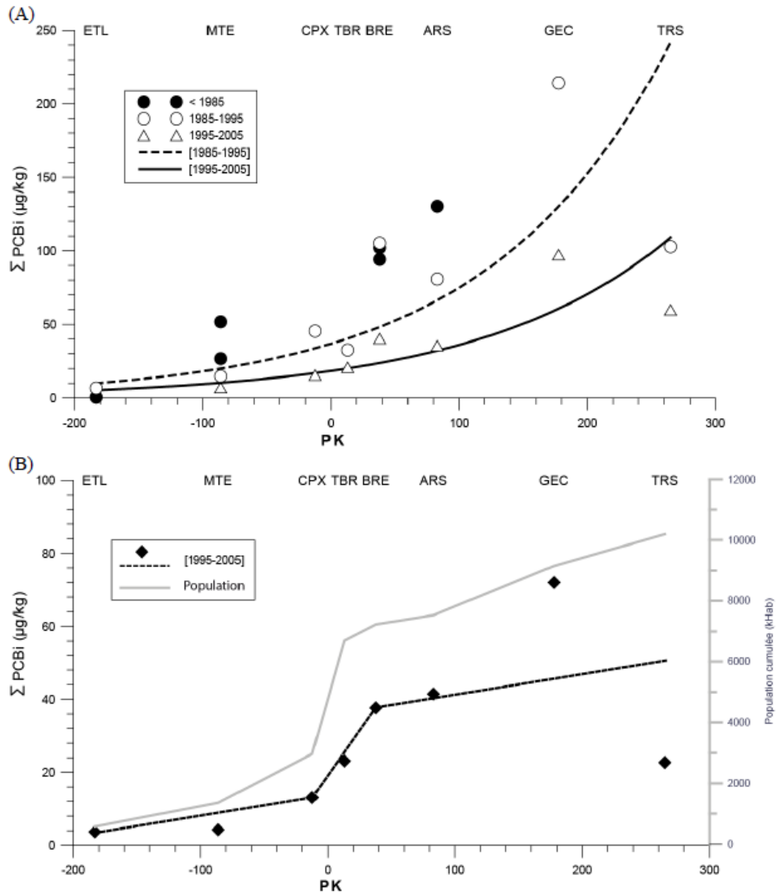


Figure 38 : Modèle global de répartition des PCB à l'échelle du fleuve Rhône pour les années 1990 et 2000 (A) et post-2005 (B)

Pour chaque fenêtre de temps considérée, la médiane de la somme des 7 PCBi est calculée à partir des profils verticaux de PCB de chaque site. Chaque point représente une médiane de 4 à 28 mesures en fonction du site.

- **Contamination actuelle à l'échelle du Rhône**

Les données relatives à la qualité des sédiments sont issues du réseau de mesures mis en place au titre du programme de surveillance dans le cadre de la DCE. Les stations utilisées sont présentes sur le linéaire du Rhône et de ses affluents dans leur linéaire aval

L'analyse de la qualité des sédiments se heurte à plusieurs problèmes. Le premier d'entre eux est lié à l'échantillonnage qui ne doit concerner, en théorie, que la partie superficielle (en général les 5 à 10 premiers cm), et être représentatif des dépôts récents. Il est bien évident que dans un milieu aussi vaste que le Rhône, ces conditions sont le plus souvent difficiles à remplir. Le second problème est lié à l'absence de grilles d'interprétation et donc de classes de qualité associées. Afin de contourner cette difficulté, les auteurs sont souvent amenés à s'adapter aux différentes échelles d'évaluation, découlant généralement de textes réglementaires variés. Dans le cadre de cette étude, nous avons pris le parti de qualifier les sédiments sur la base :

- **du quotient de risque (QSM)**, indice de contamination englobant l'ensemble des paramètres analysés (métaux lourds, 16 HAP et les 7 PCBi). Cet indice a été mis en place par VNF en 2004, sur la base des travaux de l'IRSTEA et de l'ENTPE, afin de permettre d'apprécier le risque engendré par la manipulation d'un sédiment sur le milieu aquatique.

$$QSm = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{Ci}{Si}}{n}$$

Avec : Ci : concentration du polluant i dans le sédiment
Si : valeur seuil S1 du polluant i (arrêté du 9 août 2006)
n : nombre de polluants analysés

  - QSM<0,1 : sédiments non pollués – Risque négligeable : les matériaux peuvent être gérés sans contrainte particulière
  - 0,1<QSM<0,5 : risque faible – Dangerosité à vérifier par la réalisation d'un test écotoxicologique : le test CI_{20}Brachionus (48h)
  - QSM>0,5 : risque non négligeable – réaliser un diagnostic approfondi, et notamment a minima un test CI_{20}Brachionus (48h) et un test de lixiviation
- **des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)** avec la somme des concentrations des 16 composés les plus couramment rencontrés, et un seuil S1 correspond à celui fixé par l'arrêté du 9 août 2006 (22 800 µg/kg MS)
- **des Polychlorobiphényles indicateurs (PCBi)** dont les seuils correspondent aux propositions émanant d'un travail commun entre le SNRS, la DREAL (ex-DIREN) et l'IRSTEA, et visant à la non dégradation du milieu aquatique par rapport aux objectifs décrits dans la DCE. Cette recommandation concerne les travaux fluviaux qui impliquent la manipulation des sédiments et provoquent leur remise en suspension, même partielle. L'impact des PCBi sur le milieu aquatique est examiné selon les seuils « S1/S2 » définis comme suit :

	Concentration en PCBi dans les sédiments (analyse sur la fraction fine < 2 mm)		
	S1 [PCBi] < 10µg/kg MS	10 µg/kg < [PCBi] < 60 µg/kg	**S2** [PCBi] > 60 µg/kg MS
Restitution au milieu aquatique	**Oui** Pas de précaution supplémentaire spécifique aux PCB	**Oui, mais précaution nécessaire** : le procédé utilisé doit restituer un fond de qualité équivalente à celui échantillonné avant l'intervention (comparaison entre la concentration de la couche de surface du lieu de dépôt/sédimentation à la concentration moyenne du matériau déplacé)	**Non** Pas de restitution du sédiment au milieu dans ces conditions

Tout ou partie de ces trois indicateurs (QSM, HAP, PCBi) ont été calculés au niveau des stations de prélèvement en fonction des données disponibles.

QSM

A l'échelle du Rhône, les données sont disparates dans la mesure où sur chaque station, le nombre de campagnes prises en compte sur la période 2000-2017 est très variable, comprise entre deux et seize. Sur l'ensemble de l'axe Rhône, la majorité des valeurs de QSM sont comprises entre 0,1 et 0,5 (voir Figure 39). Il n'y a pas de tendance nette d'un point de vue spatial, même si les valeurs de QSM apparaissent plus faibles sur le Haut-Rhône et que l'on note une certaine diminution en progressant vers l'aval à partir de la station de Roche de Glun (15-BLV). Il ne semble pas y avoir de différence marquée entre chenal principal et RCC.

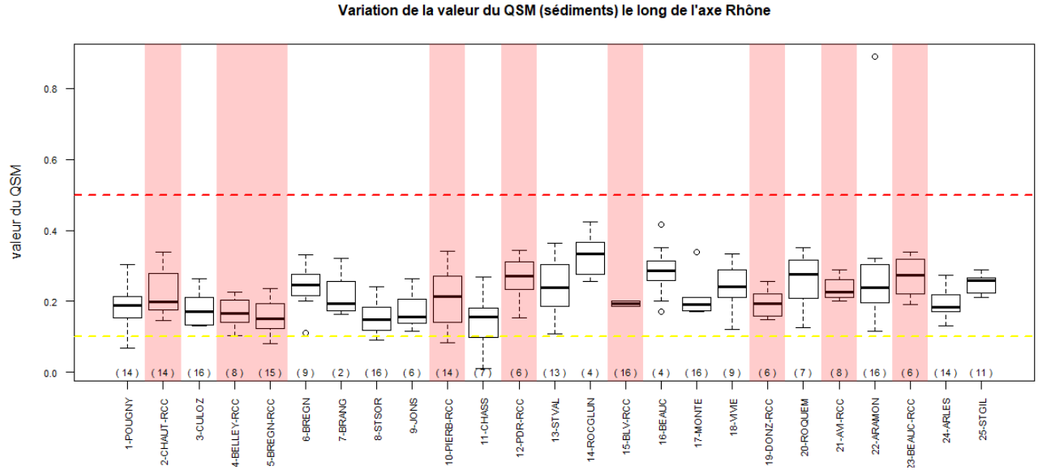


Figure 39 : Evolution de la qualité des sédiments (QSM) le long de l'axe du Rhône

A l'échelle temporelle, aucune tendance nette ne se dégage, les valeurs oscillant d'une année sur l'autre. On notera cependant les valeurs élevées mesurées les années de faible hydrologie (2003, 2011), voire les suivantes immédiates (2004, 2012).

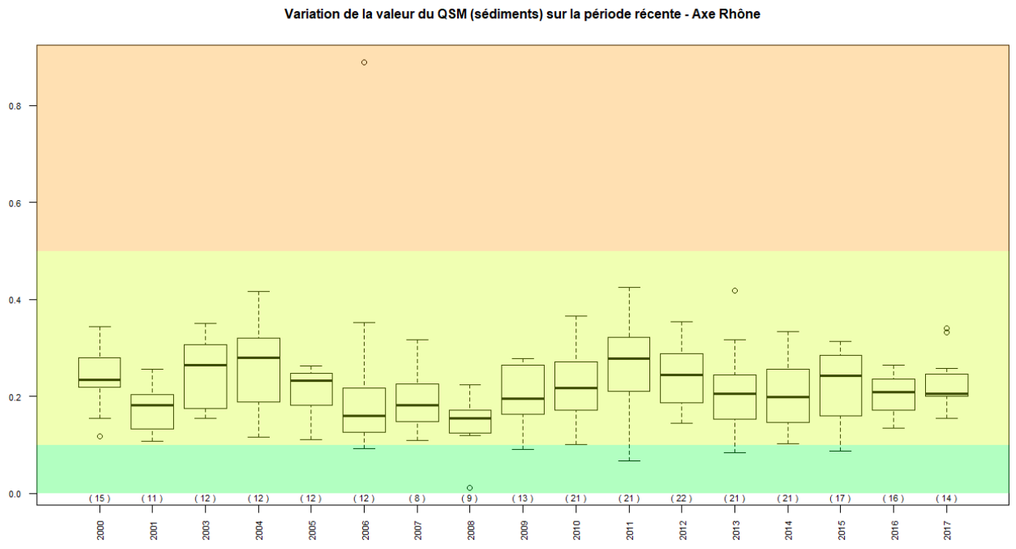


Figure 40 : Chronologie de la qualité des sédiments (QSM) pour l'axe Rhône entre 2000 et 2017

HAP

Concernant les HAP, les teneurs mesurées mettent en avant une augmentation limitée de l'amont du bassin jusqu'à un point haut localisé au niveau de Péage-de-Roussillon (13-PDR) / St-Vallier (14-STV), et une baisse progressive jusqu'à Aramon, avant une augmentation marquée au sein du RCC de Beaucaire. Il est bien entendu que l'ensemble des valeurs est largement inférieur au seuil S1 de l'arrêté du 9 août 2006 (22 800 µg/kg MS).

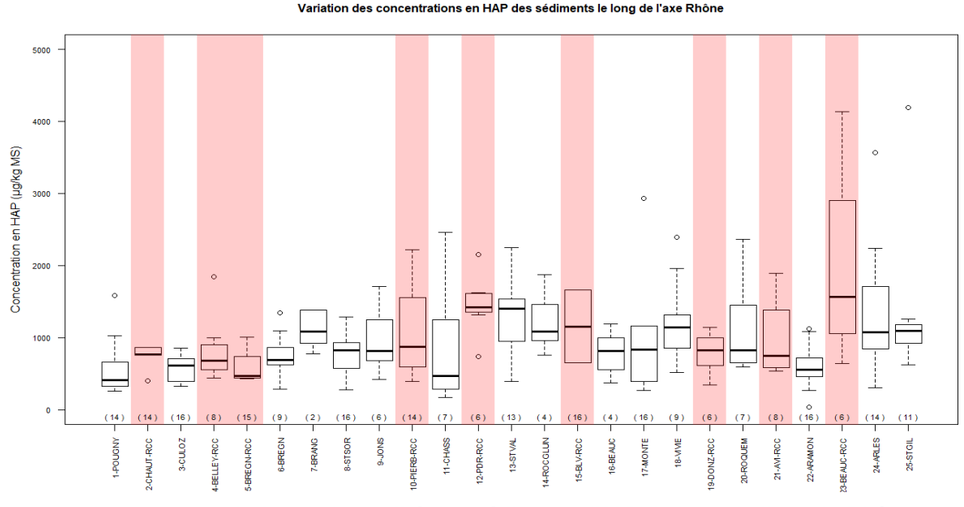


Figure 41 : Evolution de la qualité des sédiments (HAP) le long de l'axe du Rhône

A l'échelle de la chronique de mesure, les concentrations mesurées en HAP montrent une tendance à la décroissance, au moins sur le début de la période, les teneurs ayant tendance ensuite à osciller autour d'une concentration « moyenne » de l'ordre de 800 µg/kg MS.

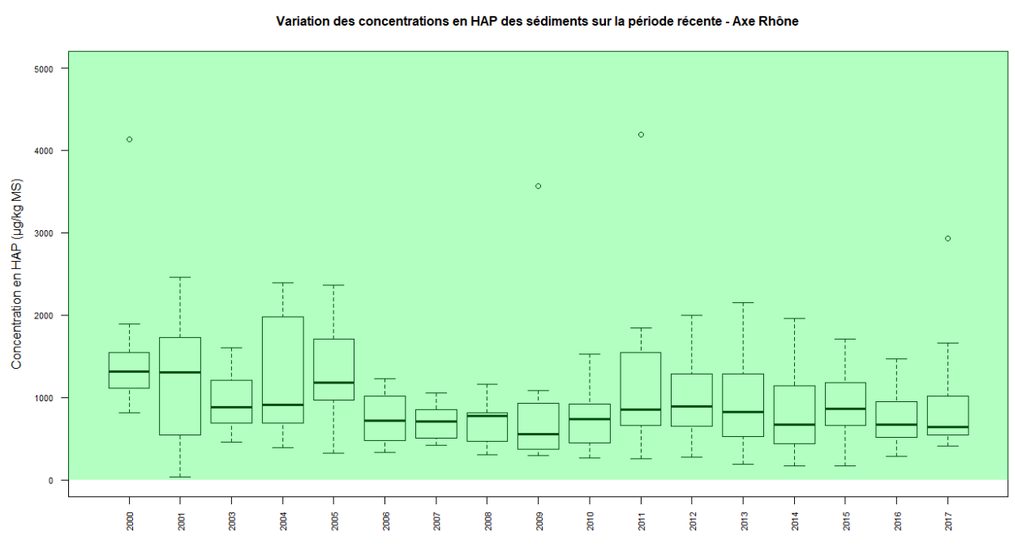


Figure 42 : Chronologie de la qualité des sédiments (HAP) pour l'axe Rhône entre 2000 et 2017

PCBi

Concernant les PCBi, il convient de rappeler que les résultats sont notamment dépendant des limites de quantification (LQ) des méthodes analytiques utilisées par les laboratoires. Des efforts importants ont été faits par ces derniers pour se rapprocher des seuils « réglementaires » et ainsi mieux caractériser les niveaux de contamination. Ces modifications/améliorations sont particulièrement visibles sur la chronique temporelle (voir Figure 44). D'un point de vue spatial, il y a une dichotomie assez nette entre les stations du Haut-Rhône, jusqu'à l'amont de Lyon (St-Sorlin-en-Bugey) qui présente de faibles à très faibles niveaux de contamination, et tout le secteur aval, jusqu'à la Méditerranée, avec des concentrations moyennes relativement homogène. La plupart des valeurs sont comprises entre les seuils S1 et S2 définis précédemment.

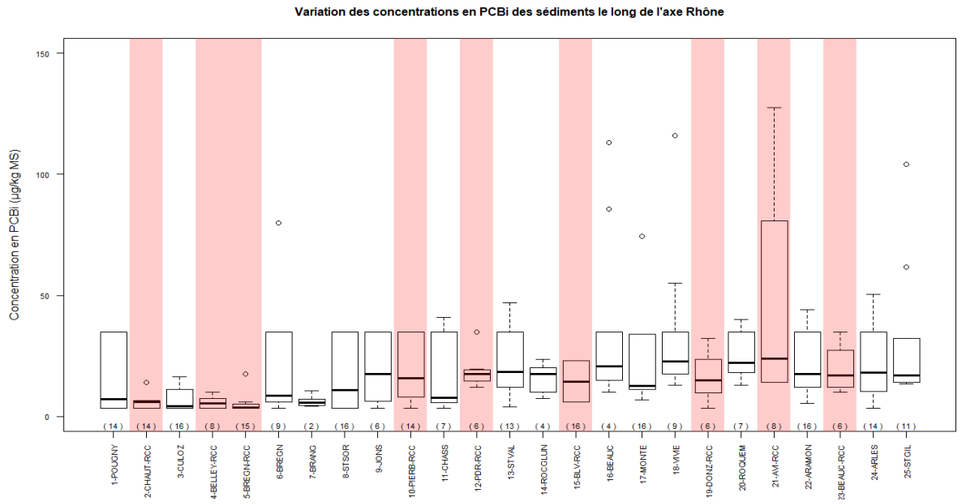


Figure 43 : Evolution de la qualité des sédiments (PCBi) le long de l'axe du Rhône

A une échelle temporelle, comme mentionné précédemment, les résultats sont en premier lieu le reflet des modifications des limites de quantification (LQ) avant 2007, les concentrations étaient le plus souvent inférieurs à LQ, ce qui explique la quasi-absence de variations des résultats. A partir de 2008, la LQ a été divisée par un facteur 10, ce qui permet de mieux visualiser les variations de concentrations. Ces dernières semblent montrer une stabilité, voire une légère augmentation sur les dernières campagnes de mesures.

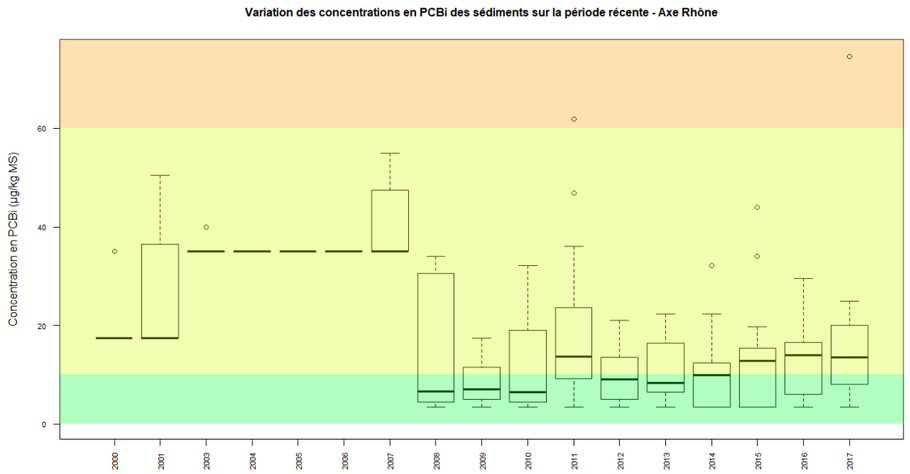


Figure 44 : Chronologie de la qualité des sédiments (PCBi) pour l'axe Rhône entre 2000 et 2017

- **Contamination actuelle de la partie basse des affluents du Rhône**

QSM

Concernant la partie basse des principaux affluents du fleuve Rhône, les situations sont très contrastées pour ce qui concerne les résultats du QSM. La majorité des affluents affichent une valeur « moyenne », comprise entre 0,1 et 0,5, reflet de sédiments présentant un risque faible de perturbation vis-à-vis des milieux aquatiques. Plusieurs de ces affluents présentent même des sédiments peu voire pas pollués : Valserine, Furans, Ozon, Ay, Doux, Véore, Drôme, etc. A l'inverse, les analyses relèvement des niveaux de contamination très importants principalement sur le Gier et l'Ouvèze ardéchoise.

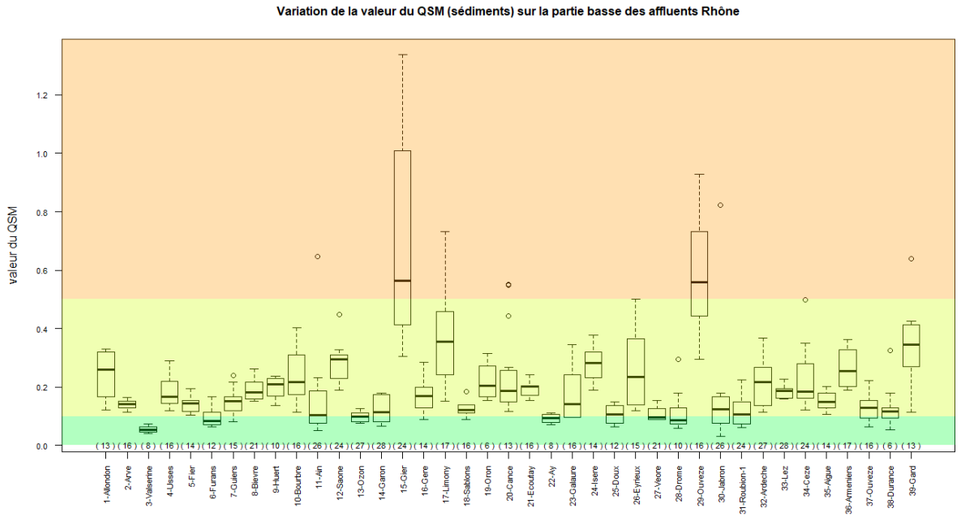


Figure 45 : Evolution de la qualité des sédiments (QSM) sur les affluents

A une échelle temporelle, les valeurs des QSM relevés sur la partie basse des affluents sont clairement orientées à la baisse, avec une tendance assez nette également à la « disparition » des valeurs extrêmes.

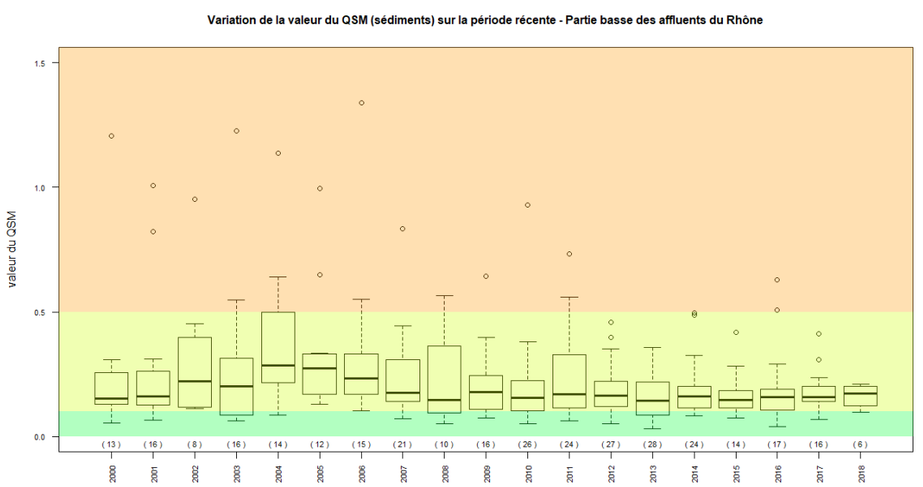


Figure 46 : Chronologie de la qualité des sédiments (QSM) pour les affluents entre 2000 et 2017

HAP

Pour ce qui est des HAP, les concentrations mesurées sont toutes largement inférieures au seuil S1 de l'arrêté du 9 août 2006, (22 800 µg/kg MS). Les niveaux de contamination sont globalement faibles à très faibles, plus faibles que ceux mesurés sur le Rhône. Néanmoins, des concentrations élevées sont retrouvées sur le Gier, et également sur la Cèze et le Gard.

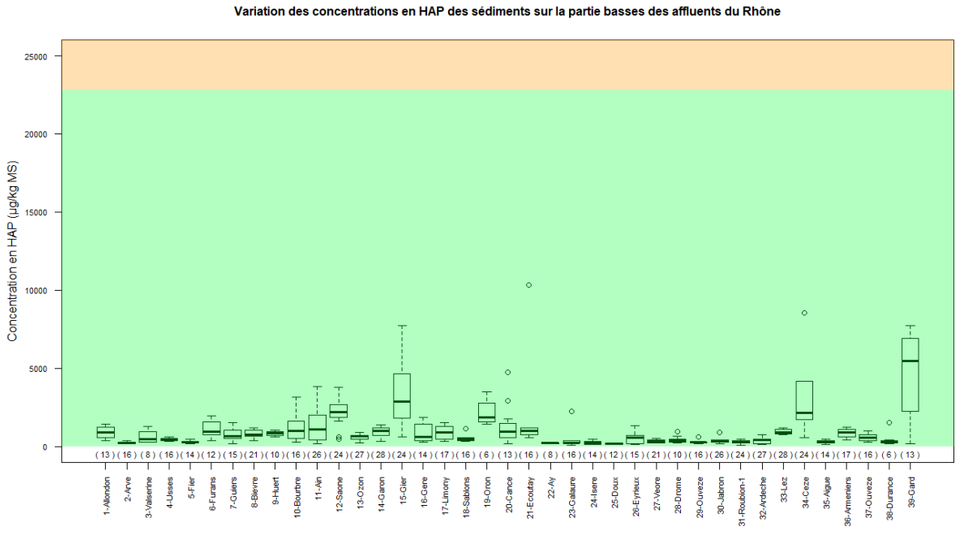


Figure 47 : Evolution de la qualité des sédiments (HAP) sur les affluents

A l'échelle de la chronique, et comme pour le QSM, les concentrations en HAP sont très clairement orientées à la baisse, reflet probable de la réduction de la contamination.

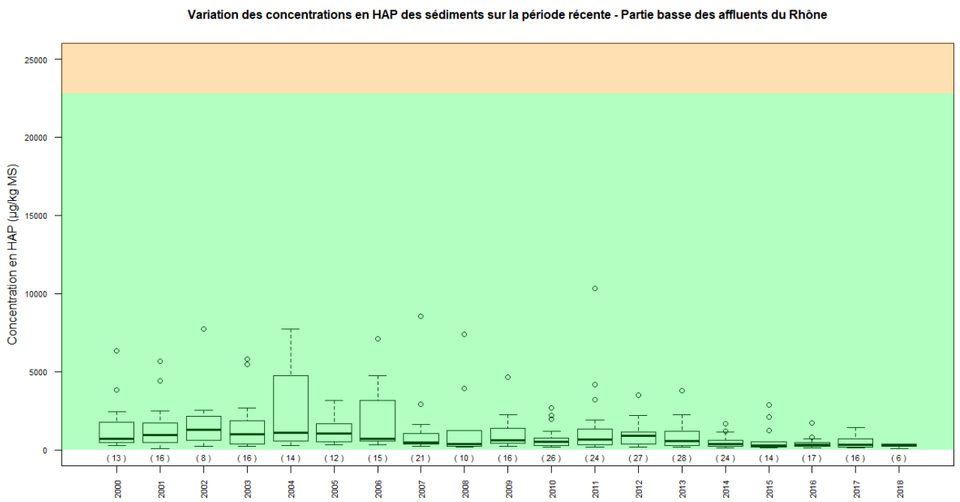


Figure 48 : Chronologie de la qualité des sédiments (HAP) pour les affluents entre 2000 et 2017

PCBi

Concernant les PCBi , la problématique relative aux modifications de la LQ est la même que celle évoquée à l'échelle du Rhône. La majorité des concentrations « mesurées » sont supérieures au seuil S2 défini précédemment et les sédiments de nombreux affluents ne montrent aucun signe de contamination par les PCBi. Il reste cependant des affluents fortement pollués, au premier rang desquels on retrouve le Gier. Des concentrations significatives ont également été mesurées sur la Bourbre, l'Ouvèze drômoise, ainsi que sur le bras des Arméniers.

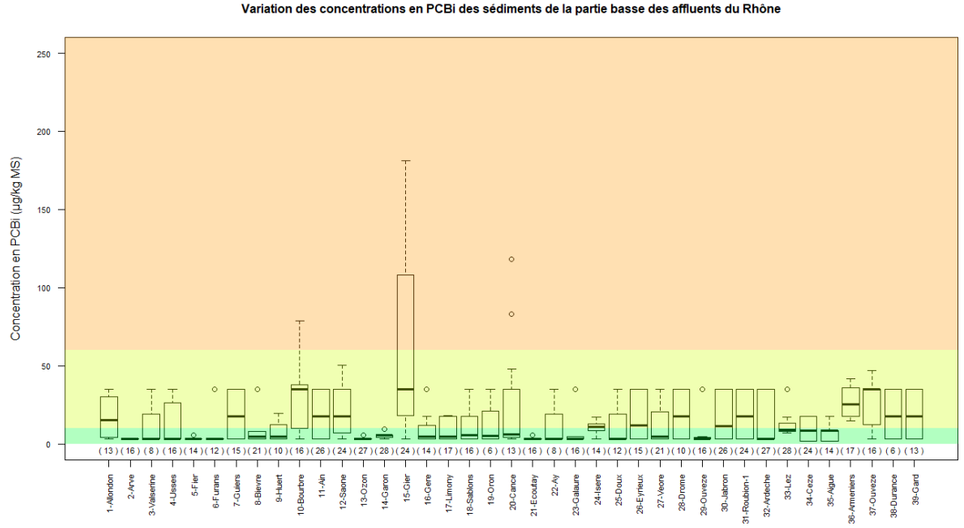


Figure 49 : Evolution de la qualité des sédiments (PCBi) sur les affluents

A l'échelle de la chronique, comme sur le Rhône, les variations de la LQ sont nettement visibles. A partir des 2008, les concentrations moyennes sont faibles, orientées à la baisse, de même que les valeurs extrêmes qui ont même tendance à disparaitre.

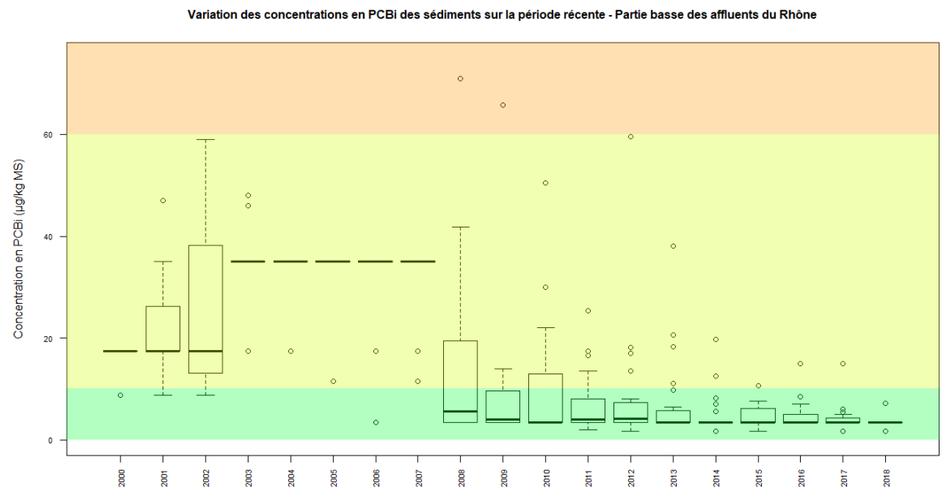


Figure 50 : Chronologie de la qualité des sédiments (PCBi) pour les affluents entre 2000 et 2017

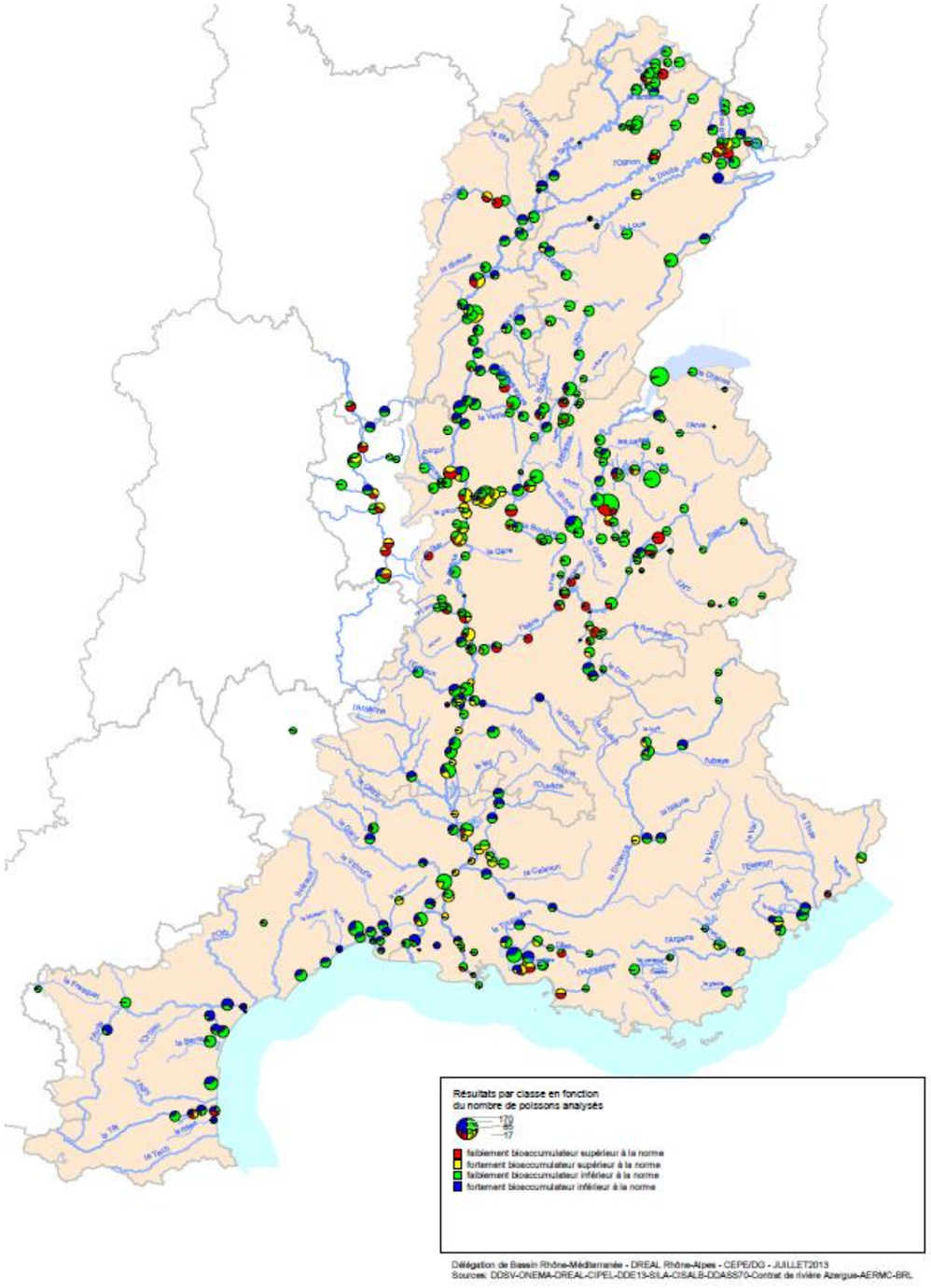


Figure 51 : Bio-accumulation de PCBi dans les poissons sur la période 2005-2013 (DREAL, 2013)

4.1.6 Bilan des flux de polluants

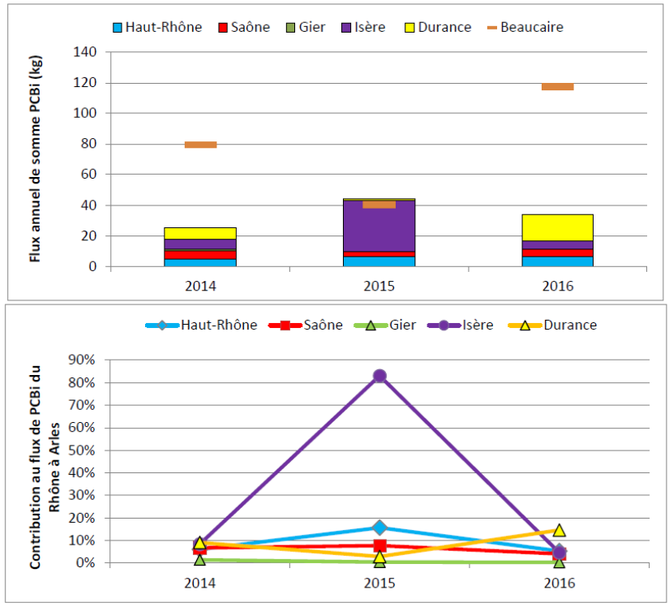
Les travaux de l'OSR4 (axe III.3) sur les flux particulaires pendant la période 2014-2016 mettent en évidence une forte variabilité spatiale des concentrations en PCBi et mercure sur le bassin du Rhône. Le Gier et la Bourbre apparaissent clairement comme les sites les plus contaminés en PCBi, avec des concentrations 20 à 50 fois plus élevées que sur les sites les moins impactés. Toutefois, malgré ces forts niveaux de pollutions les contributions de la Bourbre et du Gier au flux de PCBi restent faibles, et ce sont l'Isère et la Durance qui contribuent le plus au flux de PCBi du Rhône, en raison de leurs apports importants en MES.

Pour le mercure, les concentrations les plus élevées sont mesurées sur les stations du Gier et de la Saône. En raison de ces niveaux élevés, la Saône a été identifiée comme l'un des principaux contributeurs au flux annuel du Rhône, malgré des apports en MES faibles (environ 5% en moyenne sur la période 2011-2016).

Pour les éléments trace métalliques (ETM), ces résultats montrent l'importance des contributions de la Saône, l'Isère et la Durance au flux annuel à Beaucaire. Toutefois, les concentrations les plus élevées pour la plupart des ETM ont été observées sur les rivières des bassins cévenols (Ardèche, Cèze, Gardon) malgré leur flux de MES relativement moindre dans le Rhône. Les travaux futurs s'attacheront à évaluer précisément leur contribution au flux d'ETM à l'embouchure du Rhône, notamment en analysant les contributions de l'Ardèche (équipée en 2016) et du Gardon (2017).

Tableau 9 : Flux de contaminants mesurés sur les eaux et matières en suspension à la station d'Arles (sources : IRSN et AERMC in DREAL, 2013)

Famille Chimique	Flux moyen annuel (2008-2009) en Tonnes	
	Eau brute	MES
Métaux ou métalloïdes	4 658	14 909
HAP	33	7
Semi volatils organiques divers	341	7
Pesticides	106	2
Chlorobenzènes	2,7	1
Organostanneux	78	0,9
Benzène, Toluène, Ethyl-benzène et Xylènes	0,00	0,8
PCB	0,00	0,2
Hydrocarbures Halogénés Volatils - OHV	35	0,3
Anilines et Chloroanilines	2	0,1
Phénols et chlorophénols	5	0,07
Alkylphénols	6	0,02



gure 42 : Bilans de flux annuels de ∑PCBi particulaires sur le bassin du Rhône entre 2014 et 2016 ; et contribution des principaux affluents.

Figure 52 : Bilan de flux annuels de PCBi particulaires entre 2014 et 2016 et contributions des principaux affluents (OSR4)

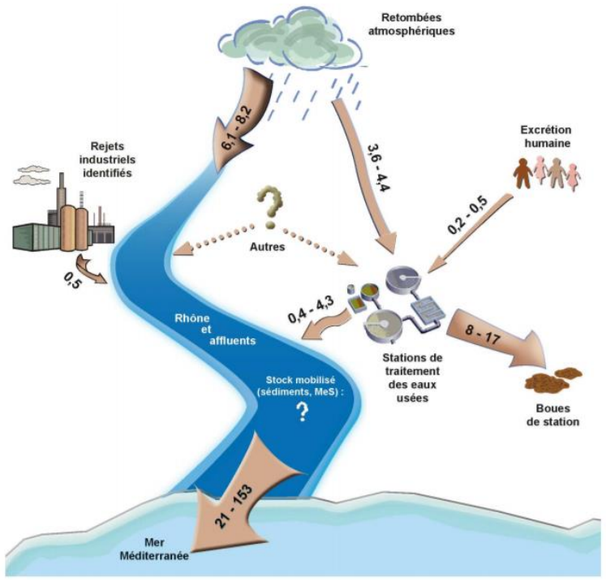


Figure 53 : Bilan des sources contributrices quantifiées au flux de PCB du Rhône à la Méditerranée (exprimées en kg de PCB indicateurs par an, source : DREAL RA, 2013)

4.2 Régimes hydrologiques

Le rapport de Mission 2 explique le fonctionnement hydrologique du Rhône et l'influence des aménagements. Pour les enjeux écologiques, deux conditions hydrologiques particulières sont à mentionner :

- Le fait que les Vieux Rhône fonctionnent une grande partie du temps (70 à 95%) en débit ou régime réservé ;
- Le fait que les usines hydroélectriques peuvent fonctionner par éclusées, ce qui induit des variations de débits et de niveaux d'eau dans les retenues et sections de Rhône total.

4.2.1 Débits et régimes réservés

La situation des débits et régimes réservés a été analysée en détail en Mission 4, comme une opération de restauration, car tous les complexes hydroélectriques sauf Sault-Brénaz ont fait l'objet d'un rehaussement des conditions de débits réservées entre 1999 et 2014.

Les actions de relèvements des débits réservés sont récapitulées dans le tableau suivant. Pour le détail des régimes réservés, le lecteur pourra se reporter aux fiches UHC correspondantes.

Tableau 10 : Synthèse des actions de relèvement des débits et régimes réservés

UHC	Débit/régime réservé anciens ➡ actuels	Dates de réalisation	Maîtrise d'ouvrage	PCH
UHC#05-CHA	10 - 20 ➡ 50 - 70 m³/s	2004	CNR	Oui
UHC#06-BEL	25 - 60 ➡ 60 - 100 m³/s	2005	CNR	Oui
UHC#07-BRC	Débit plancher : 25 ➡ 65 m³/s	2006	CNR	Oui
UHC#08-SAB	20 – 60 m³/s	-	CNR	
UHC#10-ALY	30 ➡ 30 - 60 m³/s	1999	EDF	
UHC#11-PBN	10 - 20 ➡ 100 m³/s	2000	CNR	Oui
UHC#13-PDR	10 - 20 ➡ 50 - 125 m³/s	2014	CNR	
UHC#14-STV	5 - 10 ➡ 56 m³/s	2014	CNR	
UHC#15-BLV	10 - 20 ➡ 72 m³/s	2014	CNR	
UHC#16-BEA	10 - 20 ➡ 73 m³/s	2014	CNR	
UHC#17-BLN	10 - 20 ➡ 74,5 m³/s	2014	CNR	Oui
UHC#18-MON	15 - 65 ➡ 74,5 m³/s	2014	CNR	Oui
UHC#19-DZM	60 ➡ 74,5 m³/s	2014	CNR	
UHC#20-CAD	5 ➡ 78 m³/s	2014	CNR	
UHC#21-AVI	Villeneuve : 5 ➡ 17,5 m³/s Avignon : 400 m³/s	2014	CNR	
UHC#22-VAL	10 ➡ 84 m³/s	2014	CNR	Oui*

* en projet à court terme

4.2.2 Fonctionnement par éclusées

- **Présentation générale des éclusées**

Les éclusées sont utilisées par les gestionnaires de barrages afin d'optimiser leur production hydroélectrique.

Les ouvrages amont du Haut-Rhône (Verbois, Chancy-Pougny, Génissiat) permettent d'initier et d'accompagner des séries d'éclusées. L'ouvrage de Seyssel a vocation à régulariser les débits en aval de Génissiat, et permet de prolonger les éclusées sur les autres ouvrages du Haut-Rhône jusqu'à Sault-Brénaz. Le marnage maximal dans la retenue de Génissiat est de 5,70 m ; il est de 1,50 m dans les retenues de Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon, Sault-Brénaz en aval.

Sur le Rhône aval, les éclusées sont initiées depuis la retenue de Pierre-Bénite ou depuis celle de Montélimar, jusqu'à l'usine de Vallabrègues ; le marnage maximal dans les retenues du Rhône aval est généralement de 0,75 à 1 m.

Comme démontré en Mission 2, les éclusées n'ont pas de rôle structurant pour le transport solide par charriage. Par contre, elles peuvent avoir un rôle sur le transport de fines en suspension, et la modification des habitats.

Par ailleurs, les éclusées peuvent avoir un impact sur des habitats construits par des processus de charriage : les bancs de graviers, les plages proches des berges et les zones de berges. Lorsque le débit varie, le niveau d'eau varie et peut entraîner des impacts sur la vie aquatique, notamment piscicole (frayères, échouage, dérive forcée, stress, etc.).

- **Synthèse des enjeux**

Une étude ECOGEA (2020) menée pour l'Agence de l'Eau a visé à évaluer les risques éco-morphologiques associés au fonctionnement par éclusée de certains aménagements hydroélectriques (cf. Figure 55). Le but étant d'objectiver, conjointement avec un indicateur d'altération hydrologique, les risques d'impacts écologiques associés à ce mode de gestion. La caractérisation des pressions hydrologiques a permis d'identifier les cours d'eau « à risque » vis-à-vis du fonctionnement par éclusées.

La Figure 54 synthétise les pressions, altérations et impacts en lien avec la production d'énergie hydroélectrique.

Compte tenu de la taille du secteur à étudier (correspondant au territoire de l'AERMC), et de la durée de l'étude (10 mois), il a été privilégié une approche à large échelle basée non pas directement sur une quantification des impacts mais sur une évaluation d'un risque écologique.

L'évaluation du risque écologique (ERE, voir Figure 55) repose sur une démarche qui vise à croiser des Enjeux (*i.e.* un contexte biologique, piscicole dans le cas présent), une vulnérabilité (en lien avec les caractéristiques morphologiques des tronçons étudiés) et un aléa (= niveau de perturbation du régime de débit) tout cela dans une zone géographique spécifique.

Il est important de souligner que le risque « éclusée » (voir Figure 55) ne constitue qu'un des multiples risques engendrés par la production d'énergie hydroélectrique sur les peuplements aquatiques (voir Figure 54). Au sein même de l'usage hydroélectrique et du fonctionnement par éclusée, les risques peuvent être liés directement aux conditions hydrauliques induites par les débits turbinés mais aussi à la morphologie de la rivière qui elle-même peut être influencée par la présence et le volume des retenues amont (effet indirect sur les crues fréquentes et le transport solide).

Ce risque est apprécié via l'impact de ce type de modification du régime hydrologique des cours d'eau sur les peuplements de poissons, et plus particulièrement certaines espèces ou groupes d'espèces : truite fario, ombre commun, cyprinidés d'eaux vives. Cette simplification de l'analyse est dictée par les connaissances disponibles : connaissances sur la sensibilité des espèces vis-à-vis des éclusés, sur les exigences en termes d'habitats (dont de reproduction).

Pour ces taxons, les impacts directs des éclusées les plus documentées sont l'échouage-piégeage (EP dans la suite du texte), la dérive forcée sous l'effet de l'instabilité hydraulique (IH) des caractéristiques de l'habitat et l'exondation des frayères (EF, Hunter, 1992 ; Baumann et Klaus, 2003 ; Young et al., 2011 ; Cornu, 2015 ; Bejarano et al., 2017).

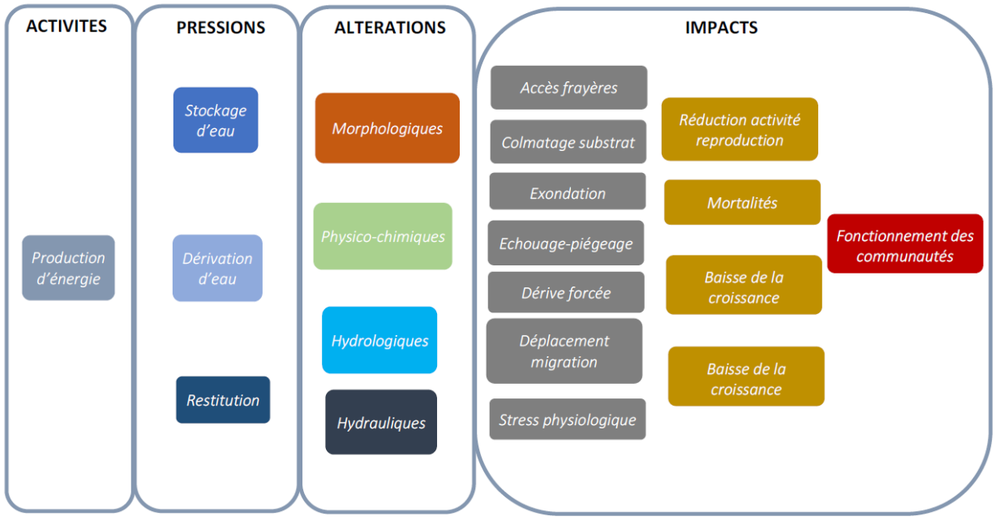


Figure 54 : Pressions, altérations et impacts associés avec la production d'énergie hydroélectriqie

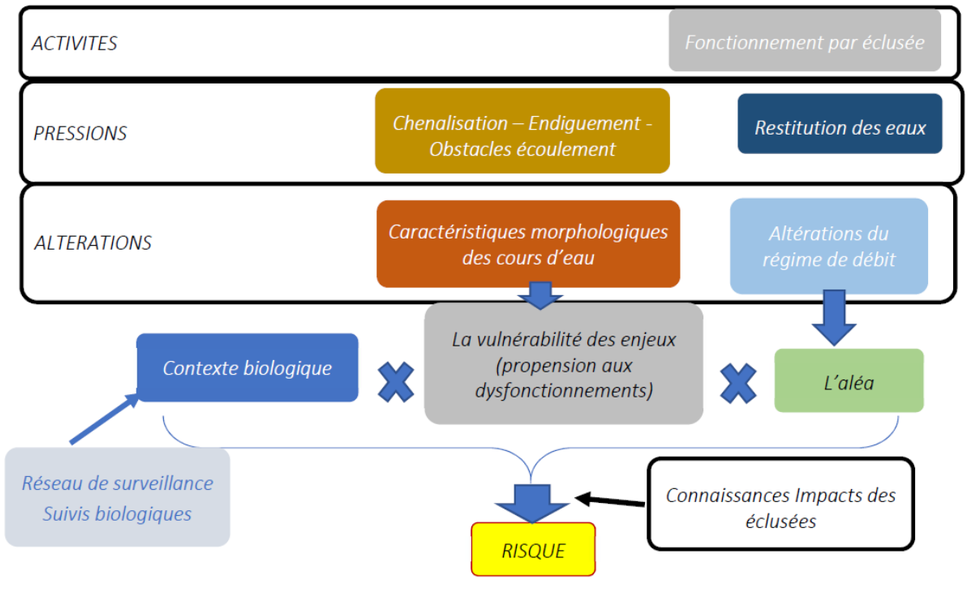


Figure 55 : Chaîne d'évaluation du risque éclusée

L'aléa retenu dans cette analyse de risque est un aléa hydrologique basé sur les variations infra-journalières des débits. Le niveau de perturbation a été évalué en utilisant la méthode de l'indicateur éclusée appliquée par saison (Courret, 2014) et pour trois années consécutives entre 2014 et 2017. Cette méthode permet de caractériser des perturbations hydrologiques infra-journalières sur la base du nombre de variations de débits, des amplitudes, des gradients et des débits de base.

La vulnérabilité est attachée aux caractéristiques physiques de certains habitats, caractéristiques qui sont susceptibles d'influencer le niveau de risque d'échouage-piégeage (EP), d'exondation de frayère (EF) et d'instabilité hydraulique (IH).

Les habitats des poissons les plus vulnérables aux trois problématiques sont bien décrits dans la littérature à savoir (pour les références citées, se référer à l'étude ECOGEA, 2020) :

- Des bancs d'alluvions, des bras secondaires, des cordons rivulaires pour l'échouage-piégeage (Hunter, 1992 ; Lascaux et al., 2008 ; Cazeneuve et al., 2009a). Un lien semble pouvoir être fait à ce niveau-là avec le transport solide, un déficit en matériau pouvant se traduire par une augmentation de la granulométrie moyenne au niveau des bordures et/ou des bancs d'alluvions, les rendant plus « piégeant ». En termes de forme fluviale, les zones propices à l'échouage-piégeage sont donc potentiellement plus nombreuses dans les lits en tresse que dans ceux à méandres et ceux à chenal unique (Hunter, 1992).
- Des plages de graviers-petits galets proches des berges pour l'exondation des frayères des espèces lithophiles (Delacoste, 1995 ; Sempeski et Gaudin, 1995a ; Lagarrigue et Lascaux, 1999, 2000, 2001 ; Lascaux et Cazeneuve, 2008 ; Cazeneuve et al., 2009b ; Melcher et Schmutz, 2010). L'exondation peut aussi concerner la mise en assec de pontes fixées sur des supports végétaux (espèces phytophiles). En termes de forme fluviale, les zones propices à l'exondation des frayères sont donc potentiellement plus nombreuses dans les lits en tresse puis dans ceux à méandres.
- Des zones de berges pour la dérive forcée générée par l'instabilité hydraulique (Nehring et Anderson, 1993 ; Ottaway et al., 1993 ; Valentin, 1995 ; Sempeski et Gaudin, 1995b ; Liebig et al., 1998). Biologiquement, cela concerne principalement les jeunes stades de poissons (Valentin, 1995 ; Liebig, 1998) et peut conduire à une mortalité s'ils ne retrouvent pas rapidement des habitats propices lors des hausses de débits (Baumann et Klauss, 2003). En termes de forme fluviale, les tronçons à chenal unique sont plus sensibles à l'instabilité hydraulique que les styles en tresse. La rugosité du lit constituera un facteur important pouvant atténuer le risque (Santos et al., 2004 ; Boavida et al., 2015).

- **Méthodologie et résultats pour le Rhône**

D'une façon générale, les impacts des éclusées seront d'autant plus forts que les débits de base des éclusées seront faibles et les amplitudes fortes et que les gradients d'évolution des largeurs mouillées seront forts. Le travail d'évaluation a été conduit à deux échelles :

- des linéaires de rivières situés en aval de restitution de centrales hydroélectriques ;
- des masses d'eau incluant les secteurs d'étude.

Le travail de diagnostic a été scindé en quatre étapes :

- Etape 1 : caractérisation du contexte piscicole sur la base des données disponibles
- Etape 2 : évaluation de la vulnérabilité morphologique en développant une métrique spécifique pour chacun des trois risques identifiés (EP, EF, IH).
- Etape 3 : évaluation de l'intensité de l'aléa hydrologique en utilisant la méthode de l'indicateur éclusée de Courret (2014) ;
- Etape 4 : évaluation des risques EP, EF et IH et du risque global éclusée.

Au total, 54 aménagements susceptibles de fonctionner par éclusée ont été identifiés dans le bassin, mais 48 centrales représentant 46 points de restitution en cours d'eau ont été retenus comme influençant 70 secteurs différents de rivière pour un linéaire de 1 230 km (2,7 % du réseau hydrographique du bassin, voir la carte ci-après).

La pression éclusée n'est pas répartie uniformément sur le bassin. Géographiquement, ¼ des secteurs se situent dans la vallée de l'Isère et ses affluents (Arc, Arly, Drac), 14% dans le Massif Central, 14% sur le Rhône et 13% dans les Alpes du sud.

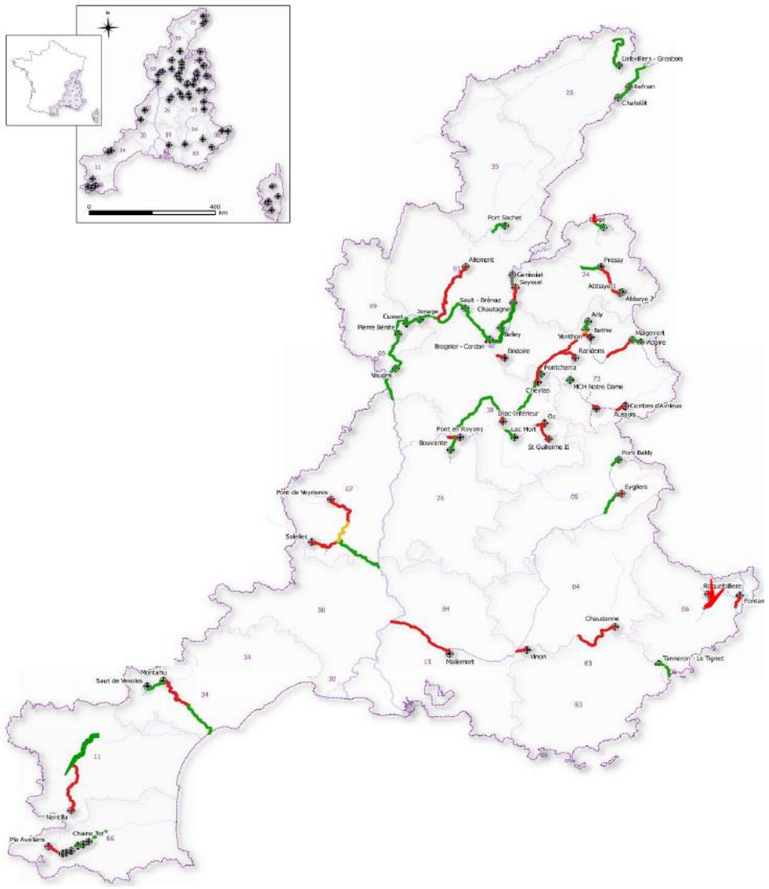


Figure 56 : Carte de la vulnérabilité à l'instabilité hydraulique de printemps permettant de localiser les secteurs de cours d'eau étudiés

Pour le Rhône, la situation est particulière. Les éclusées sont générées par les aménagements suisses en amont et la centrale de Génissiat. Elles ne sont, ensuite, que reprises par les aménagements aval fonctionnant au fil de l'eau. Le secteur étudié va du barrage de Génissiat à l'aménagement de Vaugris, ce qui englobe 10 aménagements hydroélectriques français sur ce linéaire. Ce sont donc 10 secteurs d'étude qui ont été étudié en considérant qu'ils étaient sous l'influence que d'un seul aménagement fonctionnant par éclusée, à savoir Génissiat.

Les auteurs de l'étude ont tenu à préciser concernant les caractéristiques des bancs que :

- La chenalisation du Rhône a totalement transformé le lit du cours d'eau notamment entre les différents aménagements ;
- En dehors des tronçons court-circuités, les bancs sont très peu nombreux. On les retrouve ponctuellement à proximité des berges sous forme de dépôts de sédiments fins colonisés par des hélophytes, aux entrées et sorties de bras secondaires et en aval des obstacles hydrauliques (piles de pont) ;
- Bien que très peu nombreux, ces habitats sont probablement importants pour le fonctionnement des populations piscicoles notamment comme zones de reproduction et/ou de développement de certaines espèces affectionnant les faibles profondeurs. Cette situation est très marquée notamment dans le secteur en aval de Sault-Brénaz. Leur rareté leur confère une sensibilité d'autant plus forte vis-à-vis des variations de débits et des risques d'exondation de frayères.

Pour ce qui est des principaux affluents du Rhône, seuls trois d'entre eux sont inclus dans l'étude :

- La rivière d'Ain, sous l'influence de la chaîne de barrage qui va de Vouglans à Allement ;
- L'Ardèche parcourue par les éclusées générées par la centrale de Pont de Veyrières localisée sur un de ses affluents (la Fontaulière) et qui reçoit des eaux du bassin versant de la Loire ;
- La Durance dont les éclusées sont sous le contrôle d'une chaine d'aménagements terminée par l'usine de Mallemort.

Sur l'ensemble de ces secteurs, les prospections de terrain ont été soient partielles, soient non réalisées. En effet, du fait des difficultés d'accès et/ou de prospection, il n'a pas été possible d'y réaliser la totalité des mesures prévues dans le protocole. Seules des observations ponctuelles sur des zones propices et sur leur sensibilité aux variations de débit ont été conduites :

- Les habitats constitués par des zones de graviers/petits galets semblent peu nombreux hors des tronçons court-circuités (faciès uniformes, profondeurs importantes, faiblesse des dépôts d'alluvions),
- Les habitats constitués par des hélophytes se concentrent beaucoup dans les annexes,
- Les différentes frayères potentielles qu'elles soient minérales ou végétales sont très sensibles aux variations de débits et peuvent être facilement exondées même avec des variations de hauteur d'eau peu importantes.

Les résultats obtenus à l'échelle des secteurs d'études et des masses d'eau correspondantes sont reportés dans les tableaux qui suivent.

Tableau 11 : Evaluation des risques « éclusée » et de la classe d'aléa hydrologique – Secteurs du Rhône et affluents principaux

Secteurs	Aménagements	Rivières	Risque Eclusée	Classe d'alea annuel
BELLEY	BELLEY	Rhone	Faible	Moyen
BREGNIER_CORDON	BREGNIER_CORDON	Rhone	Faible	Faible
CUSSET	CUSSET	Rhone	Faible	Faible
EYGLIERS_D	EYGLIERS	Durance	Faible	Faible
JONAGE	JONAGE	Rhone	Faible	Faible
PIERRE_BENITE	PIERRE_BENITE	Rhone	Faible	Faible
PONT_BALDY_D	PONT_BALDY	Durance	Faible	Faible
PONT_DE_VEYRIERES_4	PONT_DE_VEYRIERES	Ardeche	Faible	Faible
SAULT_BRENAZ	SAULT_BRENAZ	Rhone	Faible	Faible
VAUGRIS	VAUGRIS	Rhone	Faible	Faible
CHAUTAGNE	CHAUTAGNE	Rhone	Moyen	Moyen
ALLEMENT_2	ALLEMENT	Ain	Fort	Moyen
GENISSIAT	GENISSIAT	Rhone	Fort	Fort
MALLEMORT	MALLEMORT	Durance_La	Fort	Fort
SEYSSEL	SEYSSEL	Rhone	Fort	Fort

Tableau 12 : Evaluation des risques « éclusée » et de la classe d'aléa hydrologique – Masses d'eau du Rhône et affluents principaux

Masses d'eau	Rivières	Risque Eclusée
FRDR2000 - Le Rhône de la frontière suisse au barrage de Seyssel	Le Rhône	Moyen
FRDR2001 - Le Rhône du barrage de Seyssel au pont d'Evieu	Le Rhône	Moyen
FRDR2002 - Le Rhône du pont d'Evieu au défilé de St Alban Malarage	Le Rhône	Faible
FRDR2003 - Le Rhône du défilé de St Alban à Sault-Brenaz	Le Rhône	Faible
FRDR2004 - Le Rhône de Sault-Brenaz au pont de Jons	Le Rhône	Faible
FRDR2005 - Le Rhône du pont de Jons à la confluence Saône	Le Rhône	Faible
FRDR2006 - Le Rhône de la confluence Saône à la confluence Isère	Le Rhône	Faible
FRDR244 - La Durance du Coulon à la confluence avec le Rhône	La Durance	Fort
FRDR411B - L'Ardèche de la confluence de l'Ibie au Rhône	L'Ardèche	Faible
FRDR484 - L'Ain du Suran à la confluence avec le Rhône	L'Ain	Fort

4.3 Habitats aquatiques

Les études relatives à la caractérisation des habitats aquatiques du Rhône ont pour la plupart cherché à « simplifier » la description de ces objets complexes pour tenter de faire le lien avec les peuplements en place, poissons et macroinvertébrés notamment. A ces difficultés méthodologiques viennent s'ajouter les dimensions importantes de l'hydrosystème Rhône, qui rendent les investigations chronophages et gourmandes en moyens tant humains que matériels.

Par ailleurs, en dehors des RCC, les habitats aquatiques présentent une forte homogénéité sur des linéaires relativement longs, en lien avec les aménagements en place : faciès lentique et profond en amont des retenues, plus lotique (courant) et moins large au niveau des canaux usiniers, berges souvent enrochées (endiguement) et plancher alluvial fortement modifié : dépôt de sédiments fins au sein des retenues, pavage en cours voire bien installé là où le sédiment grossier ne circule plus.

C'est sans doute ce qui explique que les linéaires du Rhône n'aient pas été décrits dans le détail, d'autant plus que l'intérêt d'une telle démarche semble limité (forte homogénéité), sauf à prendre en compte les particularités de chaque site : granulométrie du fond permettant de caractériser d'éventuelles singularités (e.g. dépôts), présence de végétation aquatique, étant entendu que tous les types de végétations ne se valent pas pour ce qui concerne leur attrait vis-à-vis des espèces aquatiques, disponibilité d'abris tels que les enrochements, les débris ligneux et autres embâcles, etc. La tâche devient alors rapidement (très) complexe.

Il existe donc au final peu d'exemples de descriptions des habitats aquatiques à une échelle suffisamment fine pour bien prendre en compte la composante « sédiments » de ces habitats, paramètre de premier ordre dans le cadre de la présente étude.

Les données disponibles concernent principalement :

- **la modélisation de l'évolution, en fonction du débit, des caractéristiques « hydrauliques » des habitats** (hauteurs d'eau, vitesses de courant, contraintes de cisaillement au fond, etc.) à l'échelle de plusieurs RCC. La modélisation s'appuie sur la **méthode des microhabitats**, en particulier le protocole ESTIMHAB (cf. Lamouroux & Capra, 2002 ; Lamouroux & Souchon, 2002, Lamouroux & Olivier, 2015). Le principal avantage de ce protocole réside dans sa facilité de mise en œuvre et des moyens limités à mobiliser. Si le sédiment est bien décrit dans le cadre de ce protocole, il n'intervient cependant que comme paramètre de calage des coefficients des modèles hydrauliques. Il est de plus considéré comme stable (*i.e.* n'évolue pas) sur l'ensemble de la gamme de débit modélisée malgré la possible mise en eau de surfaces exondées à faibles débits (et donc non prises en compte dans la caractérisation du sédiment). L'application de cette méthode à plusieurs RCC montre des variations relativement importantes d'un RCC à l'autre pour ce qui concerne les résultats obtenus (cf. Figure 60). Cette méthode a été employée pour prédire (avec succès) les réponses des communautés de poissons (Lamouroux et al., 2015) et aussi de macroinvertébrés (e.g. Dolédec et al., 2007 ; Mérigoux et al., 2009) aux variations de débits, en particulier dans le cadre du relèvement des débits réservés au sein des RCC.

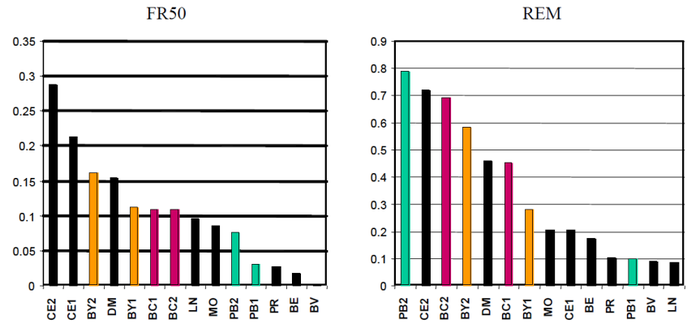


Figure 57 : Valeurs de FR50 (indice morphologique, à gauche) et REM (indice de débit, à droite) sur les différents Vieux Rhône du bas Rhône et du haut Rhône – Source : Olivier & Lamouroux (2015)

CE : Chautagne – BY : Belley – DM : Donzère-Mondragon – BC : Brégnier-Cordon – LN : Baix-Le Logis Neuf – MO : Montélimar – PB : Pierre-Bénite – PR : Péage-de-Roussillon – BV : Bourg-lès-Valence – BE : Beauchastel
Les codes de type 'CE1' et 'CE2' réfèrent aux situations pré- et post-augmentation du débit.

- **l'utilisation de modèles numériques spatialisés (1D, et de plus en plus 2D)** permettant de caractériser précisément les habitats aquatiques en termes de hauteur d'eau, vitesse du courant, granulométrie du substrat, voire d'autres paramètres tels que la température de l'eau. L'utilisation de moyens modernes d'investigation (*e.g.* sondeur bathymétrique permettant de cartographier les hauteurs d'eau, associé à un ADCP qui fournit les vitesses du courant) permet de décrire d'importants linéaires en optimisant le temps passé sur le terrain, même s'il reste ensuite un travail encore important pour éventuellement caler le modèle hydraulique qui permet de faire les extrapolations à plusieurs débits. La CNR a par exemple développé de tels modèles sur les RCC de Donzère et de Chautagne, modèles centrés sur les paramètres hydrauliques (hauteur d'eau, vitesse du courant, largeur en eau).

  Par ailleurs, la spatialisation des données permet potentiellement d'analyser l'utilisation de ces habitats par différentes espèces de poissons, grâce, par exemple, à l'utilisation de la télémétrie (radiopistage, suivi acoustique). Un seul exemple à l'heure actuelle réalisé sur le secteur à chenal unique et écoulements libres du Rhône compris entre le barrage de Sault-Brénaz et Loyettes (Thèse J. Bergé, 2013).

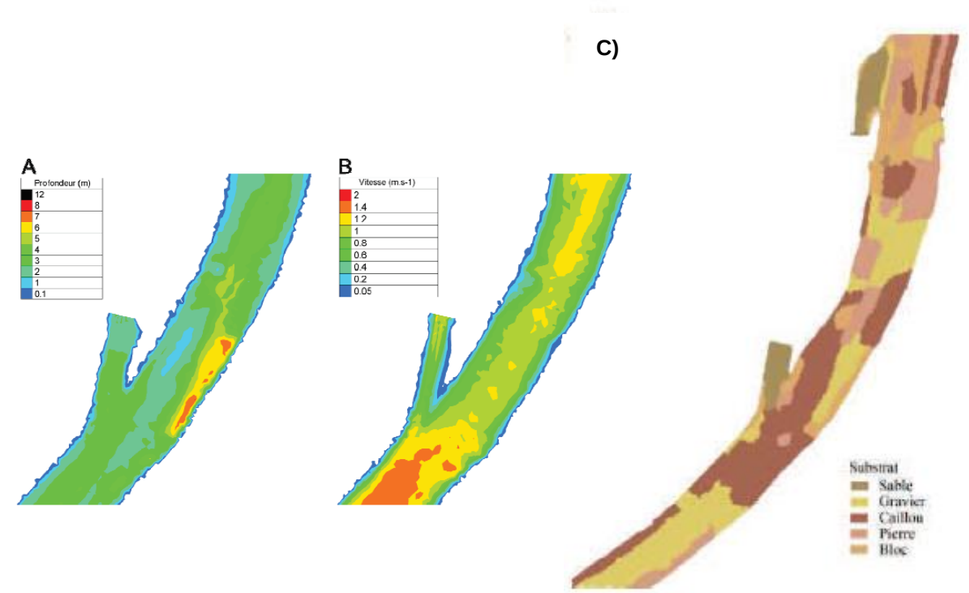


Figure 58 : Représentation de la profondeur (A) et de la vitesse scalaire (B) simulées par le modèle hydrodynamique 2D au niveau du site du Bugey pour un débit de 550 $m^3.s^{-1}$. Répartition du substrat dominant au niveau du site du Bugey (C).

D'après Bergé (2013) pour les figures A et B, et Capra et al. (2008a) pour la figure C.

Ces modèles se heurtent à la difficulté de faire le lien entre exigences des espèces et caractéristiques des habitats aquatiques. Pour les poissons et les macroinvertébrés benthiques, cela passe par l'élaboration de courbes de préférences qui définissaient de façon indépendante, jusqu'à un passé récent, pour chacun des paramètres étudiés, et pour chaque espèce (ou groupe d'espèces, voire stade de développement d'une espèce donnée), un coefficient de préférence qui traduit l'affinité de l'espèce vis-à-vis des valeurs du paramètre.

Des développements sont en cours pour établir des modèles bivariés qui permettent de prendre en compte simultanément, les préférences des espèces pour des couples de paramètres, généralement la vitesse du courant et la hauteur de l'eau, la sélection d'un habitat par un organisme aquatique se faisant rarement de façon univariée.

Cette démarche novatrice nécessite en parallèle la caractérisation de nouvelles métriques de type « hydrosignatures » décrivant de façon bidimensionnelle, les conditions d'écoulement au sein des cours d'eau. L'objectif étant de pouvoir visualiser, à l'échelle d'un secteur donné, la disponibilité de ces couples de paramètres, ainsi que leur évolution en fonction du débit. Ces approches sont cependant très orientées « gestion des débits » et visent à déterminer le meilleur compromis entre débit et préservation des habitats aquatiques dans le cadre d'études visant à la détermination des débits écologiques.

Le sédiment n'est pas pour le moment intégré dans ces modèles. Comme pour la méthode des microhabitats, ce type d'approche est souvent critiqué pour la vision trop « simpliste » qu'il donne des habitats aquatiques, définis à travers quelques paramètres seulement, deux le plus souvent en ce qui concerne les poissons, que sont la hauteur d 'eau et la vitesse du courant.

Il n'existe pas, à notre connaissance, d'application de ce type de modèle au Rhône.

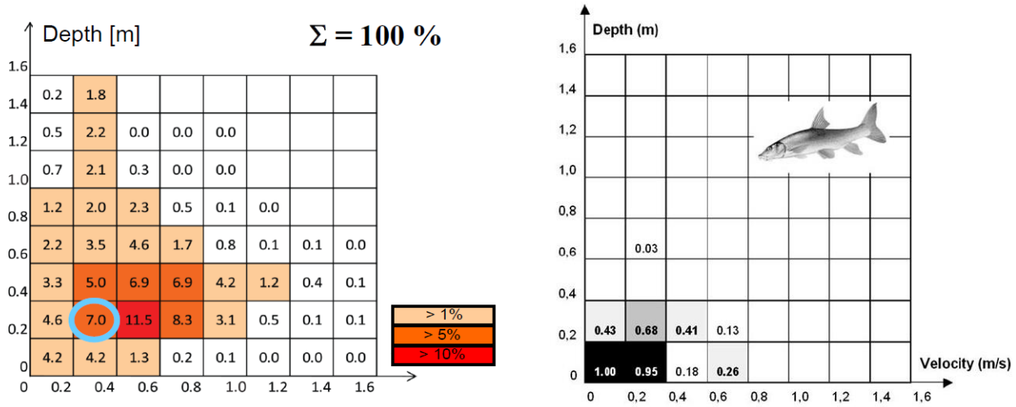


Figure 59 : Exemple d'hydrosignature (gauche) et d'indice de préférence des petits barbeaux (0-4 cm) pour les classes de hauteur d'eau-vitesse du courant. D'après Le Coarer (2007), Le Coarer et al. (2016)

- **La description des habitats suivant la méthode des mésohabitats** (protocole développé par Borsányi et al., 2004 et « adapté » au Haut-Rhône par Harby et al., 2005, 2007). Protocole mis en œuvre de façon partielle (4 stations) au sein du RCC de Chautagne (Harby et al., 2009) ; de façon beaucoup plus complète au niveau du RCC de Belley (TEREO & SAFEGE, 2017).

  Cette approche fournit une description intéressante des habitats en place et de leur intérêt vis-à-vis des exigences des espèces de poissons observées/attendues ; cela permet de voir si l'habitat peut être un facteur limitant le développement de certaines espèces / classes d'âge. Le principal inconvénient vis-à-vis de notre problématique réside dans le fait que la description ne prend pas en compte la granulométrie du substrat, sauf de façon très partielle et indirecte via les turbulences à la surface de l'eau et les faciès d'écoulement. De plus, se pose également la question de la définition/validité du lien entre mésohabitat et préférence des espèces. Cette approche nécessite généralement de faire plusieurs passages sur un même secteur à des débits différents afin de rendre compte des modifications des conditions d'écoulement. Elle fournit néanmoins une « simplification » qui semble intéressante dans le cadre de l'étude de milieux aux dimensions importantes.

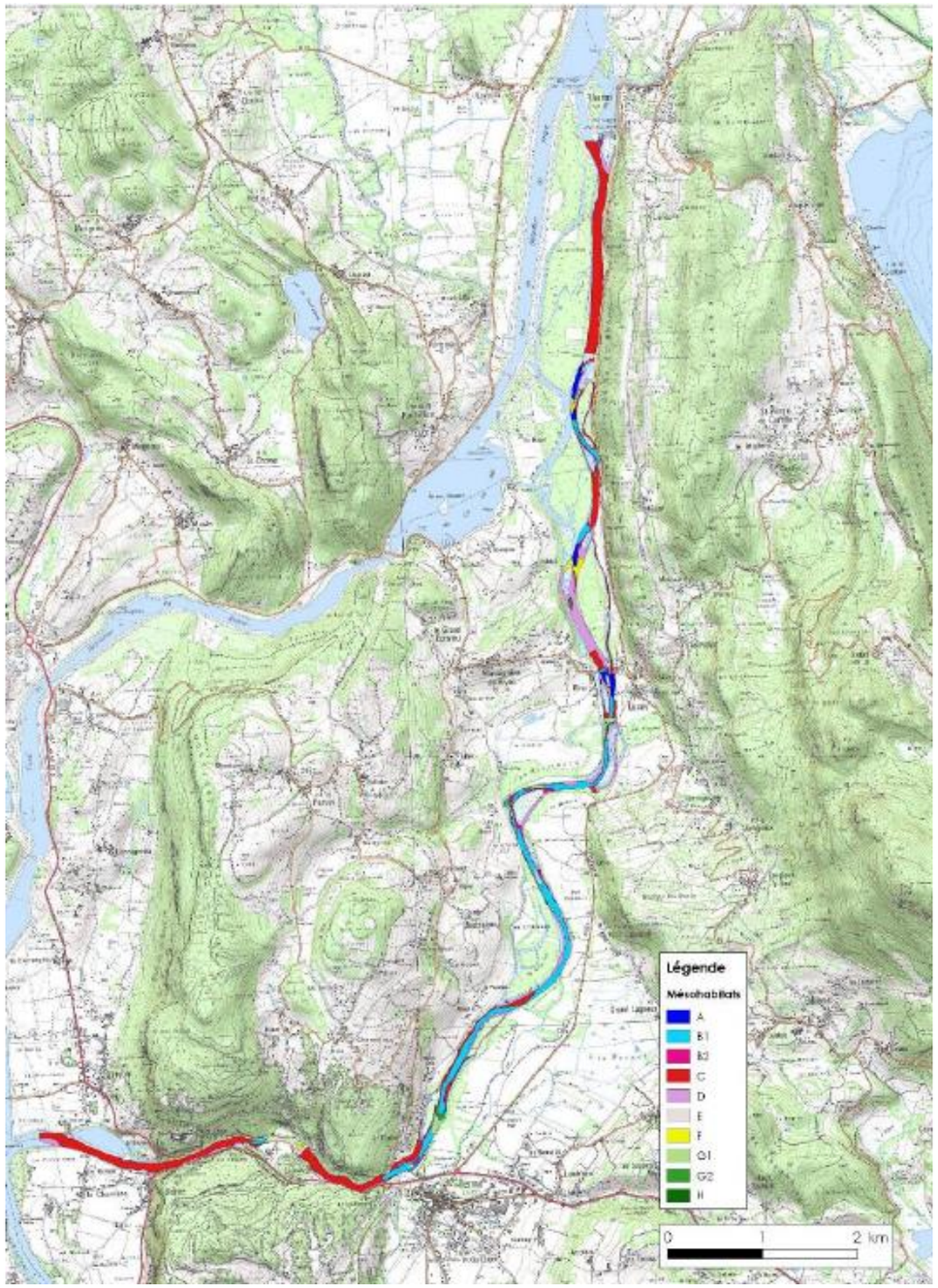


Figure 60 : Caractérisation des mésohabitats par classes d'habitats – RCC de Belley – Débit de 60 m³/s -Source : TEREO & SAFEGE (2017)

Tableau 13 : Mésohabitats préférentiels des espèces-cibles et représentativité au débit réservé maximal (60 m³/s) à l'échelle du RCC de Belley – Source : TEREO & SAFEGE (2017)

Groupe d'espèces	Espèces indicatrices	Mésohabitats préférentiels									
		A	B1	B2	C	D	E	F	G1	G2	H
		3,10%	21,60%	3,00%	41,20%	22,50%	2,50%	2,10%	2,50%	1,10%	0,40%
Groupe 1 Salmonidés	Truite commune										
Groupe 2 (Grandes espèces d'eau vive et brochet)	Ombre commun										
	Vandoise										
	Hotu										
	Barbeau										
Groupe 3 (Petits cyprinidés d'eau vive)	Blageon										
	Spirlin										
	Ablette										

Mésohabitat préférentiel (Harby et al., 2007)

Tableau 14 : Tableau de détermination des classes de mésohabitats (d'après Harby et al., 2007)

Classe	Etat de surface	Pente de la ligne d'eau	Vitesse de surface	Profondeur en eau
A	Vague < 5 cm	Pentue (> 0,4 %)	Rapide (> 0,5 m/s)	Profonde (> 0,70 m)
B1		Modérée (< 0,4 %)	Rapide (> 0,5 m/s)	Profonde (> 0,70 m)
B2		Modérée (< 0,4 %)	Rapide (> 0,5 m/s)	Peu profonde (< 0,70 m)
C		Modérée (< 0,4 %)	Lente (< 0,5 m/s)	Profonde (> 0,70 m)
D		Modérée (< 0,4 %)	Lente (< 0,5 m/s)	Peu profonde (< 0,70 m)
E	Vague > 5 cm	Pentue (> 0,4 %)	Rapide (> 0,5 m/s)	Profonde (> 0,70 m)
F		Pentue (> 0,4 %)	Rapide (> 0,5 m/s)	Peu profonde (< 0,70 m)
G1		Modérée (< 0,4 %)	Rapide (> 0,5 m/s)	Profonde (> 0,70 m)
G2		Modérée (< 0,4 %)	Rapide (> 0,5 m/s)	Peu profonde (< 0,70 m)
H		Modérée (< 0,4 %)	Lente (< 0,5 m/s)	Peu profonde (< 0,70 m)

Au final, le sédiment est assez peu pris en compte dans la description des habitats aquatiques telle qu'elle est pratiquée actuellement.

Il est donc difficile de faire le lien entre (bon) fonctionnement des communautés et caractéristiques des sédiments en place. Le sédiment joue pourtant un rôle de premier plan dans le fonctionnement des hydrosystèmes (voir chapitre §.6.2.1), soit de façon directe par les habitats / abris qu'il fournit, soit de façon indirecte via le support qu'il représente pour plusieurs maillons de la chaîne trophique (biofilm, végétaux, macroinvertébrés).

Concernant les poissons, son rôle est surtout mis en avant en tant qu'habitat de reproduction, la rareté voire l'absence de telle ou telle classe granulométrique ayant des répercussions importantes sur la dynamique de la population en question. C'est pourquoi, dans le cadre de la présente étude, nous avons essayé, à travers les données disponibles, d'analyser l'évolution des deux guildes de reproduction qui utilisent (uniquement) des substrats minéraux comme support de ponte, à savoir les lithophiles (substrat gravelo-caillouteux) et les psammophiles (substrat sableux). Le résultat de ces analyses est présenté de façon globale au chapitre §.6.4, et de façon plus locale au niveau de chaque fiche UHC.

4.4 Faune aquatique

4.4.1 Les macro-invertébrés benthiques et indices associés

- **A l'échelle du bassin**

L'amélioration de la qualité physicochimique de l'eau décrite dans les paragraphes précédents a eu un effet bénéfique direct sur la faune et la flore qui peuplent les cours d'eau du bassin Rhône Méditerranée Corse.

Le fond des cours d'eaux est peuplé de petits animaux (larves d'insectes, mollusques, crustacés, vers) dont la présence est indispensable au bon équilibre de la rivière. La composition du peuplement de ces invertébrés aquatiques constitue un révélateur de la qualité globale du milieu (eau et habitat). Pour mesurer cette qualité du milieu, la biodiversité est transcrite sous forme d'indices allant de 0 à 20 (IBGN – Indice Biologique Global Normalisé) qui, en fonction d'une grille de référence réglementaire, sont ensuite répartis dans une classe d'état (très bon, bon, moyen, médiocre, mauvais).

Il est cependant important de noter que pour le cours principal du Rhône, il n'existe pas de grille de référence règlementaire, le fleuve étant, avec le Rhin, le seul représentant de la catégorie des Très Très Grands cours d'eau Alpins (TTGA). Il n'existe de ce fait aucune « référence » (naturelle, dans le sens de non ou faiblement anthropisée) pour ce type de cours d'eau.

A l'échelle du bassin RMC, la proportion de stations en bon et très bon état est nettement orientée à la hausse, passant d'environ 60% à la fin des années 90, à plus de 80% ces dernières années.

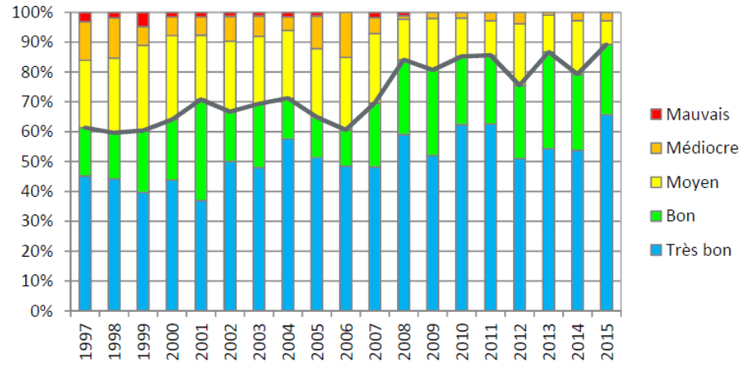


Figure 61 : Evolution de la qualité biologique de l'eau (IBGN) des cours d'eau du bassin RMC – Pourcentage de stations par classe d'état (source : SDAGE 2016-2021).

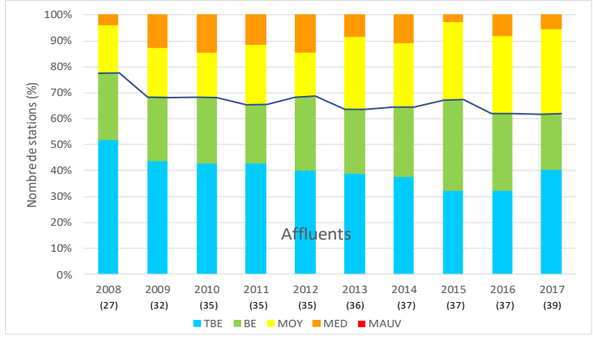


Figure 62 : Evolution de la qualité biologique de l'eau (IBGN) de la partie basse des affluents du Rhône sur la période 2008-2017 – Pourcentage de stations par classe d'état.

Les nombres entre parenthèses correspondent aux nombres de stations dont la classe de qualité a pu être qualifiée (source : AERMC).

- **A l'échelle des parties basses des affluents**

La même analyse réalisée au niveau des stations situées sur la partie aval des principaux affluents du Rhône met en avant, sur la période 2008-2017, une dégradation de la qualité (cf. Figure 62). Cette dernière se traduit par une diminution du nombre de stations en bon et très bon état, au profit de stations en état moyen. Outre la différence de période comparativement à l'analyse précédente, ce résultat pourrait être également la conséquence de la localisation des stations, *i.e.* sur la partie aval des affluents importants, et donc sur des secteurs plus soumis aux perturbations d'origine anthropique.

- **A l'échelle de l'axe Rhône**

  - **Approche chronologique**

Au niveau des stations localisées sur le cours principal du Rhône, et comme rappelé précédemment, il n'est pas possible de qualifier la qualité écologique de ces stations à partir des peuplements de macro-invertébrés. Malgré cela, plusieurs métriques peuvent être analysées de façon séparée afin de mettre en avant d'éventuelles tendances.

Le calcul de la note « équivalent-IBG » prend en compte à la fois le groupe fonctionnel indicateur (GFI), reflet de la polluosensibilité du peuplement, et sa richesse taxonomique. Sur le Rhône, la valeur du GFI ne présente pas d'évolution notable sur la période considérée (2008-2016, cf. Figure 65), alors que la diversité baisse de façon significative ($p<0,001$) et continue (Figure 64).

C'est donc la baisse de la diversité qui semble être à la base de la diminution de la valeur de l'IBG sur le Rhône. Les raisons susceptibles d'expliquer ce résultat sont potentiellement nombreuses : modification du protocole d'échantillonnage en 2009, changement climatique, évolution du lit du Rhône, augmentation de l'importance relative des invasifs. Ces évolutions sont discutées à l'échelle des UHC.

Pour les affluents, et comme précédemment, une légère tendance à la baisse est observée et n'est pas significative.

L'étiage marqué et prolongé de 2011 semble se traduire par une plus grande variabilité du GFI cette année-là.

  - **Approche géographique**

Si l'on s'intéresse aux variations longitudinales des différentes métriques sur la période récente (2008-2016), l'analyse permet de montrer à la fois les différences entre les différents types de milieu (chenal principal, canal d'amené/de fuite, RCC), ainsi que l'évolution amont-aval ().

Sur le Haut-Rhône, les valeurs augmentent rapidement entre l'aval du barrage de Chancy-Pougny (02-CHP) et le premier des RCC (Chautagne / 05-CHA). Sur ce secteur, les valeurs de l'IBG sont plus élevées et globalement plus variables au sein des RCC, qu'au niveau du chenal principal (Pougny, Culoz), comme des canaux d'amenée (aménagement de Brégnier-Cordon / 07-BRC).

A noter les valeurs extrêmement faibles enregistrées au niveau de Pougny (02-CHP) et Culoz (en limite des UHC#05-CHA et 06-BEL), deux stations directement sous l'influence des barrages, et notamment de leur fonctionnement sous éclusées (voir un exemple ci-contre).

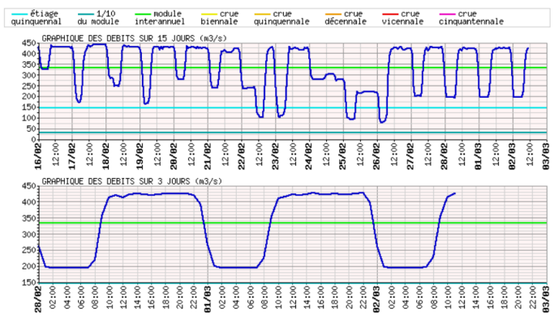


Figure 63 : Exemple de variations de débit sur le Haut-Rhône – Station de Pougny (V1000010) – Période du 16/02 au 02/03/2018 (source : Hydroreel)

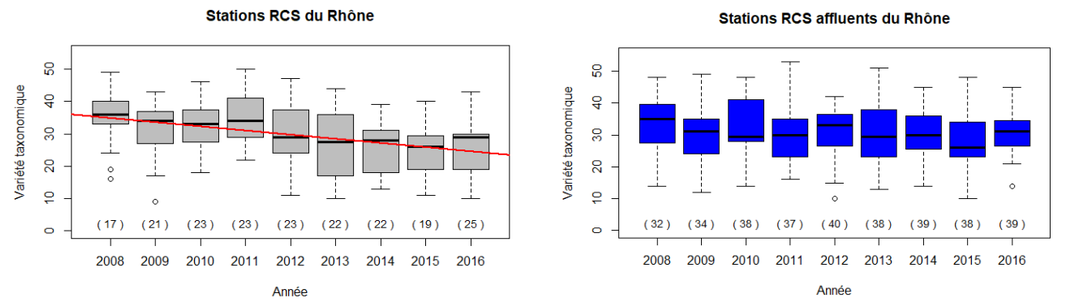


Figure 64 : Evolution de la richesse taxonomique des stations RCS localisées sur le Rhône (gauche) et sur la partie basse des principaux affluents (droite) sur la période 2008-2016.

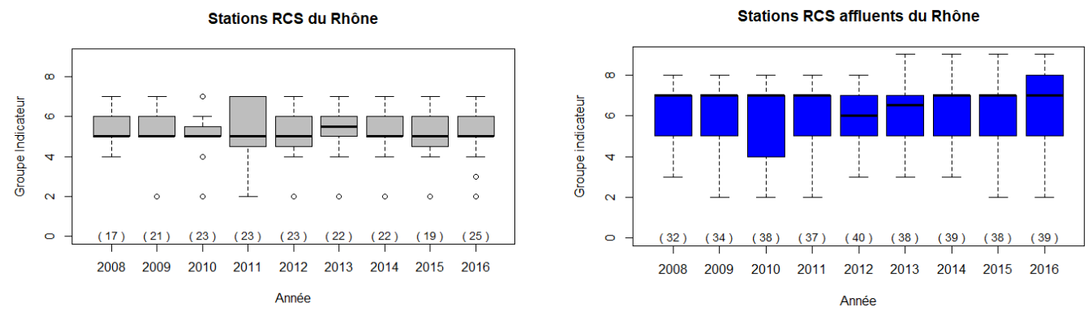


Figure 65 : Evolution du groupe indicateur (GFI) des stations RCS localisées sur le Rhône (gauche) et sur la partie basse des principaux affluents (droite) sur la période 2008-2016.

Les nombres entre parenthèses correspondent au nombre de stations prises en compte dans l'analyse (source : AERMC)

A l'aval de Sault-Brénaz (08-SAB), les valeurs enregistrées dans le chenal principal (unique) restent relativement élevées et variables, nettement plus élevées que celles enregistrées plus en amont (Pougny et Culoz), conséquences probables de l'amortissement du fonctionnement hydrologique (effets des chasses suisses, variations infra-journalières de débit) et de l'enrichissement du cours d'eau via les affluents. Ces valeurs semblent cependant présenter une légère érosion d'amont en aval.

En aval de Lyon, un schéma identique semble se répéter : les valeurs sont plus élevées dans les RCC que dans les autres types de milieux : stations de Chasse-sur-Rhône / 12-VAU et Saint Vallier / 14-STV sur le cours principal, canal d'amenée de Beauchastel / 16-BEA. Au sein des tronçons, la situation apparait nettement dégradée, conséquence probable de l'impact de l'agglomération lyonnaise (associé au couloir de la chimie) sur la qualité de l'eau. L'analyse de l'évolution des GFI met en évidence une réduction significative du GFI suite à la traversée de Lyon (cf. Figure 67).

En progressant en aval d'Isère, la situation semble s'améliorer au niveau des trois RCC de Baix-Logis Neuf (17-BLN), Montélimar (18-MON) et Donzère (19-DZM), résultats qui tranchent avec ceux obtenus au niveau du chenal principal, et avec la dégradation observée d'amont en aval.

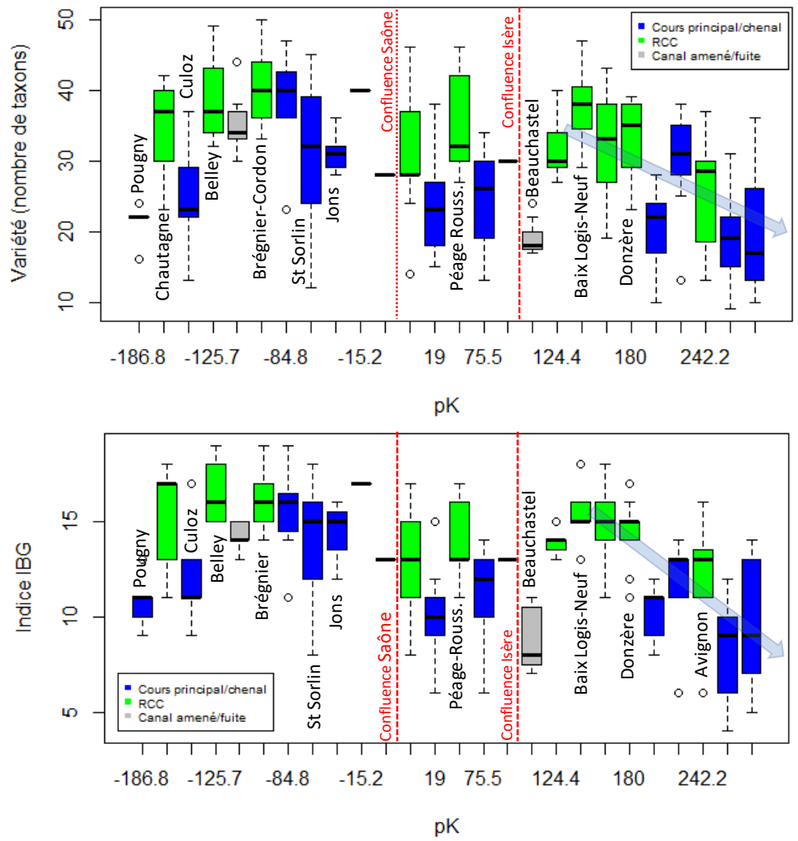


Figure 66 : Evolution de la variété taxonomique (haut) de l'indice IBG (droite) et des stations RCS localisées sur le Rhône sur la période 2008-2016.

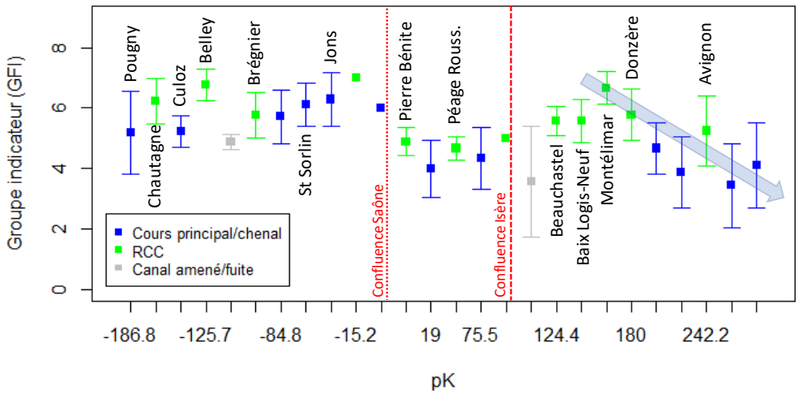


Figure 67 : Evolution du groupe indicateur (GFI) des stations RCS localisées sur le Rhône sur la période 2008-2016.

Les stations sont ordonnées selon leur point kilométrique (PK) sachant que PK=0 correspond à la confluence de la Saône. Les carrés représentent la valeur moyenne sur la période de mesure et les crochets, l'intervalle de confiance à 95% (source : AERMC)

- **Synthèse sur l'évolution des peuplements macrobenthiques**

Contrairement aux poissons, peu de données anciennes sont disponibles et peuvent servir de référence avant les modifications anthropiques contemporaines. Il n'existe à notre connaissance aucune information sur les peuplements de macro-invertébrés antérieure à la mise en navigation du Rhône (aménagements Girardon), et celles antérieures à l'installation des ouvrages hydroélectriques sont rares : Lafon (1953) pour une caractérisation du peuplement dans la traversée de Lyon, Usseglio-Polatera (1985) et Usseglio-Polatera & Bournaud (1989) pour une évaluation de l'impact de l'aménagement de Pierre-Bénite (1966), Desaix, Olivier et Roux (1987), Dessaix & col. (1988) et Dolédec, Dessaix & Tachet (1996) pour le suivi des peuplements de macroinvertébrés dans le cadre de la mise en place des aménagements de Chautagne (1980), Belley (1982) et de Brégnier-Cordon (1984).

Les changements en termes d'habitat sont globalement marqués, en lien avec la modification des écoulements : création de retenues lentiques, forte réduction des débits au sein des sections court-circuités (RCC), création de milieux artificiels (canaux). Par ailleurs, les peuplements de macro-invertébrés étant également perturbés, au moins jusqu'à Lyon, par les chasses suisses et leurs accompagnements (APAVER).

Les espèces les plus polluo-sensibles, comme celles inféodés aux faciès courants (rhéophiles) ou associées aux granulométries de substrat intermédiaire (lithophiles), voient leurs abondances se réduire, au profit d'espèces plus résistantes, adaptées à ce type de milieu moins courant (lénitophiles), et dont la présence était souvent accidentelle avant les aménagements. Leur développement est également associé à l'expansion des macrophytes et/ou au dépôt de particules fines.

En aval de Lyon, ce sont les travaux du CTGREF (1977) et du CEMAGREF (1984) qui apportent des informations sur l'évolution des peuplements de macro-invertébrés. Les auteurs ont noté que le potentiel faunistique observé au début de l'étude en 1975-1976 n'est plus exprimé les années suivantes. Ainsi, les taxons polluo-sensibles encore rencontrés en 1977 ne sont retrouvés que très sporadiquement et ponctuellement (voire plus du tout pour certains) dans les études réalisées à partir de 1979. Ces mêmes auteurs relèvent un appauvrissement important de la macrofaune benthique au cours des dix dernières années sur l'ensemble du cours principal du fleuve entre Lyon et Donzère. Ni les aménagements antérieurs et contemporains de cette période, ni la pollution oxydable qui est plutôt allée en s'atténuant au fil du temps (meilleure épuration augmentation des dispositifs, etc.) ne peuvent expliquer cette évolution pas plus que les rejets thermiques des sites nucléaires, la dégradation étant notée tant en amont qu'en aval. Le seul facteur ayant pu évoluer défavorablement durant cette période est la pollution toxique, essentiellement sous forme accidentelle depuis 1976. Suite à ces épisodes, le substrat est devenu moins hospitalier pour la macrofaune benthique (simplification de la diversité du substrat, envasement des retenues, etc.) et une toxicité latente de l'eau ont pu limiter la recolonisation par dérive d'organismes en provenance de l'amont, d'affluents ou de milieux annexes (lônes, tronçons court-circuités).

- **Focus sur le suivi des rejets de CNPE**

Une synthèse de 20 années (1985-2004) de suivi de la macrofaune sur l'axe longitudinal du Rhône, du CNPE[18] Bugey à celui de Tricastin, montre que celle-ci enregistre au fil du temps un glissement temporel de la composition des communautés avec un renouvellement des familles au cours de la chronique (Fruget et Bady, 2006 ; Daufresne et al., 2007).

La Figure 68 met en évidence plusieurs périodes :

- **la première période 1985-1991** semble marquée par une variabilité chimique et hydrologique (c'est le patron temporel le plus important durant cette période), tandis que la structure des peuplements est parallèlement très peu contrastée ;
- **A partir de 1992-2002**, on entre ensuite dans une dérive temporelle des conditions environnementales qui semble plus liée à la thermie, avec une évolution sans doute moins sensible des autres paramètres (en tout cas en relatif). C'est à partir de cette période que les peuplements évoluent le plus.
- **Enfin, à partir de 2003**, on enregistre l'effet canicule et post-canicule.

[18] Centre Nucléaire de Production d'Electricité

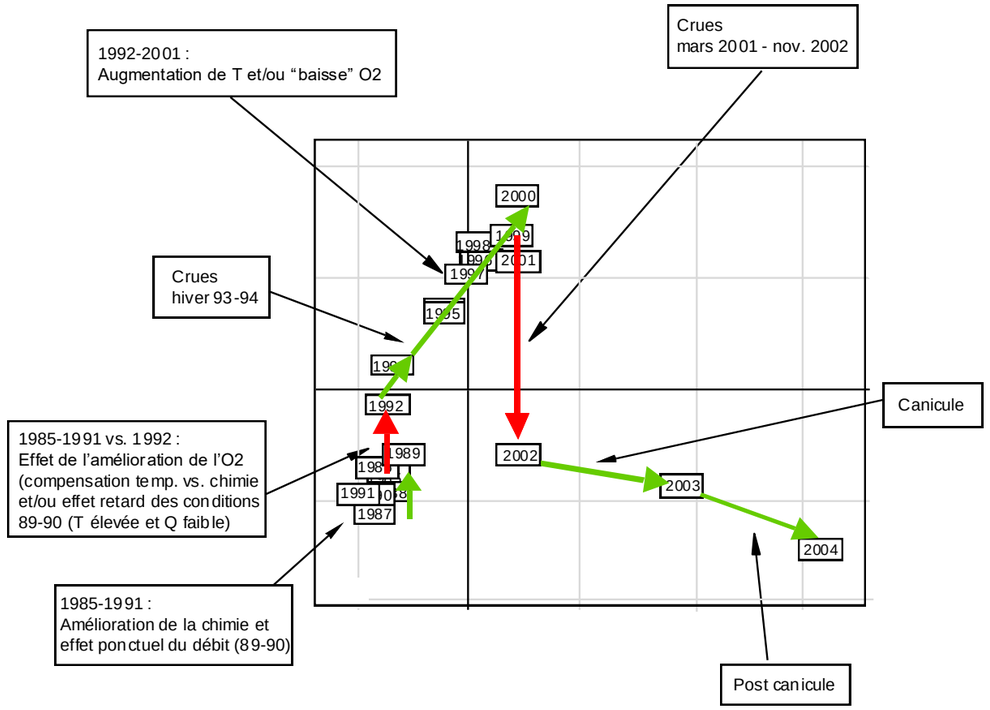


Figure 68 : Evolution temporelle des peuplements de macro-invertébrés du Rhône entre les CNPE de Bugey et de Tricastin (d'après Bady et Fruget, 2006)

Il est également important de noter que la période de canicule et post-canicule se traduit par le développement d'une seconde vague d'espèces exotiques invasives (*Atyaephyra desmarestii*, *Hypania complanata* et *Hemimysis anomala* appartenant respectivement aux familles des Atyidae, Ampharetidae et Mysidae) sur le Rhône Moyen et le Bas-Rhône et de taxons ubiquistes et tolérants comme les Dugesiidae sur le Haut-Rhône.

Dans le détail, depuis l'arrivée des crustacés *Atyaephyra desmarestii* (caridine de Desmarets) et *Gammarus roeseli* au milieu du 19ème siècle, Devin et al. (2005) ont recensé 43 espèces d'invertébrés allochtones dans les cours d'eau français, dont 36 sont issues de transferts intra-continentaux, en particulier depuis le bassin Ponto-Caspien. Les caractéristiques de ce bassin, ayant une forte variabilité de la salinité et de la température et un fort taux d'endémisme lié à un long isolement au cours des temps géologiques, ont favorisé la sélection d'espèces euryèces.

Parmi la quinzaine d'espèces d'origine ponto-caspiennes recensées par Bij De Vaate et al. (2002) dans le bassin du Rhin, dix sont déjà présentes dans le bassin du Rhône. Il est probable que les autres espèces seront retrouvées sur le Rhône dans les prochaines années. Parmi celles-ci, il faut citer les crustacés *Dikerogammarus bispinosus* et *D. haemobaphes*, *Echinogammarus ischnus* et *E. trichiatus*. Il est possible d'ajouter *Obesogammarus obesus*. Selon ces auteurs, du fait de sa mobilité, ce dernier ne devrait pas tarder à envahir le canal Main-Danube, porte du corridor vers l'Europe occidentale et méridionale. Le trait commun de ces différentes espèces est le fait qu'elles sont essentiellement prédatrices ou filtreuses, thermophiles et euryèces, donc redondantes au niveau fonctionnel.

Ces espèces prennent une place de plus en plus importante au sein des peuplements de macro-invertébrés observés sur le Rhône, devenant même dominante sur certains secteurs, et influençant de ce fait la diversité générale (cf. Fruget, 2017).

Enfin, sur la période plus récente, l'évolution des peuplements de macroinvertébrés a fait l'objet d'un suivi plus poussé dans le cadre du relèvement des débits réservés au sein des RCC, et des restaurations de lônes associés. Les résultats de ces suivis sont présentés dans les fiches dédiées à chacune des UHC faisant l'objet de telles mesures.

4.4.2 Etat actuel des peuplements et mise en perspective historique

La distribution biogéographique actuelle des espèces autochtones de la faune piscicole rhodanienne est consécutive à la recolonisation postglaciaire des sous-bassins et de nombreux auteurs considèrent qu'elle a peu changé avant le 19ème siècle qui a vu se développer les travaux de génie civil (réalisation de jonctions interbassins par des canaux et de grands barrages) et l'arrivée des premières espèces allochtones.

Plusieurs sections fluviales doivent être distinguées suite à l'histoire géologique du corridor rhodanien au cours des deux derniers millions d'années. Le Rhône amont, incluant le Haut-Rhône suisse et le lac Léman, a été totalement couvert par les glaces Würmiennes. Après le retrait glaciaire, le secteur de la « perte du Rhône » située à 42 kilomètres en aval de Genève (UHC#03-GEN), constitue un profond canyon dans l'épaisse couche de calcaire Urgonien qui représente un obstacle majeur pour une recolonisation depuis l'aval. Selon Persat et Keith (1997), quelques espèces pourraient avoir passé cette barrière naturelle, la truite *Salmo trutta fario*, le vairon *Phoxinus phoxinus* et l'ombre commun *Thymallus thymallus*.

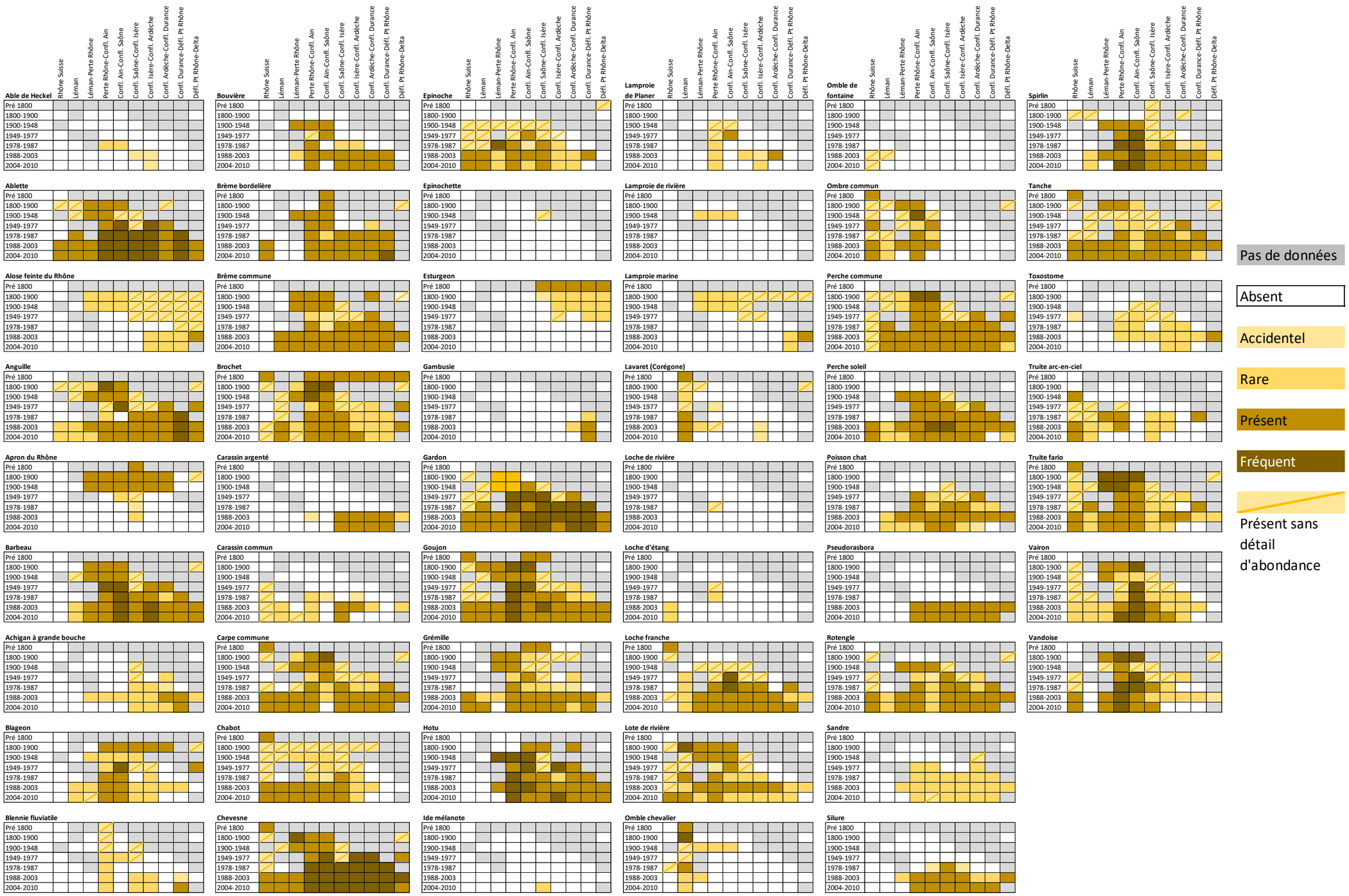
Originellement, depuis la perte du Rhône (03-GEN) jusqu'à Avignon (21-AVI), le Rhône est un grand fleuve alluvial au lit souvent tressé, caractérisé par sa puissance hydraulique et une forte charge sédimentaire largement entretenue par ses affluents alpins. Ses caractéristiques hydromorphologiques permettent l'existence d'une communauté piscicole rhéophile typique de la zone à barbeau (Kreitmann, 1932 ; Persat et al., 1995). Toutefois, du fait de la confluence de la Saône dont les caractéristiques physiques sont celles d'une grande rivière de plaine, le Rhône français est divisé en deux sections distinctes : le Haut-Rhône en amont de Lyon et le Bas-Rhône en aval jusqu'au delta camarguais.

Une synthèse de la présence des 52 espèces de poissons recensées dans le Rhône depuis la fin du 18ème siècle a été réalisée par Carrel et al. (2012) dans le cadre de la Phase 4 de l'étude thermique du Rhône. Ces données sont présentées sous forme d'un tableau par espèce (cf. Tableau 15), avec en ligne, les différentes périodes étudiées, et en colonne les grands secteurs du Rhône (Rhône suisse, lac Léman, perte du Rhône, puis ensuite des limites de secteur positionnées au droit des confluences des principaux affluents : Ain, Saône, Isère, Ardèche, Durance, jusqu'à la diffluence du Petit Rhône).

Cette synthèse amène les commentaires suivants :

- **Parmi toutes ces espèces, certaines présentent un large spectre de répartition**, tant dans le temps que dans l'espace. On peut notamment citer l'ablette, le barbeau fluviatile, le blageon, les deux espèces de brèmes, le brochet, la carpe commune, le chevesne, le gardon, le goujon, la grémille, la loche franche, la perche commune, le spirlin, la tanche, etc. ;
- **D'autres espèces ont des distributions plus restreintes et/ou une présence plus récente**, comme c'est le cas entre autres de l'able de Heckel, de la gambusie, de la loche d'étang, de l'omble chevalier, de l'ide mélanote, ou encore du silure. A noter que certaines espèces considérées comme typiques des têtes de bassin versant, en particulier la truite fario, se retrouvent sur quasiment tout le linéaire, conséquence, pour cette espèce, de sa présence dans de nombreux affluents, et des déversements dont elle fait l'objet ;
- **Ce travail met bien en évidence la forte régression des grands migrateurs amphihalins**, qu'il s'agisse de l'alose feinte du Rhône, de la lamproie marine, ou encore de l'esturgeon, qui au final est la seule espèce à avoir définitivement disparu du peuplement rhodanien, les derniers signalements datant du début des années 1970. L'anguille semble s'en tirer beaucoup mieux, mais sa présence sur quasiment tout l'axe du fleuve masque en fait une réduction drastique de ses effectifs, aussi bien sur le Rhône, qu'à l'échelle européenne, conduisant à classer cette espèce en « Danger Critique d'Extinction » et justifiant la mise en place d'un « plan Anguille » spécifique à l'échelle européenne(règlement européen n° 1100/2007 du 18 septembre 2007), qui a fait l'objet d'une déclinaison au niveau national (plan validé par la Commission européenne le 15 février 2010) ;
- **L'apron du Rhône, seule espèce endémique du bassin versant**, semble lui aussi avoir quasiment disparu du cours principal du fleuve. Un signalement récent (2017) sur le bras d'Avignon pourrait traduire un début de recolonisation, pour une espèce qui fait l'objet de nombreux projets de conservation/restauration dans le cadre de programmes européens « Life ».

Tableau 15 : Distribution spatio-temporelle des espèces de poissons recensées sur le cours principal du Rhône (d'après Carrel et al., 2012)



4.4.3 Focus sur les espèces prioritaires du PLAGEPOMI

A l'échelle du bassin versant du Rhône, la situation de ces trois espèces prioritaires du PLAGEPOMI (lamproie marine, alose feinte, anguille) est très contrastée.

La lamproie marine qui était une espèce très commune sur la vallée du Rhône jusque dans les années 1950, a connu depuis une forte régression tant en termes d'abondance (taille de la population) que d'aire de répartition. Elle semble avoir pratiquement disparu des affluents de la rive gauche du Rhône, ainsi que des affluents de la rive droite, à l'exception des observations de reproduction faites sur le bas Gardon (2001) et sur le Vieux-Rhône de Donzère (2014).

Outre quelques fleuves côtiers situés à l'ouest du Rhône, la lamproie marine reste donc discrète sur le cours principal du Rhône. Sa présence est « avérée » jusqu'au barrage de Donzère[19], et intègre la partie aval de plusieurs affluents, aux premiers rangs desquels on note le Gardon, la Durance, l'Ouvèze, la Cèze ainsi que l'Ardèche.

Bien que ces observations soient encourageantes, l'enjeu de conservation de cette espèce reste majeur.

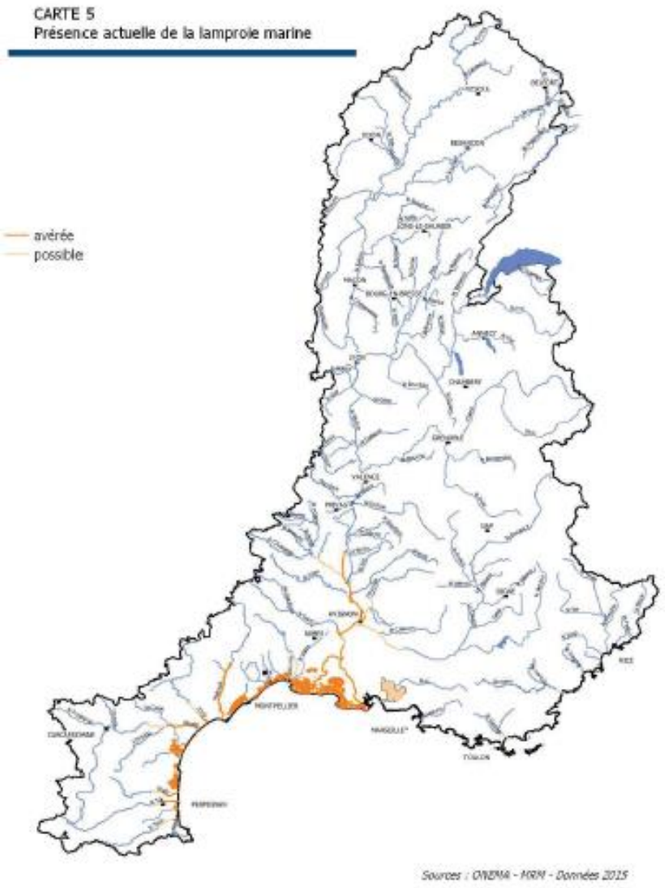


Figure 69 : aire de répartition actuelle de la lamproie marine (source : MRM)

Concernant l'alose feinte du Rhône, espèce endémique et emblématique du bassin Rhône Méditerranée, sa distribution historique remontait sur la Saône jusqu'à Auxonne et comprenait également son principal affluent, le Doubs, jusqu'à Dole. L'alose remontait le Rhône jusqu'aux pertes du Rhône, actuellement noyées par le barrage de Génissiat, ainsi que l'Ain jusque dans les gorges, aujourd'hui noyées sous les barrages (Allement, Cize-Bolozon, Coiselet).

L'alose était également bien présente sur la plupart des principaux affluents du Rhône, à savoir le Gardon, la Durance, la Cèze, l'Ardèche, la Drôme et l'Isère jusqu'à Grenoble. Les trois premiers plans de gestion du bassin Rhône Méditerranée ont permis d'inverser la tendance à la régression des populations d'alose qui avait été constatée entre les années 1950 et 1990. En effet, depuis quelques années la population d'alose augmente de nouveau et son aire de répartition s'étend, en particulier sur le Rhône et ses affluents. Actuellement, L'alose feinte du Rhône colonise près de 200 km sur l'axe Rhône et près de 100 km sur les affluents (largement représentés par l'Ardèche et le Gardon). La limite amont (théorique) de son aire de répartition est représentée par le barrage de Charmes-sur-Rhône (aménagement de Beauchastel / UHC#16-BEA) ; elle remonte assez haut sur l'Ardèche, et dans une moindre mesure sur le Gardon. Sa montaison est cependant rapidement bloquée par les aménagements sur la Durance et la Cèze, et des projets sont en cours pour favoriser son accès aux frayères (potentielles) de la Drôme et de l'Eyrieux.

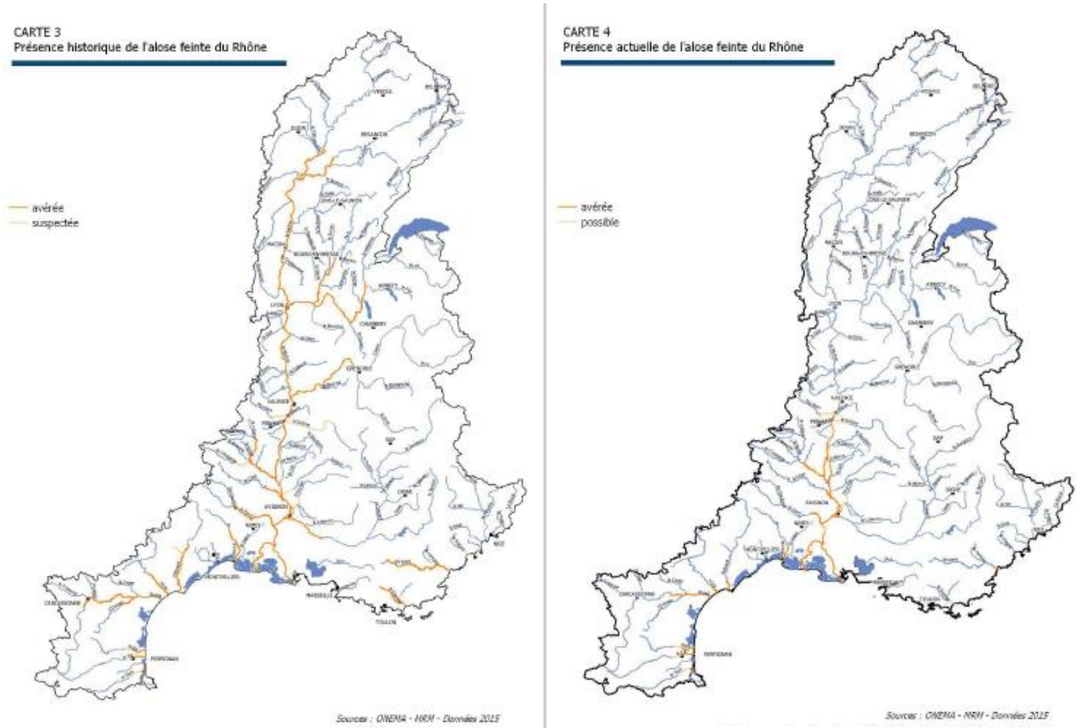


Figure 70 : aire de répartition historique (gauche) et actuelle (droite) de l'alose feinte du Rhône (source : MRM)

Pour ce qui est des objectifs de restauration, la ZAP alose sur l'axe Rhône, qui s'étend jusqu'à la confluence avec l'Eyrieux en rive droite et la Drôme en rive gauche, a été maintenue par rapport au PLAGEPOMI précédent. Sur cette ZAP, il s'agit :

- d'améliorer la circulation des aloses au niveau des aménagements de Beaucaire (22-VAL), Avignon Sauveterre (21-AVI), Caderousse (20-CAD), Donzère (19-DZM), Rochemaure-Montélimar (18-MON), Baix-le-Logis-Neuf (17-BLN).
- de veiller à l'attractivité des tronçons court-circuités à la montaison ou à la dévalaison suite à l'augmentation des débits réservés.

[19] le barrage de Donzère est équipé d'une passe à bassin dont l'efficacité/attractivité est en cours d'expertise. Les premiers résultats tendraient à montrer une certaine fonctionnalité

Au niveau des affluents, la ZAP alose a été confortée suite à des diagnostics plus poussés sur deux affluents en rive gauche (la Drôme et l'Aigues), et quatre affluents en rive droite (l'Eyrieux, l'Ardèche, la Cèze, les Gardons). A l'inverse, deux affluents situés en rive gauche du Rhône sont passés de ZAP en ZALT car les conditions hydrauliques seront amenées à évoluer pendant la durée du plan de gestion et nécessiteront des études complémentaires. Il s'agit de :

- l'Ouvèze vauclusienne jusqu'au seuil des Sorgues,
- la Basse Durance jusqu'au barrage de Mallemort.

A noter que sur la Basse Durance, le potentiel de frayères est important à la fois pour l'alose et la lamproie marine. Les données de recensement mettent en effet en évidence une colonisation massive de l'alose sur la Durance aval, surtout avec des restitutions faibles du débit. L'enjeu de restauration de la migration de ces espèces sur la basse Durance est donc particulièrement important, à plus forte raison de par sa proximité à la mer (un seul ouvrage en aval, celui de Vallabrègues / UHC#22-VAL). Pour autant, une réflexion et des études sont menées actuellement sur la gestion des débits à l'aval de Mallemort et devraient déboucher d'ici 2021. Dans ce contexte, les travaux sur les ouvrages de la Basse-Durance (Liste 2) et sur l'ouvrage de Mallemort (Liste1) pour répondre à l'enjeu de migration de l'alose (et de la lamproie) devront tenir compte des nouvelles conditions hydrauliques issues de cette réflexion, ce qui justifie le classement en ZALT.

L'anguille, au contraire des deux autres espèces, est qualifiée de thalassotoque[20] du fait qu'elle se reproduit en mer (Sargasses) et migre pour croître en rivière. Sur le bassin Rhône Méditerranée, l'anguille colonisait historiquement tous les cours d'eau sans obstacle naturel, jusqu'à une altitude d'environ 1 000 mètres, hormis quelques cours d'eau d'origine glaciaire comme l'Arve, l'Arc, le Drac et la Haute-Durance.

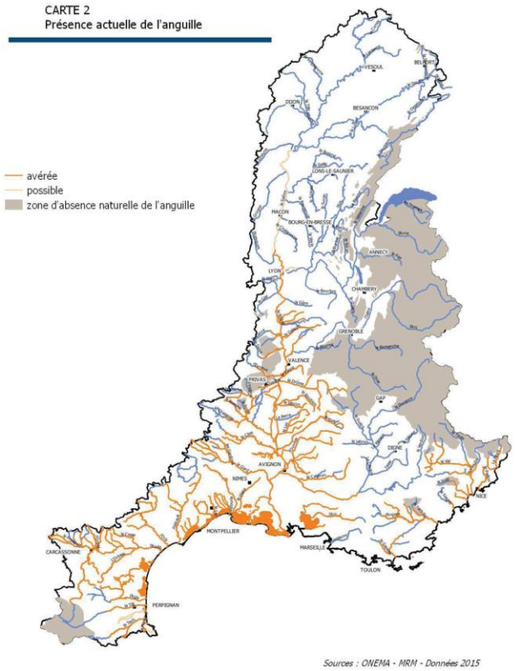


Figure 71 : aire de répartition actuelle de l'anguille européenne (source : MRM)

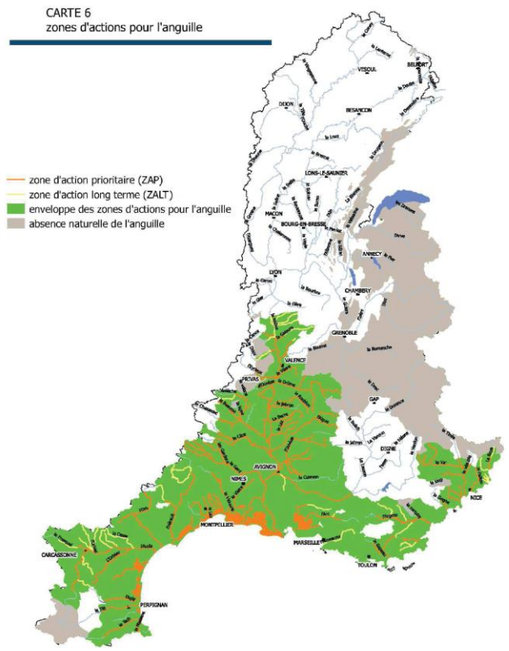


Figure 72 : localisation des différentes zones d'actions pour l'anguille européenne (source : MRM)

Sa répartition actuelle est plus limitée, en particulier du fait de la présence d'obstacles artificiels infranchissables. Malgré cela, l'anguille remonte sur le Rhône jusqu'en amont de Lyon et sur les affluents. Elle transite par les écluses de navigation et par des dispositifs spécifiques (rampes à anguilles) installés pour faciliter leur montaison sur les trois premiers obstacles du Rhône.

Concernant les objectifs de restauration, la ZAP anguille sur le Rhône est étendue en amont du barrage de Charmes (UHC#16-BEA) jusqu'à la confluence de la Cance en rive droite et de la Galaure en rive gauche (UHC#14-STV) en cohérence avec les travaux menés sur les affluents du Rhône. Sur ces affluents, les principales extensions des zones d'actions prioritaires par rapport au PLAGEPOMI précédent visent une mise en cohérence avec les enjeux identifiés dans le cadre du classement en liste 2 et se localisent sur :

- les tributaires de rive droite du Rhône : passage de l'ensemble de la ZALT en ZAP du linéaire en Liste 2 du Doux et de la Cance ;
- les tributaires de rive gauche du Rhône : passage de la ZALT en ZAP des tronçons classés en Liste 2 de l'Isère en aval du barrage de la Vanelle et son affluent l'Herbasse, ainsi que sur l'aval de la Galaure.

La Figure 73, tirée des travaux d'Olivier et al. (2009), permet de mieux se rendre compte du gradient de « densités » de l'aval vers l'amont, résultat cohérent avec la distribution « naturelle » de l'espèce mais sans doute amplifié par la présence des aménagements. A noter également la différence de répartition, le long de ce gradient aval-amont, des différentes classes de taille, mettant ainsi en avant le fait que la migration amont se poursuit durant une bonne partie de la vie de l'anguille. Il convient également de signaler le fort dimorphisme sexuel chez l'anguille, la majorité des individus de plus de 40 cm étant des femelles.

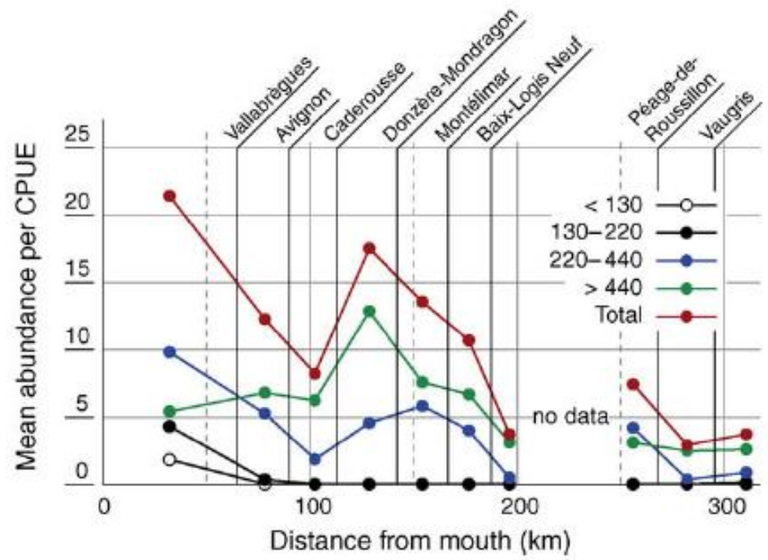


Figure 73 : Abondances moyennes de l'anguille (distinguées en 4 classes de taille ainsi que l'abondance totale) entre la mer Méditerranée et Lyon (source : Olivier et al., 2009)

Valeurs moyennes sur la période 1979-2005 – Capture par unité d'effort (CPUE) correspondant au nombre d'anguilles capturées à une station donnée par pêche électrique pendant 20 minutes – la localisation des barrages hydroélectriques est indiquée sur la figure

[20] La reproduction de l'anguille a lieu en mer. L'alose feinte du Rhône et la lamproie marine sont des espèces potamotoques dont la reproduction se fait en eau douce, et l'essentiel de la croissance en mer. Les juvéniles peuvent passer quelques semaines (aloses) à plusieurs années (lamproie) en rivière avant de dévaler vers la mer.

4.4.4 Focus sur l'Apron du Rhône

L'apron du Rhône (*Zingel asper)* est une espèce endémique du bassin versant du Rhône. Ce poisson de la famille des Percidés dépasse rarement 20 cm de long et adopte une position benthique, associée à un comportement nocturne et solitaire. Il est présent sur des rivières présentant un fond mixte de galets et graviers avec des blocs épars, et une alternance de zones de courants et de zones plus profondes.

Classé En Danger de risque d'extinction (EN) au sein de *La Liste rouge des espèces menacées en France - Poissons d'eau douce de France métropolitaine (2019)* l'apron du Rhône a fait l'objet de deux programmes LIFE, le premier piloté par Réserves naturelles de France (1998 à 2001) et le seconde par le Conservatoire des Espaces Naturelles Rhône-Alpes (CEN RA) en partenariat avec l'OFB (2004-2010).

Ces deux programmes ont permis :

- d'acquérir les bases de connaissance de l'espèce indispensables pour définir une stratégie de conservation qui s'est conclue par la rédaction d'un guide de gestion de l'apron du Rhône ;
- de mettre en œuvre la stratégie définie précédemment avec pour objectifs principaux :
  - la recherche des populations d'aprons et l'évaluation de leur importance ;
  - la mise en place d'un observatoire de ces populations et de leur environnement ;
  - des opérations expérimentales de réintroduction ;
  - l'aménagement de passes à poissons adaptées pour restaurer la continuité des habitats ;
  - des études expérimentales pour approfondir les connaissances sur la biologie et les comportements de l'espèce (reproduction artificielle, critères de dimensionnement des passes, etc.) ;
  - la communication pour faire connaître l'espèce et le programme de conservation.

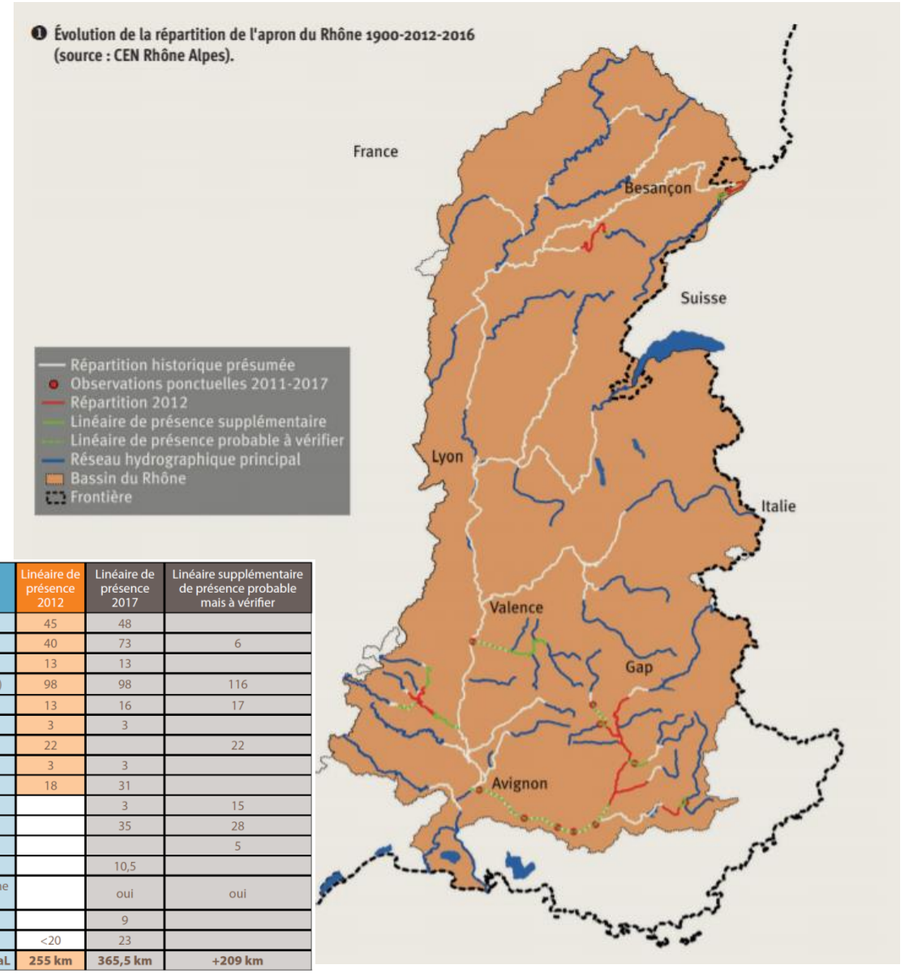
Le second programme LIFE, dont les actions ont été portées par huit maîtres d'ouvrages, a notamment permis d'affiner les connaissances sur la répartition de l'espèce et initier les premières opérations de restauration de la connectivité avec la réalisation de cinq premières passes à poissons adaptées au franchissement de l'apron. En parallèle, les connaissances sur la reproduction artificielle ont progressé et les opérations expérimentales de réintroduction sur la Drôme ont pu débuter. Enfin, un important volet a été consacré à la communication et la sensibilisation pour faire sortir de l'ombre cette espèce.

A l'issu de ces deux programmes (2010), le ministère en charge de l'écologie a lancé la rédaction d'un plan national d'actions (PNA) en faveur de l'apron du Rhône, qu'il a confié au CEN RA. Ce premier plan national d'actions avait pour stratégie la conservation de l'apron et l'extension de son aire de répartition sur le bassin du Rhône.

Le PNA a permis de définir trente-six actions s'articulant autour de quinze objectifs opérationnels liés aux six objectifs spécifiques suivants :

- améliorer les connaissances sur l'espèce et étudier les impacts potentiels des usages anthropiques ;
- accroître les populations et le brassage génétique en décloisonnant les cours d'eau ;
- conserver ou restaurer les habitats favorables à l'espèce ;
- s'assurer de la bonne prise en compte de l'espèce dans les politiques publiques, documents de planification et outils juridiques ;
- communiquer, informer et sensibiliser un large public ;
- coordonner les actions, relayer les informations et favoriser la coopération.

Les actions menées dans le cadre de ce premier PNA se sont traduites par l'équipement de passes à poissons adaptées au franchissement par l'apron du Rhône de six barrages et seuils sur la Durance, la Loue, la Drôme et l'Ardèche. En parallèle, grâce à une meilleure maîtrise de la technique de reproduction artificielle acquise par le Muséum d'histoire naturelle de Besançon, les opérations de réintroduction dans la Drôme ont pris une autre dimension : plus de vingt-deux mille juvéniles ont été relâchés de 2012 à 2016, contre quatre mille entre 2006 et 2012. Les suivis menés ont montré que des individus se maintenaient et se reproduisaient, cette confirmation ayant été apportée par les études génétiques menées par l'Université d'Aix-Marseille.



Cours d'eau	Linéaire de présence 2012	Linéaire de présence 2017	Linéaire supplémentaire de présence probable mais à vérifier
Loue	45	48	
Ardèche	40	73	6
Beaume	13	13	
Durance (retenues comprises)	98	98	116
Buëch	13	16	17
Jabron	3	3	
Asse	22		22
Sasse	3	3	
Verdon	18	31	
Chassezac		3	15
Drôme		35	28
Méouge			5
Bléone		10,5	
Rhône (Avignon + Vieux Rhône Donzère - Mondragon)		oui	oui
Doubs Franco-Suisse		9	
Doubs Suisse	<20	23	
TotaL	255 km	365,5 km	+209 km

Figure 74 : Évolution de la répartition de l'apron du Rhône 1900-2012-2016 (source : CEN Rhône Alpes).

Tableau accolé : linéaires de présence confirmée et probable de l'apron du Rhône en 2012 et 2017 – Source : CEN RA (2018)

Avec sa forte composante « recherche », le PNA a également permis de mener des études poussées pour améliorer la connaissance de l'espèce et optimiser les méthodes de conservation (e.g métabarcoding alimentaire permettant de préciser le régime alimentaire de l'apron à partir d'une analyse ADN de ses fécès).

D'autres études génétiques ont également révélé les populations « robustes » (Durance) et d'autres au contraire plus vulnérables (Verdon, Doubs suisse). La poursuite des efforts de prospection et l'amélioration des techniques de détection, avec le recours à l'ADN environnemental, ont permis notamment de découvrir trois nouvelles populations sur la Bléone, le Verdon amont et le Doubs franco-suisse. Les actions de communication et de sensibilisation, indispensables pour une meilleure compréhension des enjeux et des actions menées se sont poursuivies à l'échelle du bassin pour que l'espèce la plus menacée de France soit mieux connue.

Actuellement, un second PNA est en cours de préparation, toujours par le CEN-RA.

4.4.5 Espèces allochtones

Concernant les espèces allochtones, Carrel et al. (2012) en dénombrent 18 entre la source du Rhône et son delta. Les scientifiques de RhônEco constatent une présence de taxons exogènes nettement plus importante sur les secteurs du Bas-Rhône que sur le Haut-Rhône. La chronique de leur présence sur le fleuve est présentée sur la Figure 75. En complément, le Tableau 16 précise l'origine géographique des 18 espèces allochtones recensées sur la Rhône.

Si les premières espèces sont arrivées pour répondre à des besoins alimentaires (cas de la carpe et probablement du carassin), ou sont le fait d'introductions volontaires (truite arc-en-ciel, perche-soleil, poisson-chat, trois espèces en provenance du continent nord-américain), les arrivées récentes sont souvent le fait de la mise en connexion des différents réseaux hydrographiques via les canaux. Les pêcheurs se chargeant (souvent) d'élargir la distribution des espèces présentant un intérêt halieutique (achigan à grande bouche, sandre, silure).

Concernant le silure, il est intéressant de noter que cette espèce était considérée comme autochtone sur le Rhône au Miocène (-5 à -23 Ma), avant de disparaître au cours des glaciations. Le silure a ensuite recolonisé le réseau hydrographique français à partir des affluents de la Saône (Doubs, Seille) et de profiter de l'engouement qu'il suscite vis-à-vis des pêcheurs à la ligne. Parmi les derniers arrivés sur le bas-Rhône, on peut signaler l'able de Heckel (*Leucaspius delineatus)* en 2001 et l'ide mélanote (*Leuciscus idus)* en 2009.

Tableau 16 : Liste des 18 espèces de poissons allochtones existantes sur l'axe rhodanien (source : Carrel et al., 2012)

Famille - *Espèce*	Nom Commun	Signalement
Centrarchidae		
Lepomis gibbosus (Linné, 1758)	Perche soleil	Bas-Rhône (1920)
Micropterus salmoides (Lacépède, 1802)	Achigan à grande bouche	Bas-Rhône (1940)
Cyprinidae		
Cyprinus carpio Linné, 1758	Carpe commune	Moyen-Age
Carassius carassius (Linné, 1758)	Carassin	Associée à la carpiculture
Rhodeus amarus (Bloch, 1782)	Bouvière	Associée à la carpiculture
Carassius auratus (Linné, 1758)	Carassin doré	France (17ième)
Chondrostoma nasus (Linné, 1758)	Hotu	Rhône (1880)
Carassius gibelio (Bloch, 1782)	Carassin argenté	Bas-Rhône (1989)
Pseudorasbora parva (Schlegel, 1842)	Pseudorasbora	Bas-Rhône (1989)
Leucaspius delineatus (Heckel, 1843)	Able de Heckel	Bas-Rhône (2001)
Leuciscus idus (Linné, 1766)	Ide mélanote	Bas-Rhône (2009)
Ictaluridae		
Ameiurus melas (Rafinesque, 1820)	Poisson-chat	Rhône (1920)
Percidae		
Gymnocephalus cernuus (Linné, 1758)	Grémille	Rhône (1860)
Sander lucioperca (Linné, 1758)	Sandre	Bas-Rhône (1930)
Poeciliidae		
Gambusia holbrooki Girard, 1859	Gambusie	Camargue (1927)
Salmonidae		
Oncorhynchus mykiss (Walbaum, 1792)	Truite arc-en-ciel	Rhône (1880)
Salvelinus fontinalis (Mitchill, 1815)	Saumon de fontaine	Rhône suisse (19ième)
Siluridae		
Silurus glanis Linné, 1758	Silure glane	Bas-Rhône (1987)

En orangé, les espèces originaires d'Amérique du Nord. En vert, les espèces originaires d'Asie et/ou du bassin du Danube. En bleu, le pseudorasbora, espèce autochtone du Japon.

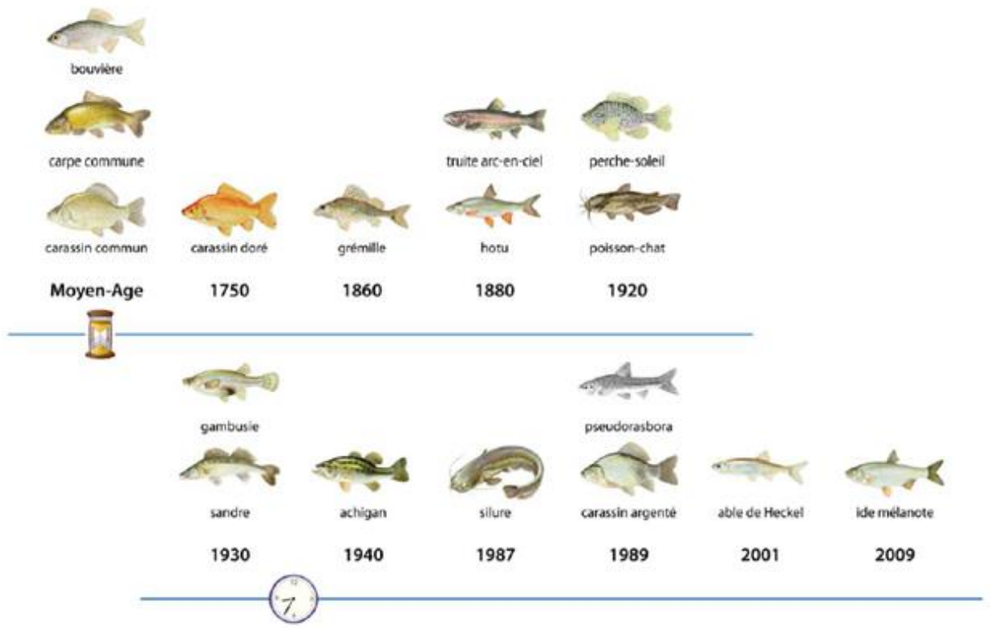


Figure 75 : Représentation de la succession temporelle des signalements bibliographiques, ou constations in situ, d'apparition de nouvelles espèces sur le Rhône (d'après Carrel, 2016)

4.4.6 Indice Poisson Rivière (IPR)

Le peuplement de poissons du Rhône et de la partie basse de ses principaux affluents peut également être vu à travers les résultats de l'Indice Poissons Rivière (IPR, norme NF T90-344).

Cependant, concernant les stations du Rhône, le Guide Technique de mars 2016 précise que « *bien que potentiellement pertinent partout, le résultat de l'évaluation pourra être à valider à dire d'expert pour certaines stations de ces types au regard des limites d'application de l'indice consignées dans la notice IPR (CSP, avril 2006). Ces limites concernent notamment les stations de très grands cours d'eau ou celles situées en zones apiscicoles ou assimilables.* ».

Les résultats du calcul de l'IPR par classe de qualité sur les stations présentées au §.4.1.1 est présenté sur la Figure 76 et la Figure 77.

Sur le Rhône, suivant les années, entre la moitié (2011) et près de 80% des stations (2013 à 2015) sont classées en bon état suivant l'IPR. Les stations en état très mauvais disparaissent après 2013, et les stations en état médiocre, voient leur nombre diminuer de façon notable. A noter néanmoins, sur l'ensemble de la chronique, l'absence de stations qualifiée en très bon état selon l'IPR. L'analyse de la chronique disponible montre que malgré d'importantes fluctuations inter-annuelles, en lien notamment avec les conditions hydrométéorologiques, la tendance semble être à l'amélioration, le cumul des stations en état (très bon), bon et moyen, est passé d'environ 80% entre 2008 et 2010, à plus de 95% sur les trois dernières années.

Concernant les affluents, la part relative des stations en bon état est nettement plus faible et oscille, suivant les années, autour des 40%. Une tendance à l'amélioration semble se dessiner depuis 2011 comme pour le Rhône, hissant ce taux tout près des 50%. Cette amélioration se traduit également par la diminution de la part des stations en état très mauvais et surtout médiocre, qui viennent augmenter la fraction des stations en état moyen. Il semble néanmoins subsister un petit nombre de stations en très mauvais état, et qui persistent dans le temps. Comme pour les stations du Rhône, aucune station n'a atteint le très bon état depuis 2009.

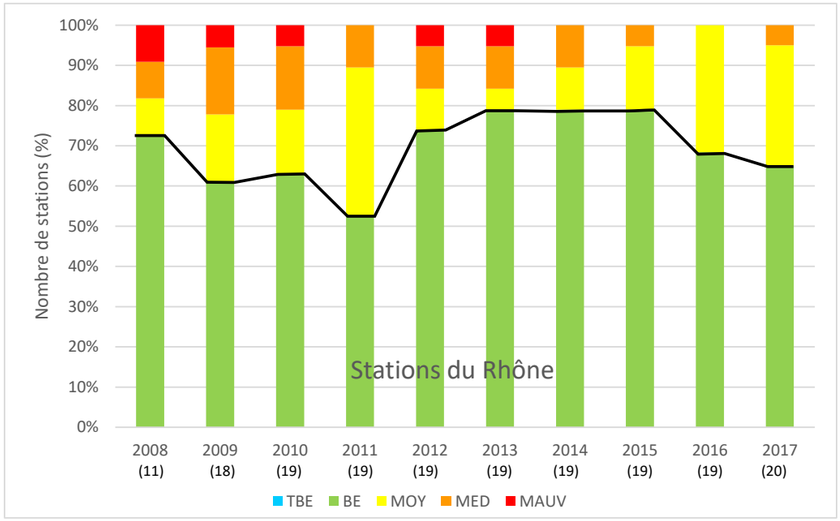


Figure 76 : Classes de qualité de l'IPR pour les stations du Rhône sur la période 2008-2017

Les nombres entre parenthèses correspondent aux nombres de stations pour lesquelles la classe de qualité a pu être qualifiée[21] (source : AFB et AERMC)

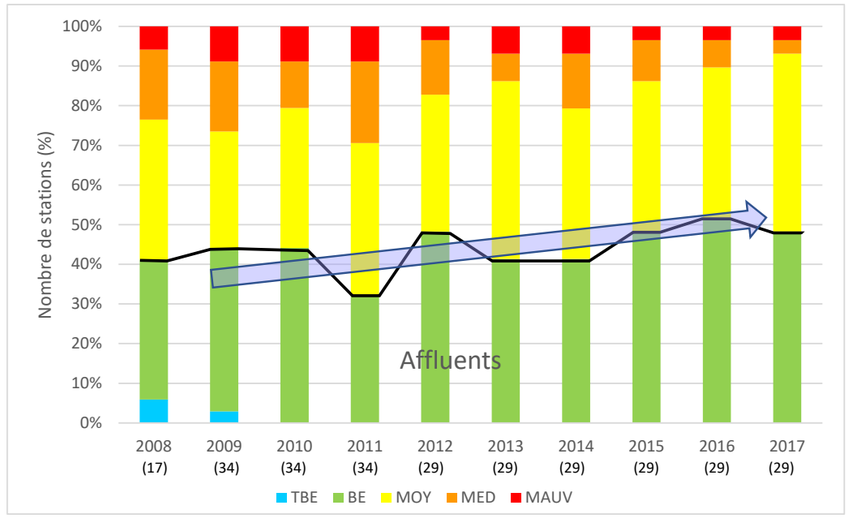


Figure 77 : Classes de qualité de l'IPR pour les stations des principaux affluents du Rhône sur la période 2008-2017.

Les nombres entre parenthèses correspondent aux nombres de stations pour lesquelles la classe de qualité a pu être qualifiée[5] (source : AFB et AERMC)

[21] La classe de qualité d'une année donnée (A) est déterminée par la moyenne des valeurs obtenues les trois années précédentes (A-3 à A-1), et ne tient donc pas compte de l'éventuel résultat de l'année en cours

4.4.7 Richesse spécifique et effectifs

La richesse spécifique observée sur chacune des stations possédant des données poissons « long terme » (cf. Figure 78), est apparue maximale au niveau des deux RCC de Belley (station 3-BELLE dans l'UHC#06-BEL) et Brégnier-Cordon (station 5-BREGN-RCC dans l'UHC#07-BRC), toujours supérieures à 20 espèces et atteignant même la valeur de 30 espèces à Brégnier-Cordon. Ce résultat semble pouvoir être associé à la diversité des habitats en place et à la présence d'affluents importants (Séran pour Belley, Guiers pour Brégnier-Cordon). A noter la faible richesse spécifique enregistrée dans le canal d'amenée de Brégnier-Cordon (station 4-BREGN-CAN dans l'UHC#07-BRC), en lien direct avec le caractère artificiel et la faible diversité des habitats disponibles.

Plus en aval, et sur la quasi-totalité des stations, la richesse spécifique apparaît relativement comparable sur l'ensemble du linéaire, oscillant en moyenne entre 15 et 20 espèces, sans tendance marquée d'amont en aval. Les portions court-circuitées du Rhône présentent des richesses comparables à celles des stations proches situées dans le chenal, à l'exception peut-être du RCC de Péage de Roussillon (station 13-PDR dans l'UHC#13-PDR), du fait d'une diversité légèrement plus importante (autour de 23 espèces).

Une analyse similaire a été menée sur la base des effectifs capturés, transformés en log(x+1) afin de rendre plus lisible la Figure 79. Les données ont été corrigées par l'effort de pêche et ramenées à 100 points EPA ou 100 minutes de pêche en continu sur la base des résultats de Grenouillet et al. (2001).

Les effectifs les plus importants sont rencontrés sur la partie intermédiaire du Rhône, entre les stations de Miribel (UHC#10-ALY) et de St-Vallier (UHC#14-STV). La progression vers l'aval se traduit globalement par une baisse relativement régulière de ces effectifs capturés. Sur la partie amont du Rhône, les effectifs sont très élevés dans le RCC de Chautagne (UHC#05-CHA), et de façon plus surprenante au niveau de la station de Culoz, malgré la faible diversité spécifique enregistrée. Ces effectifs tendent à diminuer jusqu'à un minimum enregistré à Bugey (UHC#09-VUL).

De façon générale, les effectifs capturés apparaissent légèrement plus importants au sein des RCC que dans le chenal, exception faite des résultats de la station de Culoz (UHC#05-CHA / UHC#06-BEL), et de ceux du RCC de Pierre-Bénite (UHC#11-PBN).

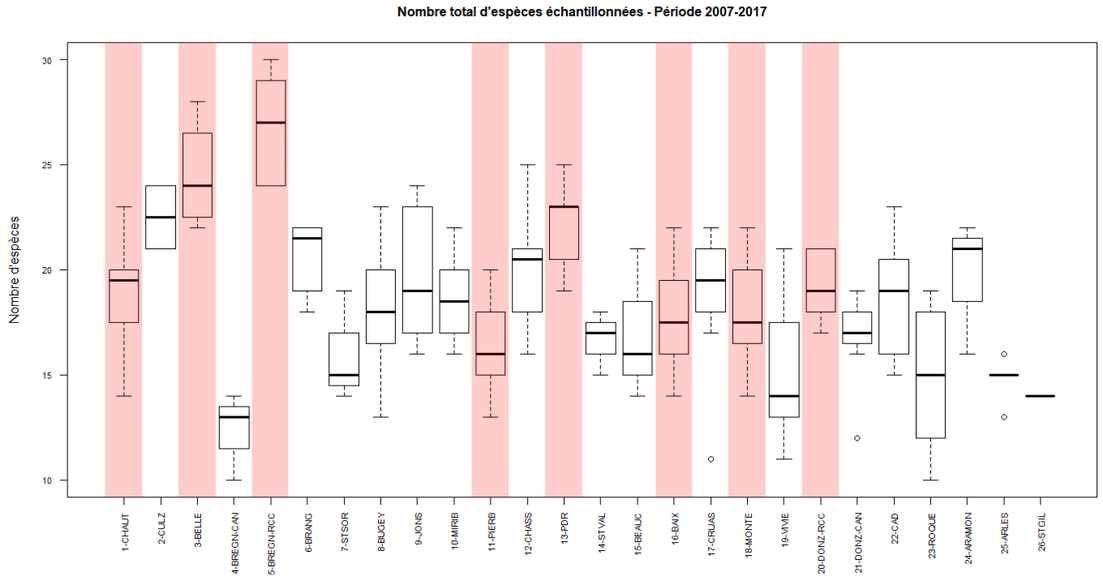


Figure 78 : Evolution longitudinale du nombre d'espèces échantillonnées le long de l'axe Rhône

(Sources : RhonEco, AFB et Irstea) – Surlignées en rose les stations situées au sein des RCC

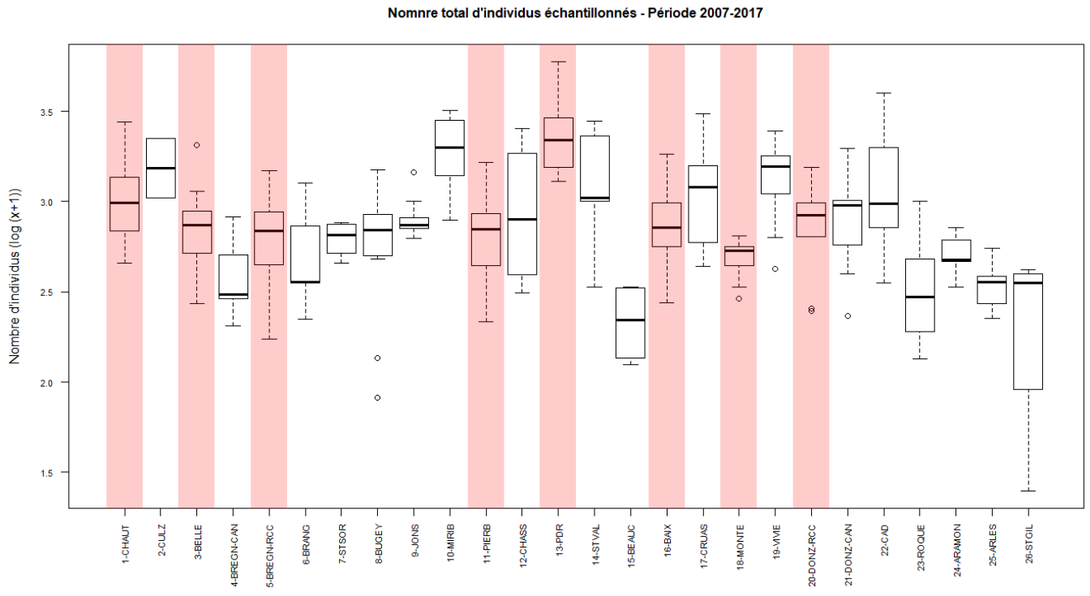


Figure 79 : Evolution longitudinale du nombre d'individus échantillonnés le long de l'axe Rhône

(Sources : RhonEco, AFB et Irstea) – Surlignées en rose les stations situées au sein des RCC – les valeurs ont été transformées en log(x+1)

5 Synthèse des connaissances sur les zones humides et milieux terrestres

5.1 Les grands types de milieux naturels du Rhône – Synthèse sur la flore et les habitats

Le Rhône peut se découper en 3 grandes entités : le Rhône amont, le Rhône aval et le delta.

Chacune de ces entités est caractérisée par un certain nombre de paramètres et de milieux naturels (ou habitats) communs mais également spécifiques, dépendant du climat et de la topographie notamment (zones biogéographiques). Ces habitats résultent de l'histoire naturelle de l'évolution de l'hydrosystème, mais également des conséquences des aménagements réalisés par l'Homme depuis toujours.

Le Rhône amont est marqué par une influence alpine et continentale. Il est caractérisé par un cours tourmenté (traversée du Jura) son régime nivo-glaciaire aux hautes eaux d'été. L'influence nivale de l'Ain gonfle les débits printaniers du Rhône. Les étiages du Haut Rhône ne sont jamais extrêmes grâce au soutien naturel des ressources alpines et grâce à la modulation artificielle du Léman qui soutient les débits pendant la saison froide.

Le Rhône aval (comprenant le Rhône médian en amont de l'Isère) est marqué par une influence méditerranéenne complétée également par une légère influence continentale. Il est caractérisé par trois spécificités importantes : son régime est modifié d'une part par les apports de la Saône aux réponses plus longues, et d'autre part par les apports des affluents cévenols et sud-alpins ; la géomorphologie de la plaine alluviale et du delta de Camargue y accroît le risque d'inondation ; les apports au Rhône aval aux embouchures conditionnent la stabilité du littoral et l'équilibre des écosystèmes marins. (2012, ZABR, Rhône aval 21 question)

Le Delta quant à lui est caractérisé par une influence méditerranéenne et marine. A l'interface entre le fleuve et la mer, le delta est un espace construit par les apports sédimentaires du Rhône au cours des derniers millénaires. Depuis 150 ans, l'endiguement et la chenalisation du Grand Rhône diminuent les apports d'alluvions nouvelles sur l'« île » de Camargue et à la partie orientale du delta (Grand Plan du Bourg) lors des crues. Seul le domaine de La Palissade, géré par la Conservatoire du Littoral à l'embouchure du Grand Rhône, a conservé un fonctionnement sédimentaire naturel. La stabilité du delta est donc menacée par l'élévation du niveau marin, en particulier en Camargue méridionale : l'intrusion des eaux marines dans les sols y devient préoccupante et pourrait à terme gêner les activités agricoles et modifier l'équilibre actuel entre les différents écosystèmes.

5.1.1 Description des habitats observés le long du Rhône

Les habitats aquatiques et terrestres (humides ou non) associés à l'hydrosystème Rhône et à ses principaux affluents sont organisés de façon complexe dans le temps et dans l'espace. Ils dépendent de nombreux paramètres tels que l'hydrologie, l'hydromorphologie, la climatologie, l'impact des activités humaines, etc.

Il est proposé ici de décrire les principaux types d'habitats naturels rencontrés le long du Rhône en lien avec les sédiments pour montrer leur intérêt écologique tant en termes d'habitats au sens « milieu naturel » qu'en terme d'habitats pour la faune et la flore :

- Les herbiers aquatiques et habitats d'eau stagnante à courante,
- Les grèves et bancs de graviers et galets, sables et limons,
- Les pelouses sèches et alluviales,
- Les prairies humides et mégaphorbiaies,
- Les forêts alluviales et saulaies basses,
- Les végétations de ceinture des eaux, bas-marais,
- Les berges érodées,
- Les habitats littoraux.

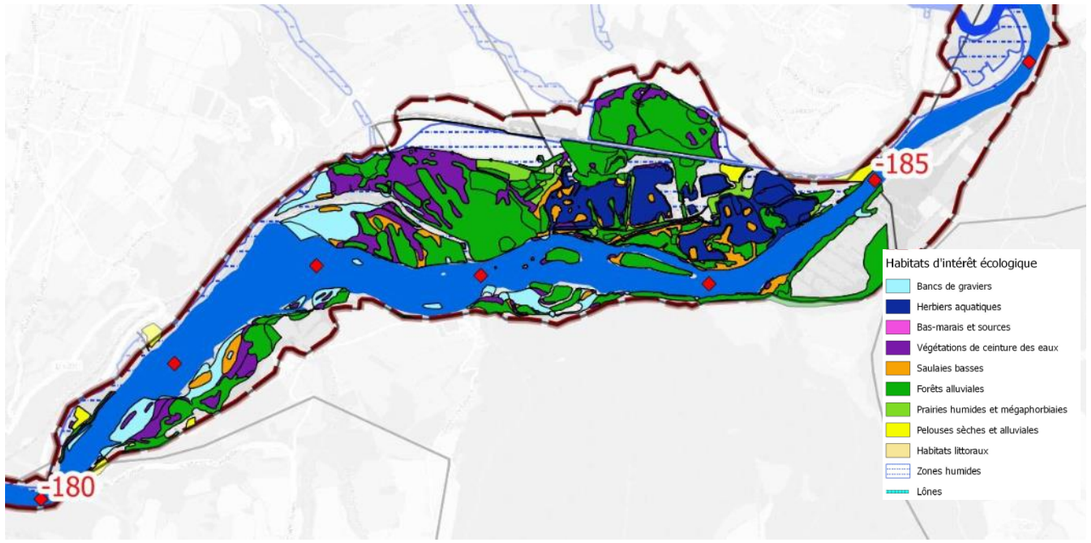


Figure 80 Exemple d'une carte d'habitats sur le site de l'Etournel (extrait carte 03-E2)

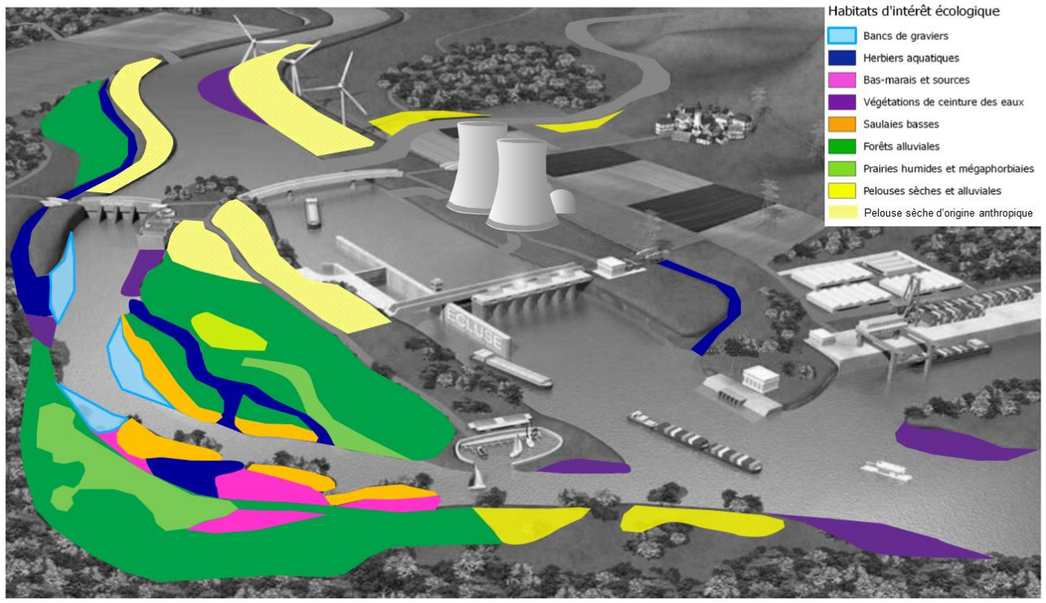


Figure 81 : Synthèse schématique type des principaux habitats naturels observés le long du Rhône

5.1.2 Les herbiers aquatiques et habitats d'eau stagnante à courante

Les milieux humides et aquatiques présentent de façon générale un grand intérêt écologique, par la diversité des espèces qui peuvent y vivre ou par leur forte production biologique. Le fleuve lui-même constitue l'axe de vie de la vallée, permettant de nombreux échanges et transferts de populations. Les lônes constituent un élément fondamental de l'écosystème de la vallée : les poissons viennent y frayer ou s'y réfugier durant les crues ou les pollutions ; les hérons qui nichent en forêt viennent s'y alimenter, etc. Certaines lônes possèdent en outre un caractère remarquable par la très bonne qualité de leur eau, provenant en partie de la nappe phréatique (Pont, 2008 ; DOCOB Ile de la Platière, 2007).

On trouve ces habitats d'eau stagnante à courante tout au long de l'axe Rhône (le Rhône lui-même proposant des habitats d'herbiers sur la plupart de ses berges dans le lit mineur), dans des plans d'eau d'extraction de granulats (qui parfois très anciens, présentent des degrés avancés de « renaturation » et « recolonisation végétale »), dans des contre-canaux, dans d'anciens casiers Girardon, dans les lônes ou dans tout autre zone de stagnation d'eau ou de ralentissement du courant. Ces habitats sont également présents sur de nombreux affluents.

On observe plusieurs types d'herbiers aquatiques en fonction de la végétation en place et de l'hydrologie :

- herbiers aquatiques flottants à la surface de l'eau (*Lemnion minoris*),
- herbiers flottants entre deux eaux (*Hydrocharition morsus - ranae*),
- herbiers enracinés flottant en eau stagnante (*Nymphaeion albae, Ranunculion aquatilis*),
- herbiers enracinés et immergés en eau stagnante à courante (*Potamion pectinati*),
- tapis de Characées (*Charion vulgaris, Charion fragilis*), etc.

D'amont en aval de l'axe Rhône, les secteurs présentant les plus vastes superficies d'habitats d'herbiers aquatiques sont : le marais de l'Etournel (03-GEN), les marais de Chautagne et du lac du Bourget (05-CHA), les lacs de Miribel-Jonage (10-ALY) et la Camargue (24-PRH et 25-GRH). Ces habitats ont pu profiter des restaurations de lônes pour certains pour gagner en superficie et en qualité. D'autres ont pu profiter également de l'apport de sédiments notamment aux confluences où lorsque les sédiments s'accumulent, la profondeur d'eau diminue favorisant le développement d'herbiers aquatiques.

Les principaux habitats d'intérêt communautaire associés sont :

- 3130 (Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des Littorelletea uniflorae et/ou des Isoeto-Nanojuncetea) ;
- 3140 (Eaux oligomésotrophes calcaires avec végétation benthique à Chara spp.) ;
- 3150 (Lacs eutrophes naturels avec végétation du Magnopotamion ou de l'Hydrocharition);
- 3250 (Rivières permanentes méditerranéennes à Glaucium flavum) :
- 3260 (Rivières des étages planitiaire à montagnard avec végétation du Ranunculion fluitantis et du Callitricho-Batrachion).

Parmi ces habitats recensés, certains sont d'intérêt écologique car ils sont classés d'intérêt communautaire au titre de la Directive Habitat. Parmi ceux-ci, certains sont rares et sont classés sur liste rouge régionale tels que pour la région Rhône-Alpes :

- les Voiles flottants des eaux stagnantes peu profondes oligotrophes à Lentille d'eau à trois lobes (*Lemna trisulca*) (VU) ;
- les Végétations pionnières des grèves, mares, ornières sur sables et limons acides à Petits Joncs (*Juncus sppl*) (VU) ;
- les Herbiers des eaux faiblement courantes à Potamot noueux (*Potamogeton nodosus*) et Renoncule flottante (*Ranunculus gr. fluitans*) (NT);
- les Herbiers aquatiques enracinés à Potamot coloré (*Potamogeton coloratus*) (VU) ;
- les Herbiers aquatiques enracinés des eaux calcaires à Potamot serré (*Groenlandia densa*) (NT)

Les herbiers aquatiques sont un habitat pour de nombreuses espèces dont certaines patrimoniales également :

- Flore : *Hippuris vulgaris, Ranunculus lingua, Zannichellia palustris, Hottonia palustri, Potamogeton coloratus, Potamogeton lucens, Lemna trisulca, Najas marina, Najas minor, Sparganium minimum, Utricularia australis, Utricularia minor, etc.*
- Amphibiens : habitat de reproduction : Grenouilles, crapauds, tritons
- Oiseaux : alimentation des anatidés, des ardéidés et échassiers, reproduction de certains oiseaux d'eau (Guifette moustac par exemple)
- Insectes : habitat de reproduction et habitat larvaire pour les odonates (Cordulies, Agrions…) et pour de nombreux invertébrés aquatiques à la base de la chaine alimentaire
- Reptiles : habitat d'alimentation et d'hibernation de la Cistude d'Europe



Figure 82 : Exemples d'herbiers aquatiques et d'habitats d'eau stagnante à courante

De haut en bas : herbier à Vallisnérie et Elodée de Nuttall sur le Rhône dans la Drôme, Herbier eutrophile de Potamot pectiné sur le Rhône à Cruas, Herbier mésotrophe de Callitriche sur un contre-canal du Rhône proche de la confluence avec la Drôme (© Mosaïque Environnement)

5.1.3 Les grèves et bancs de graviers et galets, sables et limons

Cet habitat est caractérisé par des bancs d'alluvions : il s'agit soit de graviers, galets, sables ou de limons ; ils sont soit nus et entretenus naturellement par le passage des crues et hautes eaux, soit végétalisés et éventuellement entretenus par des opérations de gestion (charruage et/ou essartage, cf. rapport de Mission 4).

Pendant l'étiage, le lit apparent est formé par des grèves qui peuvent s'étendre depuis le talus de la berge délimitant le lit majeur jusqu'au lit mineur. Ces surfaces dégagées progressivement par la baisse des eaux à la fin du printemps sont colonisés durant l'été par une végétation héliophile, plus ou moins clairsemée, parfois très dense provenant de la germination des semences conservées dans les alluvions fines et de celles stockées dans les atterrissements situés dans les bras secondaires, dans la saulaie et sur le haut des grèves, remobilisées et dispersées lors des crues.

Ce paysage d'étiage présente des physionomies très diverses car de multiples conditions liées à la dynamique fluviale et aux fluctuations climatiques annuelles interviennent. Dès lors, la végétation se structure en fonction du modelé topographique des grèves et des bancs alluviaux et suivant les modalités de retrait de l'eau qui produisent parfois des superpositions de groupement perturbant leur étagement altitudinal. On distingue dès lors les végétations sur bancs liées au retrait des eaux, végétations humides annuelles notamment, et les végétations plus sèches de friche alluviale liées à des bancs situés plus haut topographiquement ou à épaisseur de sédiments plus importante, sans contact direct avec la nappe et sur sol filtrant.

On parle de végétations annuelles amphibies et hygrophiles (*Chenopodion rubri, Bidention tripartitae*, *Eleocharition soloniensis, Nanocyperion flavescentis*, etc.), pour les premières et de végétation d'ourlets et friches vivaces eutrophiles (*Dauco carotae - Melilotion albi*) pour les secondes. Elles tendent à remplacer les graviers nus en l'absence de dynamique alluviale (régime hydrologique et apports sédimentaires).

Ces habitats peuvent, de façon variable, être colonisés par les espèces invasives (notamment Renouées asiatiques, Ambroisie, Ailanthe, Séneçon du Cap, etc.). La régulation des débits par les barrages limite les remaniements naturels de ces bancs de graviers par les crues, ce qui favorise leur végétalisation et leur stabilisation.

Aujourd'hui, en raison des modifications subies par le Rhône, ces habitats ne se trouvent plus que dans deux types de conditions :

- les « Vieux Rhône » dont le débit diminué avec l'aménagement des barrages, a fait l'objet de relèvement entre 2000 et 2014, et de localement de mise en place d'un régime réservé. Ces débits et régimes réservés créent des conditions favorables à ces habitats, comme notamment en aval des barrages de Motz (05-CHA), Lavours et Savières (06-BEL), Champagneux (07-BRC), Saint-Pierre-de-Bœuf (13-PDR), Arras (14-STV), La Roche-de-Glun (15-BLV), Charmes-sur-Rhône (16-BEA), Le Pouzin (17-BLN), Rochemaure (18-MON), Caderousse (20-CAD), et plus particulièrement en aval de Jons (11-ALY) et de Donzère (19-DZM). Les grandes étendues de bancs de graviers présentes au niveau des Vieux-Rhône attestent de l'ancienne morphologie en tresse du fleuve ;
- sur certains affluents du Rhône dont la dynamique alluviale a été peu modifiée, les principaux étant l'Ain (11-ALY), le Doux (15-BLV), l'Eyrieux (16-BEA), la Drôme (17-BLN), l'Ardèche (19-DZM), l'Aigues (20-CAD) et la Durance (21-AVI). De nombreux petits affluents secondaires (dont les habitats ne sont pas cartographiés) présentent également des bancs de graviers (Allondon, Mialan, Escoutay, etc.).

Les principaux habitats d'intérêt communautaire associés sont :

- 3130 (Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des Littorelletea uniflorae et/ou des Isoeto-Nanojuncetea) ;
- 3270 (Rivières avec berges vaseuses avec végétation du Chenopodion rubri p.p. et du Bidention p.p.).

Parmi ces habitats sur grèves et bancs alluvionnaires, certains ont un intérêt écologique du fait de leur rareté et de leur régression. Ils sont classés sur liste rouge. On peut citer par exemple pour la région Auvergne-Rhône-Alpes :

- les Friches annuelles alluviales à Chiendent dactyle (*Cynodon dactylon*) et Chénopode (*Chenopodium polyspermum*) (VU) ;
- les Friches annuelles alluviales à Topinambour (*Helianthus tuberosus*) et Chiendent dactyle (*Cynodon dactylon*) (VU) ;
- les Végétations pionnières des vases méso-eutrophes neutroclines à Renoncule scélérate (*Ranunculus sceleratus*) (NT) ;

Les bancs de graviers et galets sont un habitat pour de nombreuses espèces dont certaines patrimoniales :

- Flore : *Ludwigia palustris, Cyperus flavescens, Ranunculus sceleratus, Samolus valerandi Sisymbrium pyrenaicum, Centaurium pulchellum,*
- Amphibiens : habitat du Pélodyte ponctué, de l'Alyte accoucheur,
- Oiseaux : Petit Gravelot, Sterne pierregarin.





Figure 83 : Exemples de grèves et bancs d'alluvions se développant sur le Rhône (© Mosaïque Environnement)

5.1.4 Les pelouses sèches et alluviales

Il s'agit de pelouses témoin d'une dynamique alluviale passée ou de pelouses sèches plus ou moins embroussaillées se développant sur des sols inondables mais très drainants (substrat sableux), présentant une sécheresse estivale.

Ces habitats sont à l'échelle du Rhône relictuels sur les terrains naturels mais se sont fortement développés sur les digues du Rhône canalisé, qui ont créé artificiellement des conditions favorables (substrat drainant, sol caillouteux peu profond, etc.). On les retrouve également sur certains affluents ayant conservé une dynamique alluviale (Ardèche, Ain, etc.)

Les secteurs de pelouse alluviale préservée sont peu nombreux et les surfaces sont généralement très réduites. En dehors des linéaires de digues artificielles, on note de belles superficies de pelouses en amont de Lyon jusqu'à la confluence avec l'Ain (11-ALY, 09-VUL), au niveau de l'Ile de la Platière (13-PDR) et en Camargue (23-ARL, 24-GRH, 25-PRH).

Les habitats de pelouses sèches sont déclinés en :

- pelouses alluviales (Silene cerastion-semidecandri),
- pelouses sèches (Mesobromion, xerobromion).

En Camargue, les pelouses s'installent sur des terres hautes, marquées par une sécheresse estivale très accentuée pouvant s'accompagner d'une remontée de sel. Il existe pour ce type d'habitat de grandes variabilités dans les conditions écologiques (eau/salinité). Il en résulte une diversité des types de pelouses. On distingue globalement les pelouses halophiles, correspondant à des zones relativement basses et à un stade quasi climacique ; et les pelouses hautes, moins typiques des zones littorales, et qui évoluent naturellement vers des formations plus boisées. La végétation qui compose les pelouses est essentiellement herbacée. Ces milieux accueillent une flore très diversifiée composée d'annuelles qui bouclent rapidement leur cycle avant les chaleurs de l'été. Les trèfles, lotus, chiendents, vesces dominent sur les pelouses hautes tandis que les saladelles, les carex et les plantains composent le cortège moins diversifié des pelouses halophiles.

Les principaux habitats d'intérêt communautaire associés sont :

- 6120 (Pelouses calcaires de sables xériques) ;
- 6210 (Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaires (Festuco-Brometalia) (* sites d'orchidées remarquables).

Parmi ces habitats de pelouses sèches, certains ont un intérêt écologique très fort du fait de leur rareté et de leur forte régression. Ils sont classés sur liste rouge. On peut citer par exemple pour la région Auvergne-Rhône-Alpes :

- les Pelouses vivaces calcicoles des sols hygroclines à Fétuque marginée (*Festuca marginata*) et Lotier à gousses carrées (*Lotus maritimus*) (CR) ;
- les Pelouses xérophiles alluviales à Fumana couché (*Fumana procumbens*) et Euphorbe de Séguier (*Euphorbia seguieriana*) (EN) ;

Les pelouses alluviales et sèches sont un habitat pour de nombreuses espèces patrimoniales :

- Flore : *Anacamptis fragrans, Spiranthes spiralis, Allium carinatum, Allium pulchellum, Aster amellus, Orchis provencialis,* etc.,
- Amphibiens : Pélodyte ponctué, Alyte accoucheur,
- Oiseaux : habitat de chasse et d'alimentation pour le Guêpier d'Europe, le Rollier d'Europe, habitat de l'Œdicnème criard, Glaréole à collier, Ganga cata,
- Mammifères : habitat de chasse des chiroptères (Barbastelle, Murins, Rhinolophes, etc.),
- Reptiles : habitat de ponte de la Cistude d'Europe.



Figure 84 : Exemples de pelouses sèches et alluviales

De haut en bas : pelouse pionnière à Silène conique sur sables et garrigue psammophile à Armoise champêtre et thym commun) en Ardèche (© Mosaïque Environnement)

5.1.5 Les prairies humides et mégaphorbiaies

Les prairies alluviales souvent humides constituent des habitats remarquables, abritant entre 20 et 25 % des espèces végétales remarquables de la plaine alluviale : prairies à Molinie (*Molinion caerulae*), prairies de fauche mésohygrophile à hygrophile (*Colchico - Arrhenatherenion, Bromion racemosi, Oenanthion fistulosae, Potentillion anserinae*, etc.), lisières à grandes herbes (*Convolvulion sepium*), mégaphorbiaies (*Thalictro flavi - Filipendulion ulmariae*), etc. Elles sont pourtant, comme les pelouses alluviales, réduites à quelques entités relictuelles, présentes de façon très ponctuelle le long de l'axe Rhône.

Seuls les grands marais présentent encore des superficies significatives (de l'ordre de quelques dizaines d'hectares) : marais de Chautagne et marais de Lavours pour le Rhône amont, et marais du Vigueirat, marais de la vallée des Baux et marais d'Arles en Camargue. Les mégaphorbiaies sont quant à elles plus fréquentes mais constituent surtout des linéaires sur de petites surfaces également et souvent très eutrophisés.

En l'absence de régénération naturelle par les crues, ces milieux ont tendance à évoluer vers la forêt alluviale. Des actions de réouverture du milieu sont nécessaires pour les préserver. En outre, ces milieux sont très vulnérables face au développement des espèces végétales exotiques envahissantes comme les Solidages.

Les principaux habitats d'intérêt communautaire associés sont :

- 6410 (Prairies à Molinia sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (Molinion caeruleae) ;
- 6430 (Mégaphorbiaies hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnards à alpin) ;
- 6510 (Prairies maigres de fauche de basse altitude (Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis).





Figure 85 : Exemples de prairies humides et mégaphorbiaies

De gauche à droite : prairies humides à gratiole et œnanthe fistuleuse, mégaphorbiaie nitrophile à Ortie et Liseron des haies, mégaphorbiaie mésotrophe à salicaire et Eupatoire chanvrine) (© Mosaïque Environnement)

Les prairies humides et les mégaphorbiaies sont un habitat pour de nombreuses espèces patrimoniales :

- Flore : *Allium angulosum, Euphorbia palustris, Gratiola officinalis, Lathyrus palustris, Ophioglossum vulgatum, Orchis laxiflora, Spiranthes aestivalis, Thalictrum flavum, Viola elatior, Helosciadium repens, Fritillaria meleagris Oenanthe fistulosa, Sanguisorba officinalis (hôte maculinea), Serapias cordigera,*
- Amphibiens : Sonneur à ventre jaune,
- Oiseaux : site d'alimentation et reproduction de limicoles (Vanneau huppé, Courlis cendré, Bargue à queue noire), d'anatidés, de passereaux (Gorgebleue à miroir),
- Mammifères : habitat de chasse des chiroptères (Barbastelle, Murins, Rhinolophes…), de la Loutre d'Europe,
- Insectes : zone d'alimentation des Odonates en vol ; habitat des lépidoptères patrimoniaux (Azuré de la Sanguisorbe, Cuivré des marais, Damier de la Succise, Ecaille chinée…).

En termes de répartition, les prairies humides et mégaphorbiaies sont bien représentées tout au long de l'axe Rhône. Elles présentent encore des superficies importantes dans les secteurs de marais du Haut Rhône (marais de Chautagne / 05-CHA, marais de Lavours / 06-BEL), Iles de Miribel-Jonage / 10-ALY), puis en allant vers l'aval, les grandes entités de prairies humides et de mégaphorbiaies sont plus éparses (Ile de la Platière / 13-PDR, Bourg-lès-Valence / 15-BLV, Baix le Logis Neuf / 17-BLN, Donzère-Mondragon / 19-DZM, Caderousse / 20-CAD, Avignon / 21-AVI et Grand Rhône / 24-GRH).

5.1.6 Les forêts alluviales et saulaies basses

La forêt alluviale désigne les formations boisées qui se sont développées spontanément dans les plaines d'inondation des cours d'eau. La formation et la composition de ces forêts sont étroitement liées au fonctionnement hydrologique et sédimentaire du fleuve, qui gouverne le déroulement des « successions végétales » (cf. 0 ; Corenblit, 2020).

Certaines plantes dites pionnières ont la capacité de s'installer sur les zones d'alluvions nues. Les herbacées stabilisent le sol et par leurs parties aériennes, ralentissent le courant, accélérant le dépôt de sédiments et l'exhaussement du sol. Elles permettent à des espèces ligneuses dites de bois tendres de s'installer (peuplier, saule, etc.). Ces arbres amplifient à leur tour le phénomène d'exhaussement et sont relayés par d'autres espèces dites de bois durs (chêne, frêne, orme, etc.).

Ainsi, en s'éloignant du cours d'eau, on observe une succession de formations végétales installées sur des terrains de plus en plus élevés et de moins en moins soumis aux inondations. De temps à autre, le milieu est « rajeuni » par les crues et une nouvelle succession démarre. Grâce à cette dynamique, les forêts alluviales sont constituées d'une mosaïque de milieux naturels très différents et constituent ainsi des écosystèmes d'une biodiversité exceptionnelle.

Les forêts alluviales présentent plusieurs types d'habitats en fonction de la proximité du cours d'eau, de la profondeur de la nappe, de l'altitude… :

- saulaies basses à l'interface entre le milieu aquatique et les premières terrasses boisées (*Salicion triandrae, Salicion incanae*),
- saulaies blanches encore connectées au cours d'eau (*Salicion albae*),
- aulnaies-frênaies des petits affluents (*Alnenion glutinoso – incanae*),
- aulnaies marécageuses à engorgement quasi permanent (*Alnion glutinosae*),
- aulnaies blanches submontagnardes sur substrat plus grossier (*Alnion incanae*),
- peupleraies sèches à Peuplier noir qui se développent sur les substrats grossiers après abaissement des niveaux d'eau (*Rubo caesii - Populion nigrae*),
- boisements alluviaux à bois dur : Frênes, Ormes, Chênes (*Ulmenion minoris*),
- massifs de Saule cendré qui colonisent les roselières asséchées (*Salicion cinereae*),
- ripisylves à Peuplier blanc (*Populion albae*), Orme champêtre, Frêne à feuilles étroites et Saule blanc dans le sud, ou fourrés à Tamaris en Camargue (*Tamaricion africanae, Rubo ulmifolii - Nerion oleandri, Imperato cylindricae - Erianthion ravennae*) dans les parties basses du cours du Rhône, où l'influence du sel est plus forte.

Les forêts alluviales jouent un rôle écologique fondamental. Elles abritent de nombreuses espèces animales et végétales. Elles servent de couloirs de migration pour la faune. En absorbant les nitrates, elles participent à l'épuration des nappes. Elles contribuent à la régulation des crues en ralentissant le courant, en écrêtant l'onde de crue et en servant de réservoirs temporaires pour l'excédent d'eau. Elles participent également à la protection des berges contre l'érosion.

Depuis cinquante ans, le long du Rhône, leur superficie a baissé au profit des cultures, des plantations de peupliers et des emprises humaines. L'aménagement a profondément modifié le fonctionnement hydrosédimentaire du fleuve : les crues plus limitées en fréquence dans les Vieux Rhône et l'abaissement des nappes phréatiques ont limité le rajeunissement du milieu, réduisant la régénération des stades pionniers et des forêts de bois tendres. Plusieurs des peuplements caractéristiques des forêts alluviales figurent désormais dans la liste des habitats européens prioritaires et de nombreuses actions sont engagées pour protéger et restaurer ces écosystèmes menacés (Bravard et al., le Rhône en 100 questions, 2010).

La populiculture, développée principalement dans les espaces alluviaux, est un modèle de foresterie intensive en Europe. Le peuplier a besoin de sols fertiles et bien alimentés en eau, tout en étant capable de résister à des périodes d'inondation. La France est le premier producteur européen de bois de peuplier en Europe : 250 000 ha de peupleraies produisent annuellement 2,5 à 3 millions de tonnes de bois d'œuvre, soit 30 % de la production de grumes de feuillus. Les peupleraies plantées sont des boisements monospécifiques (une seule espèce) et monoclonaux. En Europe, la populiculture se base sur l'hybridation de trois espèces : *Populus nigra*, espèce eurasiatique, *Populus deltoides* et *Populus. trichocarpa*, espèces nord-américaines (Bravard et al., le Rhône en 100 questions, 2010).

Les principaux habitats d'intérêt communautaire associés sont :

- 91E0 (Forêts alluviales à Alnus glutinosa et Fraxinus excelsior / Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae) ;
- 91F0 (Forêts mixtes à Quercus robur, Ulmus laevis, Ulmus minor, Fraxinus excelsior ou Fraxinus angustifolia, riveraines des grands) ;
- 92D0 (Galeries et fourrés riverains méridionaux / Nerio-Tamaricetea et Securinegion tinctoriae) ;
- 92A0 (Forêts-galeries à Salix alba et Populus alba) ;

Parmi ces habitats, certains ont un intérêt écologique fort du fait de leur rareté et de leur régression. Ils sont classés sur liste rouge. On peut citer par exemple pour la région Auvergne-Rhône-Alpes :

- les Peupleraies sèches fluviatiles médio-européennes à Peuplier noir (*Populus nigra*), Ronce bleuâtre (*Rubus caesius*) et Troène (*Ligustrum vulgare*) des bords de cours d'eau sur alluvions filtrantes (DD) ;
- les Saulaies arbustives ripicoles pionnières médio-européenne à Saule pourpre (*Salix purpurea*) de l'étage collinéen (NT) ;
- les Chênaie-ormaies matures des terrasses alluviales de la Saône et du Rhône à Frêne oxyphylle (*Fraxinus angustifolia*) (VU) ;
- les Frênaies oxyphylle-peupleraies blanches méditerranéennes à *Populus alba* (VU) ;
- les Aulnaie glutineuse-frênaie oxyphylle méditerranéenne à Laîche pendante (*Carex pendula*) (VU) ;
- les Ormaies - peupleraies méditerranéennes à Garance voyageuse (*Rubia peregrina*) (VU) ;
- les Saulaies blanches alluviales méditerranéennes à Laîche des marais (*Carex acutiformis*) (DD) ;
- les Saulaies arbustives ripicoles post-pionnières à Saules à trois étamines (*Salix triandra*) et Saule des vanniers (*Salix viminalis*) de l'étage collinéen (NT).

Les forêts alluviales sont un habitat pour de nombreuses espèces patrimoniales :

- Flore : *Vitis vinifera ssp sylvestris, Epipactis rhodanensis, Leucojum aestivum, Erythronium dens-canis, Carex laevigata, Pyrola media, Ribes rubrum, Thelypteris palustris, Carex strigosa, etc.,*
- Amphibiens : Rainette verte, Rainette méditerranéenne,
- Mammifères : Castor d'Europe (alimentation, notamment jeunes saulaies), chiroptères (Barbastelle, Murins…),
- Insectes : Grand Capricorne, Lucane cerf-volant, Diane,
- Oiseaux : colonies de hérons (Aigrette garzette, Héron cendré, Bihoreau gris, Héron garde-bœufs, Crabier chevelu…) ; passereaux (Bouscarle de Cetti, Pic épeichette, Loriot d'Europe…), de rapaces (Milan noir, Faucon hobereau, Balbuzard pêcheur).

En termes de répartition, les forêts alluviales sont bien représentées tout au long de l'axe Rhône. Elles présentent encore des superficies importantes dans les secteurs de marais du Rhône amont (marais de Chautagne / 05-CHA, marais de Lavours / 06-BEL, Iles du Haut Rhône / 07-BRC), Iles de Miribel-Jonage / 10-ALY), puis en allant vers l'aval, les grandes entités de forêt alluviale se font plus rares (celle de l'Ile de la Platière étant celle la plus au sud / 13-PDR), pour ne se réduire au niveau du Rhône aval qu'à un cordon boisé de quelques mètres à quelques dizaines de mètres le long des berges. Cette répartition peut être mise en relation avec les activités humaines : la forêt alluviale a partout été remplacée par des terrains agricoles comme par exemple en bordure du Vieux Rhône de Donzère-Mondragon (19-DZM) ou au sein de l'Ile de Barthelasse (21-AVI), à l'exception des secteurs trop engorgés ou non drainables. Elles sont également présentes sur quelques affluents (Ain, Ardèche, etc.).



Figure 86 : Exemple de forêts alluviales et saulaies basses

De haut en bas : Saulaie arbustive basse à Salix eleagnos, Peupleraie sèche à Peuplier noir et Saulaie arborescente à Saule blanc (© Mosaïque Environnement)

5.1.7 Les végétations de ceinture des eaux, bas-marais

Sont regroupées dans ces végétations de ceintures des eaux, toutes les formations végétales se développant en périphérie des pièces d'eau (lacs, rivière, fleuve, lônes), généralement dans des zones d'eau stagnante ou de faible courant. Une mosaïque de milieux palustres s'organise en fonction du substrat, des conditions d'hydrologie, de la vitesse du courant, etc :

- cariçaies (Magnocaricion elatae, Caricion gracilis),
- prairies à Choin, cladiaies et tourbières basses (Caricion davallianae, Caricion lasiocarpae, Magnocaricion elatae),
- roselières (Phalaridion arundinaceae, Phragmition communis, Eleocharito palustris - Sagittarion sagittifoliae), etc.

Les prairies tourbeuses et les bas-marais sont plutôt localisés en bordure de l'hydrosystème : vieilles annexes hydrauliques au sol tourbeux et marais de plaine).

L'intérêt patrimonial de ces formations est notamment lié à leur rôle d'habitat pour tout un cortège d'oiseaux spécialisés et fortement menacés, en raison de la disparition de leurs habitats. Comme pour les autres formations hygrophiles, ces communautés sont très sensibles à l'abaissement de la nappe, à l'absence des variations saisonnières et de la dynamique fluviale, qui entrainent un assèchement et une banalisation de ces milieux. Ces habitats, notamment les roselières à Roseau commun sont favorisées lorsque les variations de niveau d'eau sont faibles et que la vitesse du courant est nulle à faible. Ceci est le cas notamment dans les tronçons modifiés du Rhône. elles sont également favorisés par les accumulations de sédiments fins qui limitent les hauteurs d'eau et favorisent de ce fait la colonisation de ces espèces.

Les principaux habitats d'intérêt communautaire associés sont ceux des bas-marais :

- 7110 (Tourbières hautes actives) ;
- 7210 (Marais calcaires à Cladium mariscus et espèces du *Caricion davallianae*) ;
- 7230 (Tourbières basses alcalines) ;

Parmi les habitats de végétations de ceinture des eaux et de bas-marais, certains ont un intérêt écologique fort du fait de leur rareté et de leur régression. Ils sont classés sur liste rouge. On peut citer par exemple pour la région Auvergne-Rhône-Alpes :

- les Peuplements de grands hélophytes à Baldingère (*Phalaris arundinacea*) des plages d'alluvions ponctuellement soumises au crues (VU) ;
- les Parvoroselières pionnières à Scirpe à tige trigone (*Schoenoplectus triqueter*) et Scirpe maritime (*Bolboschoenus maritimus*) (NT) ;
- les Herbiers aquatiques des mares de tourbières alcalines à Petite Utriculaire (*Utricularia minor*) et mousses brunes (*Scorpidium scorpioides)* ;
- les Magnocariçaies fauchées des tourbes alcalines eutrophes à Laîche élevée (*Carex elata*) et Oenanthe de Lachenal (*Oenanthe lachenalii*) (VU) ;
- le Bas-marais alcalins collinéo-montagnard à Valériane dioïque (*Valeriana dioica*) et Laîche de Davall (*Carex davalliana*) (VU) ;
- les Bas-marais alcalins collinéen sur tourbe oligotrophe à Orchis des marais (*Anacamptis palustris*) et Choin noirâtre (*Schoenus nigricans*) (NT) ;
- les Magnocariçaies des substrats minéraux eutrophes à Laîche grêle (*Carex acuta*) (NT) ;
- les Magnocariçaies eutrophiles neutrophile à Laîche des rives (*Carex riparia*) (NT) ;
- les Prairies humides collinéo-montagnardes des substrats battants minéraux oligotrophes neutroclines à Molinie bleutée (*Molinia caerulea*) et Cirse tubéreux (*Cirsium tuberosum*) (EN) ;
- Etc.

Les végétations de ceinture des eaux sont un habitat pour de nombreuses espèces patrimoniales :

- Flore : *Bolboschoenus maritimus, Senecio paludosus, Orchis palustris, Oenanthe lachenalii Ranunculus lingua, Gentiana pneumonanthe (hôte Maculinea), Liparis loeselii, Spiranthes aestivalis, Drosera anglica, Drosera longifolia, Euphorbia palustris, Hydrocotyle vulgaris, Lathyrus palustris, Orchis palustris, Peucedanum palustre, Rhynchospora alba, Carex appropinquata, Carex lasiocarpa, Glyceria maxima, Baldellia ranunculoides, Carex pseudocyperus, Epipactis palustris, Gymnadenia odoratissima, Pedicularis palustris, Senecio doria, Sagittaria sagittifolia, etc. ;*
- Oiseaux : colonies de hérons paludicoles (Héron pourpré, Blongios nain, Grande Aigrette, Butor étoilé), Busard des roseaux, site de reproduction des passereaux paludicoles (Locustelles, Rousserolles, Phragmites, Panure à moustache, Cisticole des joncs, Rémiz penduline…), des rallidés (Poule d'eau, Marouettes, Foulque macroule, Râle d'eau, Talève sultane), des anatidés (fuligules, canards, Nette rousse…), site d'alimentation des limicoles (Chevaliers, Bécasseaux…).

On trouve quelques roselières sur le Rhône, comme à Verbois (01-SUI), Chancy-Pougny (02-CHP), Seyssel (04-SEY), Motz (05-CHA), Champagneux (07-BRC), Printegarde (17-BLN) ou Beaucaire (22- BEA) mais les plus grandes superficies de roselières et végétations de ceintures des eaux sont concentrées dans les grands marais : l'Etournel (03-GEN), Chautagne (05-CHA), Lavours et Lagneux (06-BEL), l'Ile Vieille (19-DZM), l'Ilon et Beauchamp (23-ARL), Meyranne et Chanoines, Vigueirat (24-GRH) ainsi que les très nombreux marais camarguais (24-GRH et 25-PRH).



Figure 87 : Exemple de végétations de ceinture des eaux, bas-marais

De haut en bas : Saulaie arbustive basse à Salix eleagnos, Peupleraie sèche à Peuplier noir et Saulaie arborescente à Saule blanc (© Mosaïque Environnement)

5.1.8 Les berges érodées

Les berges érodées ne sont généralement pas cartographiées comme habitat remarquable. Leur intérêt est plutôt lié à la faune qu'elles abritent, certaines espèces ayant spécialisé leur habitat de reproduction dans ces berges (terriers, nids, huttes, catiche) :

- Oiseaux : Martin-pêcheur d'Europe, Guêpier d'Europe, Hirondelle de rivage, Cincle plongeur,
- Mammifères : Castor d'Europe, Loutre d'Europe, Musaraignes aquatiques et Campagnol amphibie,
- Reptiles : site de ponte de la Cistude d'Europe pour les berges non inondables.

Les sites possédant ce site d'habitat dans leur fonctionnement actuel ne sont pas recensés et sont a priori peu nombreux : Vieux Rhône de Chautagne (05-ALY), Canal de Miribel (10-ALY). On notera toutefois que les sites restauration de marges alluviales sont favorables à ce type d'habitat : Vieux Rhône de Péage de Roussillon (13-PDR) (casier de Serrières et Iles des Graviers) ; Vieux Rhône de Donzère Mondragon (19-DZM) (casiers de l'Aure, Dion, et Malaubert), etc. (cf. rapport de Mission 4).

5.1.9 Les habitats littoraux

Les habitats littoraux sont présents uniquement au niveau du delta camarguais.

Les principaux habitats littoraux sont :

- **Sur le littoral, les plages de sable**, régulièrement recouvertes par les eaux marines, sont bordées par un système dunaire important, soumis aux vents violents (du nord en particulier) qui remodèlent en permanence son profil. S'y succèdent plusieurs micro-habitats, allant des dunes embryonnaires côté mer qui jouent un rôle majeur dans les processus d'initiation de la dune, aux dunes blanches stabilisés par les oyats, puis aux dunes fixées caractérisées par la Crucianelle maritime. En arrière-dune, une mosaïque de pelouses dunaires intègre de rares dépressions humides interdunales où affleure la lentille d'eau douce.
- **Les végétations annuelles des laisses de mer** (*Euphorbion peplis, Thero-Suaedion splendentis*), qui sont des friches naturelles qui se développent pendant l'été lors de l'exondation durable de la masse d'eau salée. On distingue : les laisses lagunaires sur substrat coquillier à limono-argileux halophile, et les laisses marines sur substrat sableux sub-halophile. Ces habitats se retrouvent à la périphérie immédiate des lagunes ou sur le haut de plage où s'accumule pendant les mouvements d'eau hivernaux la matière organique morte.
- **Les lagunes**, qui correspondent à des étendues d'eau côtières peu profondes, saumâtres à très salées, parfois temporaires. Les facteurs physico-chimiques de la masse d'eau et leur variation conditionnent l'existence de nombreuses biocénoses différentes. Toutes les grandes lagunes sont artificialisées, ou l'ont été, pour la saliculture. Des surfaces très importantes de cet habitat sont ainsi présentes au sein des nombreux salins. L'habitat peut se combler par les sédiments, d'autant plus rapidement qu'il collecte les eaux de fleuves côtiers. Il peut aussi changer de conditions physico-chimiques du fait de l'ouverture / fermeture naturelle de grau, notamment lors de tempêtes.
- **Les salins**, anciennes lagunes aménagées (étangs de pré-concentration), constituent des milieux humides artificiels de très grande superficie (10 000 ha). La gestion de l'eau pratiquée pour l'exploitation salinière est à l'origine de leur rôle écologique important. Ils forment de vastes zones d'alimentation, de repos et de reproduction pour l'avifaune, offrant en outre, un faible niveau de dérangement.
- **Les sansouires**, étendues salées temporairement inondées (en général en hiver) sont des formations basses et broussailleuses à salicornes, soudes et pourpier marin qui recouvrent les zones exondées (*Salicornion patulae, Thero-Suaedion splendentis*). Elles se subdivisent en fonction des espèces de salicornes dominantes (pérennes ou annuelles). Elles intègrent de grandes zones dépourvues de végétation (les baisses) qui s'assèchent plus ou moins tôt au printemps en fonction de leur profondeur et des précipitations et qui peuvent être considérées comme des lagunes temporaires. La dynamique naturelle des sansouires est lente et beaucoup ont disparu depuis 50 ans. La plupart sont aujourd'hui protégées.
- **Les prés-salés** qui se développent sur des substrats (limono-sableux à argileux) méso- à eutrophes, le plus souvent dans les zones subissant un régime de perturbation régulier. On y retrouve des végétations pionnière à Salicorne et divers autres faciès de végétations vivaces et de prés humides (*Saginion maritimae, Frankenion pulverulentae, Juncion maritimi, Halo-Artemision coerulescentis, Alopecurion utriculati, Oenanthion fistulosae*) entretenus par pâturage ou fauche extensifs.
- **Les fourrés halophiles** (enganes) (alliances du *Salicornion fruticosae et du Limoniastrion monopetali*) qui regroupent les végétations spécialisées de chaméphytes qui se développent au sein de substrats (vases limoneuses à argileuses) eutrophes halophiles subissant une inondation annuelle de longue durée (automne, hiver et printemps) par une masse d'eau saumâtre.
- **Les steppes salées**, végétations spécialisées de vivaces halophiles (*Limonion confusi*) qui se développent au sein de substrats limono-sableux, très secs en été, subissant des inondations sporadiques tassant le substrat. Ils sont caractérisés par l'abondance des espèces du genre *Limonium*.
- **les habitats dunaires** : dunes mobiles embryonnaires (*Ammophilion australis*), dunes blanches à Oyat, dunes fixées du *Crucianellion maritimae (Crucianellion maritimae)*, dunes littorales à *Juniperus* spp. (*Juniperion turbinatae*), Dunes boisées à pins mésogéens (*Pinus pinea, Pinus pinaster*) (*Juniperion turbinatae, Quercion ilicis*), etc.
- **Les boisements sur dunes fossiles** : ces formations se développent sur d'anciens cordons dunaires stabilisés et dont l'évolution pédologique permet l'installation progressive d'espèces arbustives puis arborées. Une nappe captive d'eau douce qui dégage la végétation de l'influence du sel favorise l'installation des espèces arborées dont le système racinaire peut être profond. On distingue deux types principaux de formations : les dunes fossiles à Genévrier de Phénicie et les dunes fossiles à Pin Parasol.

Les habitats littoraux sont un habitat pour de nombreuses espèces patrimoniales :

- Flore : *Cerastium siculum, Crucianella maritima, Crypsis aculeata, Crypsis schoenoides, Cutandia maritima, Cynanchum acutum, Echinospora spinosa, Eryngium maritimum, Euphorbia peplis, Hainardia cylindrica, Limonium bellidifolium, Limonium cuspidatum, Limonium densissimum, Limonium durisculum, Limonium girardianum, Limonium virgatum, Parentucellia latifolia, Parietaria lusitanica, Polygonum arenarium, Pseudorlaya pumila, Ruta angustifolia, Suaeda splendens, Teucrium dunese, Triglochin maritimum, Zostera marina, Zostera noltii, Asparagus maritimus, Calystegia soldanella, Catapodium hemipoa, Asplenium petrarchae, Corispermum leptopterum, Althenia filiformis, Ruppia maritima, Cymodocea nodosa ;*
- Oiseaux dans les plans d'eau, salins : site d'alimentation de nombreux échassiers, hérons, limicoles, site de reproduction de l'Echasse blanche, Avocette élégante, colonies de Flamand rose ; site d'hivernage et de halte migratoire de nombreux anatidés et laridés, de rapaces (Balbuzard pêcheur, Pygargue à queue blanche) ;
- Amphibiens : Pélobate cultripède.



Figure 88 : Exemple de paysage de sansouire, habitat littoral typique (source tourduvalat.org)

5.2 Synthèse sur la faune à l'échelle du Rhône

5.2.1 Enjeux liés aux oiseaux

A l'échelle du Rhône, la bibliographie a permis de mettre en évidence l'utilisation du fleuve Rhône et des milieux associés par **près de 150 espèces d'oiseaux**. Le fleuve et son delta jouent un rôle majeur comme site de reproduction, axe de migration, site d'hivernage pour ces espèces. Une synthèse des enjeux liés à l'avifaune peut être faite en suivant une approche par cortèges d'espèces, selon leur utilisation des milieux.

- **Cortège des eaux libres et profondes**

Ce grand habitat d'espèces correspond aux zones d'eaux calmes et profondes du Rhône créées par les divers aménagements du fleuve ; en effet, en dehors du delta, ce type d'habitat n'était pas caractéristique du fonctionnement naturel du Rhône). Cela concerne la Camargue, les grands lacs naturels et les retenues formées par les barrages, où les oiseaux d'eau se regroupent par centaines en période hivernale (Lac du Bourget, plans d'eau de Miribel-Jonage, Lac du Lit au Roi, Printegarde, Ile de la Platière, etc.).

Ce type de milieu convient particulièrement aux oiseaux plongeurs hivernants tels que le Fuligule milouin, morillon, le Foulque macroule, la Nette rousse comme par exemple l'ensemble Lac du Bourget - Haut-Rhône qui représente un site d'importance internationale pour l'hivernage pour ces espèces (Acer Campestre, 2016).

On y trouve également toute la famille des canards de surface : Canard colvert, chipeau, siffleur, Sarcelle d'hiver… qui utilisent les plans d'eau comme site de repos, d'alimentation. Les espèces piscivores sont également présentes : Grèbe huppé, Grèbe castagneux (les sites fluviaux sont très importants pour l'hivernage de cette espèce), Grand Cormoran, Harle bièvre, Garrot à œil d'or… ainsi que les laridés (Goéland leucophée, Mouette rieuse, Goéland cendré…) (Acer Campestre, 2016).

Le Balbuzard pêcheur exploite également les eaux profondes. Il est essentiellement observé en migration mais les effectifs en estivage se développent, ce qui peut laisser envisager une nidification à moyen terme (DOCOB ZPS Ile de la Platière, 2010). Les zones d'eau libres et poissonneuses sont un habitat d'alimentation pour la Sterne Pierregarin, plus ponctuellement pour les guifettes moustac et noire. Quelques données en Camargue et Chautagne indiquent la présence ponctuelle du Pygargue à queue blanche en migration ou hivernage aux abords des grandes pièces d'eau, où il vient pêcher.

Ces milieux sont relativement peu menacés en raison, pour beaucoup, de leur origine artificielle qui leur confère une certaine pérennité. Des modifications peuvent toutefois porter des atteintes aux espèces qui les occupent : envasement, modification du substrat, du niveau trophique, accumulation de polluants dans les sédiments, etc. Les activités humaines, notamment de loisir, qui se développent sur les plans d'eau peuvent être une source de dérangement des espèces ; toutefois ces activités sont généralement limitées en période d'hivernage pendant lesquelles on compte les plus gros effectifs d'oiseaux d'eau.

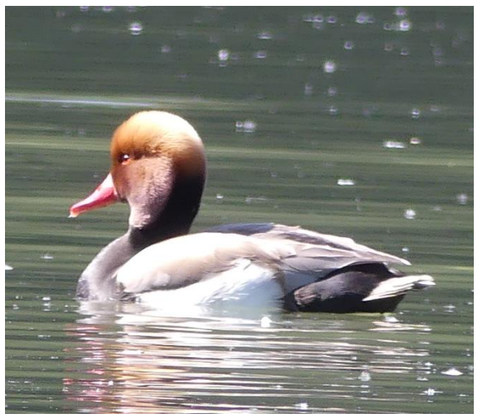


Figure 89 : Nette rousse, espèce nicheuse et hivernante sur les plans d'eau du Rhône (© Mosaïque Environnement)

- **Cortège des eaux libres peu profondes**

Ce grand habitat d'espèces regroupe un ensemble de milieux relativement large : marges du fleuve, lônes, Vieux Rhône, mares permanentes, contre-canaux, petits affluents, etc. On y trouve des fonds vaseux, graveleux ou sableux, inondés en permanence, présentant des ressources alimentaires riches : herbiers aquatiques, densité de poissons importante. Ces habitats étaient caractéristiques du fleuve avant les aménagements, leur surface a fortement réduit (DOCOB ZPS Ile de la Platière, 2010).

Ces milieux constituent une zone d'alimentation essentielle pour de nombreuses espèces d'oiseaux, qui souvent se trouvent au sommet de la chaine alimentaire de ces écosystèmes :

- canards de surface consommant les végétaux aquatiques : Canards colvert, chipeau, souchet ;
- hérons : Héron cendré, Aigrette garzette, Grande Aigrette, Héron bihoreau ;
- le Martin-pêcheur d'Europe, le Balbuzard pêcheur, le Cincle plongeur sur les affluents du Haut-Rhône, les grèbes, etc.

Ces milieux présentent une forte dépendance au régime hydrique et à l'alimentation en eau par le fleuve ou la nappe. Les aménagements successifs sur le fleuve ont entrainé une importante régression de ces milieux, à l'exception des contre-canaux créés pour les besoins des aménagements ou des lônes qui résultent de l'ancien lit. Les augmentations de débits et régimes réservés ont participé à une inversion de tendance. Les points de vulnérabilité sont liés à la diminution de la dynamique fluviale : atterrissement des lônes, déconnexion du fleuve, réduction de la surface en eau libre, absence de création de nouvelles annexes, etc. Le développement des espèces végétales envahissantes est également une menace pour ces milieux (Jussie, Elodée du Nuttall, etc.), ainsi que l'eutrophisation des milieux (intrants agricoles, rejets domestiques…).

- **Cortège des grèves, berges et bancs de galets**

Ces habitats d'espèces regroupent des zones exondées (ou présentant une lame d'eau minimale), soumises à un degré de perturbation du régime hydrique important : exondation, érosion des berges, modulation des dépôts sédimentaires au gré des crues, etc. Le degré de végétalisation est variable, entre les vasières composées de sédiments fins riches en matières organiques et les bancs d'alluvions plus anciens où se développe une végétation temporaire ou permanente. Le réseau trophique y est généralement développé, avec une abondance de micro-invertébrés benthiques et d'insectes volants, attirant ichtyofaune (lorsqu'il reste un peu d'eau), l'herpétofaune (amphibiens, reptiles) et l'avifaune. Ces espaces se trouvent à l'interface entre les zones toujours en eau et le milieu terrestre plus ou moins humide.

Les secteurs où s'expriment encore ces variations d'eau sont devenus rares en raison de la régulation du niveau d'eau par les ouvrages hydroélectriques, en particulier dans les retenues. Dans les RCC, la mise en place d'un régime réservé, a fortiori avec de fortes amplitudes, et éventuellement associée avec une réactivation des marges comme dans le Vieux Rhône de Péage de Roussillon, permet de restaurer ce type d'habitat. En cas de déficience d'habitat, l'avifaune peut se reporter sur des sites de substitution, comme les berges de gravières en exploitation ou des berges en pente douce des canaux de dérivation du Rhône (DOCOB ZPS Ile de la Platière, 2010).



Figure 90 : Guêpier d'Europe, espèce nichant dans les berges sableuses érodées (Fotolia)

Les limicoles utilisent majoritairement les berges exondées, en pente douce, non végétalisées (les Chevaliers guignette, aboyeur, culblanc, sylvain privilégiant la voie de migration continentale, ponctuellement des bécasseaux) ou légèrement végétalisées (Bécassine des marais).

Les bancs de galets et atterrissements de graviers sont utilisés pour la reproduction du Petit Gravelot, et ponctuellement de la Sterne pierregarin, qui était historiquement nicheuse sur l'ensemble du Rhône (DOCOB ZPS Ile de la Platière, 2010).

Modèle dominant du Rhône préindustriel, le tressage, a marqué les écosystèmes entre Seyssel et Arles. L'analyse de la bibliographie de l'époque montre que la zonation des peuplements aviens de la vallée est déséquilibrée en faveur de la zone à Sterne. Les espèces caractéristiques de cette zone, Sternes pierregarin et naine, Petit Gravelot, étaient présents sur l'ensemble de la vallée à l'aval des gorges, jusqu'à l'embouchure de la Durance ou de la Camargue (Michelot, 1989).

Les berges présentant un front d'érosion sont utilisées comme site de nidification (espèces troglodytes qui creusent de nids-galeries) par le Guêpier d'Europe, l'Hirondelle de rivage, le Martin-pêcheur d'Europe.

En conditions naturelles, ces milieux sont constamment remaniés par le régime hydrique du cours d'eau. A l'échelle du Rhône et de ses principaux affluents, leur surface a fortement régressé malgré une inversion de tendance favorisée par les régimes réservés. Les habitats de nidification des espèces liées à ces habitats se sont raréfiés sur l'ensemble du cours du Rhône : fixation du lit et végétalisation des berges, augmentation de la hauteur d'eau et perte du caractère exondable, etc. Ces habitats sont parfois remplacés par des habitats de substitution (habitats artificiels des gravières, radeaux de nidification, etc.). Pour ce cortège, les affluents méditerranéens du Rhône présentent une forte responsabilité avec des effectifs importants (Durance notamment). Par ailleurs, la fréquentation des berges et bancs de graviers peut être à l'origine de dérangement en période de nidification, voire de destruction de couvée.



Figure 91 : Sterne pierregarin, espèce nichant sur les grèves et bancs de graviers sur le Rhône (© Wikipedia)

- **Cortège des végétations de ceinture des eaux**

Sur les bordures de plans d'eau, marges du Rhône canalisé, de lônes, de marais, où le régime hydrique est moins perturbé que pour le grand type d'habitat précédent, les périodes d'assec sont plus longues et permettent le développement d'une végétation dense : roselières, cariçaies, jonchaies, etc. Ces habitats sont essentiels pour la reproduction de nombreuses espèces inféodées à ces milieux et jouent également un rôle décisif lors des haltes migratoires et en hivernage.

Plusieurs familles d'oiseaux sont concernées :

- Les passereaux des phragmitaies denses : Rousserolles effarvate et turdoïde, Phragmite aquatique, Panure à moustaches, Locustelle luscinoïde, Bruant des roseaux…
- Les passereaux des jonchaies, cariçaies, mégaphorbaies, buissons de saulaies basses : Phragmite des joncs, Rousserolle verderolle, Lusciniole à moustaches, Bouscarle de Cetti, Locustelle tachetée, la Gorgebleue à miroir…
- les hérons paludicoles : Héron pourpré, le Blongios nain, le Butor étoilé, le Crabier chevelu ;
- les rallidés : Gallinule poule d'eau, Râle d'eau, Marouettes ponctuée et poussin (nidification très rare en France, ponctuellement observées en migration ou hivernage / Camargue et Chautagne) ;
- les rapaces : le Busard des roseaux, nichant dans les roselières de bords de plans d'eau, de marais, plus rarement dans les friches humides.

Les roselières et végétations de ceinture des eaux sont dépendantes de la variation des niveaux d'eau, notamment du rajeunissement de ces milieux lors des crues, ce qui limite le développement des ligneux. La chenalisation du Rhône a entrainé un rehaussement des berges et une déconnexion des roselières, qui se trouvent de plus en plus en conditions terrestres, et dont la superficie finit par régresser, entrainant une perte d'habitat de reproduction pour les espèces paludicoles. Dans les secteurs navigables, le batillage et la fréquentation semblent avoir une incidence sur la régénération des roselières, par casse mécanique des jeunes pousses.



Figure 92 : héron cendré et Aigrette garzette, hérons paludicoles présents le long du Rhône (© Fotolia)

- **Cortège des forêts alluviales**

Les habitats boisés alluviaux regroupent plusieurs stades forestiers, depuis les boisements pionniers à bois tendre à saules blancs et peupliers noirs (structure en taillis), les stades plus évolués de peupleraies blanches, et au stade climacique de boisement à bois dur dominés par la frênaie (boisements irréguliers avec de grands arbres). Selon les secteurs, ces habitats présentent des faciès naturels peu dégradés, ou à l'inverse, des faciès en mauvais état de conservation (gestion forestière, développement des espèces exotiques envahissantes, etc.). La richesse de ces milieux boisés est liée en partie à l'abondance de bois mort, de grands arbres isolés ou sénescents et à l'abondance des insectes qui en dépendent.

Les taillis à bois tendre abritent les colonies de reproduction des Ardéidés : Héron cendré, Aigrette garzette, Bihoreau gris, ponctuellement Spatule blanche. Les saulaies sont le refuge de la Rémiz penduline.

Les forêts alluviales plus matures sont l'habitat de reproduction de rapaces tels que le Milan noir, le Faucon hobereau, et abritent également des espèces telles que le Loriot d'Europe, le Pic épeichette, le Rollier d'Europe ou le Pigeon colombin dans les vieux arbres à cavité. Les grands arbres isolés sont utilisés comme perchoirs par le Balbuzard pêcheur et la Cigogne blanche qui peut également y installer son nid.

Sur tout le cours du Rhône, les plantations de peupliers hybrides ou la céréaliculture se développent au détriment des boisements alluviaux, ayant perdu leur inondabilité du fait des aménagements du fleuve. Les boisements alluviaux se trouvent fréquemment réduits à une bande boisée en bordure directe du fleuve, perdant ainsi leur capacité d'accueil pour l'avifaune. La diminution de la fréquence des crues limite la régénération naturelle des milieux boisés, entrainant un développement des formations à bois dur. La colonisation par les espèces invasives (Robinier faux-acacia, Erable negundo, Renouée du Japon) contribue à la dégradation des forêts alluviales et à une banalisation de la biodiversité associée.

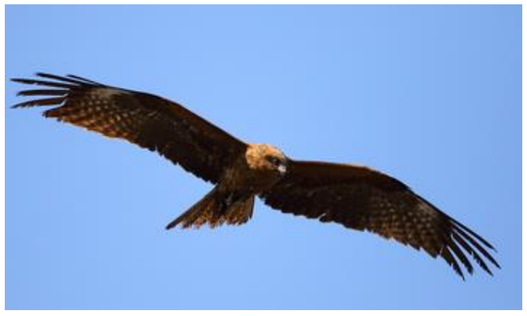


Figure 93 : Milan noir, espèce nichant dans les forêts alluviales du Rhône (© Fotolia)

- **Cortège des prairies et pelouses alluviales**

On retrouve dans ce cortège d'habitats les milieux herbacés sur sol plus ou moins drainant, avec un gradient d'humidité entre la pelouse sèche alluviale et la prairie humide. Ces milieux ouverts constituent un terrain de chasse pour les rapaces, avec entre autres, le Faucon hobereau, le Busard des roseaux, le Milan noir.

Les prairies humides sont utilisées comme zone d'alimentation et de halte migratoire par le Courlis cendré, le Héron garde-bœufs, la Cigogne blanche, la Grue cendrée, la Guifette moustac, etc. et ponctuellement comme site de reproduction par le Râle des genêts (Marais de Lavours) ou le Vanneau huppé (en Chautagne) (RNN Marais de Lavours, 2011 ; Acer Campestre, 2016).

Les pelouses sèches alluviales sont utilisées comme site d'alimentation par le Guêpier d'Europe, l'Œdicnème criard, le Rollier d'Europe. Dans le sud du territoire (en Camargue, en Crau), elles sont l'habitat de nidification du Ganga cata ou de la Glaréole à collier.

Les prairies humides et pelouses alluviales naturelles ont fortement régressé au profit de la mise en culture, de l'intensification des pratiques agricoles etc. Depuis les aménagements du Rhône, de nouveaux milieux ressemblant aux prairies et pelouses alluviales se sont mis en place sur les digues de la CNR, où maintenus ouverts par des mesures de gestion (fauche, pâturage). La conservation des espèces d'oiseaux liées à ces milieux dépend d'avantage des pratiques agricoles que de la gestion du régime hydrique et des sédiments du fleuve.

- **Cas particulier du delta camarguais**

Le delta de Camargue constitue une zone humide d'importance internationale pour la reproduction, l'hivernage et la migration de nombreuses espèces d'oiseaux. Près de 370 espèces fréquentent le site, dont plus de 80 espèces d'intérêt communautaire. Cette richesse exceptionnelle est liée à la position géographique du delta (zone côtière méditerranéenne, au carrefour d'axes migratoires) mais également à l'originalité de certains milieux naturels (lagunes, marais, roselières, sansouires, dunes, etc.) et à leur grande étendue spatiale et grande diversité (regroupant l'ensemble des grands habitats d'espèces présentés ci-avant). Ainsi, la Camargue abrite :

- l'unique zone de nidification française du Flamant rose (PNR Camargue, 2011), avec une colonie estimée entre 8 000 à 22 000 couples.
- d'importantes colonies de laro-limicoles et de hérons arboricoles / paludicoles, souvent en effectifs d'importance nationale.
- des espèces nicheuses rarissimes ou très localisées à l'échelon national : Crabier chevelu, Grande Aigrette, Ibis falcinelle, Spatule blanche, Talève sultane, Glaréole à collier, Sterne hansel, Mouette mélanocéphale, Goéland railleur, etc.

La Camargue est une zone d'hivernage d'importance internationale, accueillant chaque année des milliers d'oiseaux d'eau, notamment des canards (100 000 à 150 000 individus) et des foulques (30 000 individus). C'est une zone très importante comme étape migratoire automnale et printanière. Pour de nombreuses espèces, la Camargue est la dernière halte terrestre avant le franchissement de la mer en automne, ou le premier havre de repos après la traversée maritime au printemps.

En outre, la partie marine (protégée par la Zone de Protection Spéciale FR9310019 « Camargue ») constitue une zone de forte productivité biologique, utilisée comme aire d'alimentation, de stationnement et de repos par diverses espèces d'oiseaux marins ou littoraux. Elle constitue notamment :

- une zone d'alimentation en période de reproduction pour diverses espèces nichant à proximité, notamment les laro-limicoles ;
- une zone d'hivernage conséquente pour le Fou de Bassan, le Grand cormoran, le Pingouin torda (plusieurs centaines d'individus), le Grèbe huppé, les Plongeons (3 espèces dont le Plongeon arctique, le plus régulier), les macreuses noires et brunes, le Harle huppé (quelques dizaines d'individus) et l'Eider à duvet ;
- une zone d'alimentation importante pour le Puffin cendré et le Puffin yelkouan. Ces espèces pélagiques fréquentent principalement la zone au large, mais peuvent également se rapprocher des côtes par fort vent marin.

Le delta de Camargue constitue une zone humide d'importance internationale pour la reproduction, l'hivernage et la migration de nombreuses espèces d'oiseaux.

Néanmoins, les nombreux aménagements en Camargue ont artificialisé et banalisé les milieux par rupture des cycles naturels. La qualité des eaux et des sols est altérée par des pollutions d'origine industrielle et agricole, par les insecticides, le plomb.

L'abandon de l'exploitation des marais salins rend les milieux moins favorables aux laro-limicoles qui les fréquentent, et le développement touristique entraine des dérangements en période estivale dans certains secteurs sensibles.



Voies de migrations de printemps principales et secondaires des oiseaux migrateurs en France (www.migraction.net)

5.2.2 Enjeux liés aux mammifères

Deux groupes d'espèces de mammifères patrimoniaux utilisant les habitats naturels associés au Rhône sont identifiés par la bibliographie : les mammifères semi-aquatiques et les chiroptères.

- **Les mammifères semi-aquatiques :**

Il s'agit du Castor d'Europe, de la Loutre d'Europe, et des micromammifères aquatiques : Campagnol amphibie, Crossope aquatique et Crossope de Miller. Ces espèces utilisent les berges pour y créer leurs huttes, catiches ou terrier et s'alimentent dans les milieux associés : forêts alluviales à bois tendre pour le Castor, zones aquatiques pour la Loutre et les Crossopes (carnivores) et ceintures de végétations pour le Campagnol amphibie.

Après une quasi-extinction, le Castor a recolonisé tout l'axe Rhône et la majorité de ses affluents (ONCFS, 2012). La Loutre est également en cours de recolonisation du territoire français et notamment sur l'est du pays, mais les données de localisation certaine demandent un effort de prospection important qui n'a pas encore été mené sur tout l'axe Rhône. De la même façon, les données de répartition des micromammifères aquatiques sont lacunaires en raison de la complexité de mise en œuvre des inventaires ciblés.

Pour les espèces carnivores, les enjeux de conservation sont liés à la ressource alimentaire (abondance de poissons, d'invertébrés aquatiques) et donc très fortement dépendants de la qualité physico-chimique de l'eau. Pour le Castor et le Campagnol amphibie (herbivores), leur présence est dépendante de la qualité des milieux d'alimentation, et du maintien de forêts alluviales à bois tendre pour le Castor et de ceintures végétales pour le Campagnol, milieux menacés par l'abaissement de la nappe alluviale et la déconnexion avec le fleuve.



Figure 94 : Castor d'Europe près de Saint-Alban, canal d'amenée du Rhône (© Mosaïque Environnement)

- **Chiroptères**

De nombreuses espèces de chiroptères sont citées dans la bibliographie tout au long de l'axe Rhône, dont une dizaine inscrite en annexe II de la directive Habitats et présentant donc un enjeu européen (Grand et Petit Rhinolophe, Murin à oreilles échancrées, de Bechstein, Grand et Petit Murin, Minioptère de Schreibers…). Pour beaucoup de ces espèces, le Rhône et les milieux aquatiques et humides associés représentent une zone de chasse et de transit. Pour certaines espèces d'affinités forestières (Barbastelle, certains Murins), les grands arbres à cavité des forêts alluviales peuvent également être utilisés comme gîte.

Les populations de chiroptères ne sont pas directement liées à la gestion sédimentaire du Rhône. Cependant, elles dépendent du maintien dans un bon état de conservation de ces habitats de chasse et de gîte, et indirectement de la ressource alimentaire qui y est liée (insectes volants, eux-mêmes directement liés à la qualité des habitats aquatiques et humides associés au Rhône).

5.2.3 Enjeux liés aux amphibiens

Les amphibiens sont fortement liés au milieu aquatique, soit pour leur reproduction (pour les espèces comme les crapauds et les tritons ayant une phase terrestre), soit pour y passer la majorité de leur vie (pour la plupart des grenouilles). On les retrouve dans les zones d'eau peu profonde et faiblement colonisées par les poissons (prédateurs des amphibiens), comme les lônes, les mares, certains contre-canaux, les bras temporaires, les zones humides associées au fleuve. La création des barrages a entrainé la disparition de beaucoup de ces milieux, noyés dans les retenues profondes créées par les barrages.

Les amphibiens, dont la majorité est inscrite en liste rouge des espèces menacées en France, peuvent être présentés selon les milieux qu'ils utilisent :

- Cortège des eaux libres peu profondes et riches en herbiers aquatiques : Grenouilles vertes et rousses (Perrez, agile, rieuse, rousse, commune, Lessona, etc.), Triton crêté (mares prairiales), Tritons alpestre et palmé ;
- Cortège des forêts alluviales : Rainettes arboricole et méridionale, Salamandre tachetée, Sonneur à ventre jaune, etc.
- Cortèges des milieux pionniers et bancs de galets : Alyte accoucheur, Crapaud calamite, Pélobate cultripède, Pélodyte ponctué.

Les enjeux liés aux amphibiens sont donc liés à la préservation et/ou à la restauration des habitats humides et aquatiques qu'ils utilisent : lutte contre la pollution de l'eau des pièces d'eau peu profondes et herbiers aquatiques, contre le développement des espèces végétales aquatiques envahissantes (Jussies, Elodées, Myriophylles…) ; maintien de la dynamique alluviale qui alimente en eau les milieux annexes (mares forestières, lônes…) et assure la régénération des milieux pionniers et temporaires etc.



Figure 95 : Rainette arboricole et Pélodyte ponctué, espèces présentes sur les milieux humides annexes du Rhône (© Mosaïque Environnement)

5.2.4 Enjeux liés aux insectes

Les milieux alluviaux sont très riches en insectes et notamment en insectes semi-aquatiques, dont l'état larvaire se passe dans le milieu aquatique. Outre l'importance de ce groupe comme ressource alimentaire à la base de la chaine alimentaire (diptères, moustiques, éphémères, etc.) dont se nourrissent d'autres insectes, des oiseaux, des amphibiens, des chauves-souris, etc. les milieux alluviaux abritent de nombreuses espèces patrimoniales.



Une cinquantaine d'espèces patrimoniales d'odonates (libellules) a été recensée dans la bibliographie :

- Des Zygoptères (ou demoiselles) : nombreux Agrions (dont l'Agrion de Mercure, l'Agrion orné), Lestes et Naïades ;
- Des Anisoptères (ou libellules) : nombreuses espèces d'Aeschnes, d'Anax, de Cordulégastres (dont C. bidenté), de Cordulies, de Gomphes, de Leucorrhine (dont L. à gros thorax), d'Orthetrum et de Sympetrum.

Figure 96 : Onychogomphus forcipatus (Onycogomphe à pinces), espèces typiques des cours d'eau appréciant les cours d'eau et les bancs de graviers (© Mosaïque Environnement)

Toutes ces espèces dépendent des milieux aquatiques pour leur reproduction et leur état larvaire, notamment des zones riches en herbiers aquatiques et végétations de bordures des eaux (qui sont utilisées comme support au moment de l'émergence). En fonction des espèces, les habitats de chasse pour les imagos (adultes) sont proches du milieu aquatique de « naissance », notamment pour les zygoptères, ou peuvent être les milieux ouverts aux alentours prairies et pelouses alluviales, plans d'eau (pour les anisoptères ayant une capacité de déplacement plus importante).

Au niveau des lépidoptères (papillons), une quinzaine d'espèces patrimoniales liées aux milieux alluviaux a été dénombrée. Pour la plupart, il s'agit d'espèces liées aux prairies humides (Azuré de la Sanguisorbe, Cuivré des marais, Damier de la Succise, Fadet des Laîches…) ou aux secteurs de bordure forestière, mégaphorbiaie, forêt alluviale (Diane, Ecaille chinée, Petit Mars changeant, etc.).

A noter l'intérêt des vieux arbres, arbres morts sur pied ou au sol dans les forêts alluviales pour les coléoptères saproxyliques (Lucane cerf-volant, Grand Capricorne, Pique Prune).

Les enjeux liés aux insectes concernent la préservation des herbiers aquatiques (maintien de la qualité de l'eau, protection contre les espèces envahissantes, lutte contre l'envasement des lônes, etc.), la préservation et la restauration des prairies humides fortement menacées (drainage, mise en culture, développement des plantes invasives comme les Solidages) et le maintien d'un réseau de bois sénescents dans les forêts alluviales.

5.2.5 Enjeux liés aux reptiles

Les enjeux liés aux reptiles concernent surtout la présence de la Cistude d'Europe, petite tortue d'eau douce d'intérêt européen. Elle fréquente les étangs, mares et bras morts des rivières, et pond ses œufs sur les berges sablonneuses non inondables. On la trouve de façon localisée sur l'axe Rhône, les principales populations se trouvent, d'amont en aval, dans les zones humides de Chautagne, les étangs de l'Isle Crémieu, à l'Ile de la Platière, puis en Camargue où l'on trouve les plus grosses populations.

La préservation de cette espèce nécessite le maintien de ses habitats de vie, zones humides et sites de ponte. Elle est également en compétition avec les espèces exotiques comme la Tortue de Floride.

5.2.6 Enjeux liés aux mollusques

Deux petites espèces d'escargots aquatiques sont ponctuellement citées dans la bibliographie : le Vertigo angustior et Vertigo de Desmoulins, inscrits en annexe II de la directive Habitats. On les trouve dans les habitats humides comme les cariçaies ou autres prairies humides à grandes herbes. Du fait de leur petite taille (quelques millimètres) les rendant difficilement identifiables, et du manque de connaissances global sur leur écologie, les données bibliographiques sont peu nombreuses et se concentrent dans le secteur en amont de Lyon (UHC#10-ALY, 07-BRC, 06-BEL).

5.3 Enjeux liés aux espèces invasives : une menace biologique

Problème très ancien, les invasions biologiques ont pris une ampleur considérable durant les cinquante dernières années. Avec la banalisation des voyages et la recherche de nouvelles espèces commercialisables, la prolifération d'espèces invasives ne cesse de croître (Bravard, 2010 ; le Rhône en 100 questions).

En France, le nombre d'espèces allochtones représente à peu près 10 % du nombre d'espèces autochtones. Le fleuve est un axe privilégié de circulation des organismes introduits volontairement ou non par l'homme. La propagation des espèces étrangères peut s'effectuer de façon active par l'eau pour les poissons (sandre, silure, hotu, etc.) et les mammifères (ragondin, rat musqué) ou de façon passive par les courants et le vent (plantes) (J.-L. Michelot, 1989).

5.3.1 Espèces végétales exotiques envahissantes

Les espèces végétales exotiques envahissantes colonisant l'hydrosystème Rhône sont nombreuses et ont fait l'objet de différentes études à différentes échelles : A l'échelle du bassin Provence-Alpes Côte d'Azur (CBNMA-CBNMed, 2014), à l'échelle de Rhône-Alpes (CBNA, 2020), à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée et Corse (CCEau-TEREO, 2016).
Plusieurs listes ont pu être ainsi établies avec pour chacune d'elles des cotations définies telles que la cotation de Lavergne (cotation permettant d'estimer le niveau d'invasibilité de chaque espèce exogène). Ces listes de référence sont pertinentes pour prendre en compte les enjeux et définir les actions à mettre en œuvre telles le besoin ou non de gestion ou d'intervention urgente.

Suivant leur caractère envahissant, on peut classer les espèces exotiques envahissantes de différentes manières : espèces exotiques envahissantes avérées, potentielles ou émergentes (CBNA, 2020 ; CBNMA-CBNMed, 2014). Ce statut dépend de la région considérée et du territoire sur lequel a été réalisé l'étude.

Les espèces exotiques envahissantes avérées correspondent à des plantes exotiques présentant un comportement envahissant avéré en milieu naturel dont la prolifération occasionne des dommages importants sur l'abondance des espèces végétales indigènes et des communautés végétales (CCEau-TEREO, 2016)

Les espèces exotiques envahissantes potentielles sont des plantes exotiques qui présentent un comportement envahissant plus ou moins marqué dans les zones cultivées ou perturbées. Ces taxons peuvent se retrouver dans les milieux naturels mais n'y forment pas de populations denses pour le moment et ne sont donc actuellement pas une menace directe pour ces milieux (CCEau-TEREO, 2016)

Les espèces exotiques envahissantes émergentes représente une catégorie d'espèces pouvant très localement présenter des populations denses et donc laisser présager un comportement envahissant futur et également de taxons reconnus envahissants dans les territoires géographiquement proches mais n'ayant pas un caractère envahissant constaté dans le territoire étudié. Il s'agit de plantes exotiques dont l'ampleur de la propagation n'est pas connue ou reste très limitée et qui seraient susceptibles de créer des dommages sur les communautés végétales envahies si elles se propageaient (CCEau-TEREO, 2016). Parmi ces espèces, certaines sont à risques potentiels élevés.

Il n'est pas utile de présenter ici ces longues listes d'espèces, il peut cependant être fait mention de quelques espèces problématiques présentes sur le Rhône à titre d'exemple.

Parmi les espèces exotiques envahissantes avérées en milieux naturels et semi-naturels dans l'hydrosystème Rhône qui nous concerne, on peut citer par exemple :

- les plantes aquatiques et amphibies : *Azolla filiculoides, Elodea nuttalii, Lemna minuta, Myriophyllum aquaticum, Vallisneria spiralis, Ludwigia grandiflora, Ludwigia peploides, Cyperus eragrostis, Lindernia dubia ;*
- les plantes de friches humides (sur grèves alluviales notamment) et de mégaphorbiaies: *Xanthium orientale, Bidens frondosa, Ambrosia artemisiifolia, Artemisia verlotiorum, Artemisia annua, Buddleja davidii, Helianthus spp. (inclus H. tuberosus et H. x laetiflorus), Solidago canadensis et S. gigantea, Symphyotrichum gr. novi-belgii (inclus S. lanceolatum, S. novi-belgii et S.x salignum), Impatiens balfouri, Reynoutria japonica, Reynoutria x-bohemica, Senecio inaequidens, Impatiens glandulifera, Impatiens parviflora, Vitis gr. riparia (inclus V. rupestris et V. riparia x rupestris).*
- les arbres et arbustes proliférant en forêts alluviales ou ripisylves : *Ailanthus altissima, Acer negundo, Amorpha fruticosa, Robinia pseudoacacia,*

D'autres espèces invasives sont surtout présentes en région méditerranéenne : *Acacia dealbata, Baccharis halimifolia, Paspalum distichum, etc.*



Figure 97 : Elodée de Nuttall et Vallisnérie, deux espèces invasives observées dans le Rhône

5.3.2 Espèces animales envahissantes

Au niveau de la faune, les principales espèces exotiques citées dans la bibliographie sont :

- La Trachémyde écrite, ou Tortue de Floride qui entre en compétition avec la Cistude d'Europe ;
- Les écrevisses américaines, entrant en compétition avec l'Ecrevisse à pieds blancs ;
- Quelques espèces d'oiseaux : l'Ibis sacré exerçant une prédation importante sur les nichées d'oiseaux d'eau autochtones ; l'Ouette d'Egypte dont la capacité d'adaptation et l'expansion rapide entraine des dégâts importants sur les cultures et sur les milieux naturels ;
- Le Ragondin et le Rat musqué, dont la présence entraine des dégâts sur les ouvrages hydrauliques (terriers dans les digues des étangs et fossés), une pression d'herbivorie importante sur les roselières (montrée par des expérimentations d'exclos menées à Printegarde par l'ONCFS), ainsi qu'un problème de santé publique avec le risque de contamination par la leptospirose.
- Au niveau des amphibiens, la Grenouille taureau n'est pas encore connue sur le territoire Rhodanien mais est une espèce surveillée de près, en raison des impacts qu'elle cause dans les marais de l'ouest de la France sur les autres populations d'amphibiens (prédation, compétition interspécifique, transmission de la chytridiomycose, champignon pathogène dont elle est porteuse saine).

6 Bilan des enjeux sédimentaires liés aux fonctionnalités écologiques

6.1 Rappels sur les échelles géographiques et temporelles

Il est important de rappeler que les processus biologiques qui s'expriment à ces différentes échelles spatiales, recouvrent des échelles de temps importantes, allant de la journée au siècle.

Ce constat permet de mieux comprendre pourquoi les modifications (altération ou restauration) des compartiments aquatiques, mettent parfois plusieurs années avant de pouvoir être détectés et/ou confirmées (Daufresne et al., 2015).

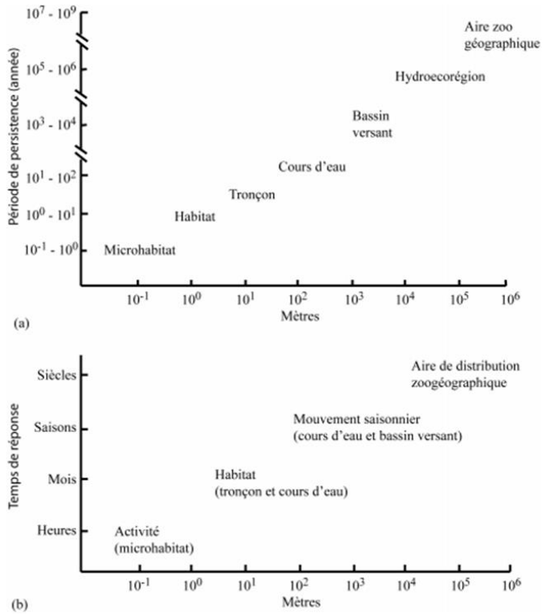


Figure 98 : Échelles spatiales et temps de persistance (a) et de réponse (b) des assemblages de poissons aux perturbations (d'après Bayley and Li, 1992, in Piffady, 2010)

L'intégration de niveaux d'échelle différents permet de prendre en compte :

- l'organisation hiérarchique des systèmes : les déterminants primaires à l'échelle régionale (relief, climat, géologie) formatent les variables de contrôle (régime hydro-sédimentaire, structure de la végétation rivulaire, connectivité latérale du cours d'eau et connectivité verticale). De celles-ci dépendent les facteurs clés du fonctionnement écologique des cours d'eau (habitat physique, climat aquatique et réseaux trophiques) ;
- et les mécanismes d'altération des milieux : de l'activité humaine sur un bassin versant à la réponse de la communauté biologique au niveau de son habitat, en passant par l'altération des processus hydromorphologiques sur un tronçon de cours d'eau.

Malavoi et Bravard (Eléments d'hydromorphologie fluviale, 2010) rappellent les grands principes des processus hydromorphologiques qui constituent les supports des processus biologiques.

Le schéma de Lane (1955 ; Figure 99) montre que toute rivière cherche son équilibre entre la charge alluviale imposée (caractérisée par son volume Qs et sa granulométrie D) et le débit liquide Q, qui, couplé à la pente J, fournit l'énergie capable de l'évacuer.

De manière très simplifiée, le principe de la dynamique fluviale peut donc être représenté comme l'oscillation permanente de l'aiguille d'une balance dont l'un des plateaux serait rempli de sédiments grossiers (variable Qs), et l'autre d'eau (variable Q). Les quantités respectives et les rapports de ces deux éléments étant extrêmement fluctuants (à l'échelle de la journée, de l'année, du siècle), il s'ensuit un ajustement permanent de la morphologie du cours d'eau, autour de conditions moyennes, par le biais des processus d'érosion-dépôt. Aux oscillations de faible ampleur et de courte durée correspondent des ajustements mineurs à l'échelle des formes du lit (macroformes du lit, largeur et profondeur du chenal, dimensions des méandres par exemple). Aux oscillations majeures, de longue durée, correspondent des ajustements qui affectent en profondeur la morphologie et les processus à l'échelle de tronçons parfois très étendus (tracé en plan ou style fluvial, pente) (Figure 100).

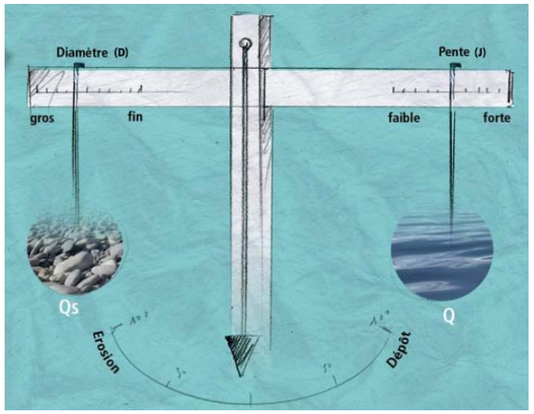


Figure 99 : La « balance de Lane » et le principe de l'équilibre dynamique entre flux liquides et solides (d'après Lane, 1955).

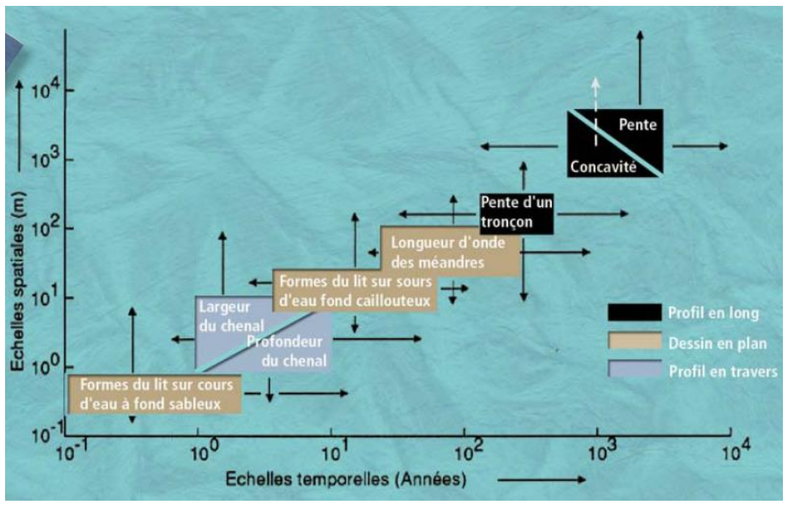


Figure 100 : Echelles temporelles de l'ajustement des composantes géomorphologiques du chenal

Les longueurs présentées en ordonnées sont indicatives et s'appliquent plutôt aux cours d'eau de la zone tempérée (d'après Knighton, 1984).

6.2 Enjeux sédimentaires liés aux habitats et communautés

6.2.1 Principales fonctions des sédiments

La charge de fond présente dans le lit des cours d'eau, qu'elle soit submergée ou exondée, est essentielle au bon fonctionnement des biocénoses, tant aquatiques que terrestres, notamment celles vivant sur les bancs alluviaux exondés une partie de l'année (biocénose ripariale).

Le schéma conceptuel de la Figure 101 présente le lien entre les flux liquides et solides, et les biocénoses aquatiques, amphibies, et terrestres. A l'origine de la charge de fond, trois variables sont fondamentales : la topographie du bassin versant, sa géologie et les conditions climatiques auxquelles il est soumis. Ces trois variables vont avoir une action sur la production primaire et secondaire de matériaux qui vont constituer le débit solide du cours d'eau.

Cette charge de fond joue donc un premier rôle qui lui permet, en lien avec l'hydrologie, d'être à l'origine de la morphologie et de la structure du cours d'eau. Cette charge de fond, via le sédiment en place et sa structuration/répartition, va également jouer plusieurs fonctions dans les cycles biologiques (Malavoi et al., 2011) de nombreux groupes faunistiques et floristiques :

- **Une fonction d'habitat de repos et d'alimentation** de par les interstices et la porosité des sédiments utilisés par les organismes aquatiques et ripariaux. Les alluvions grossières des cours d'eau constituent, avec les supports végétaux et les débris ligneux, un lieu de vie pour de très nombreuses espèces composant les biocénoses aquatiques (Gregory, 2007 ; in Malavoi et al., 2011). Les interstices résultant de l'agencement des alluvions grossières permettent le stockage ou la circulation de l'eau, des substances dissoutes, de la matière organique et des organismes vivants (Brunke et Gonser, 1997). Il existe une forte relation entre la taille des sédiments et les communautés d'invertébrés. La diversité des invertébrés benthiques est la plus grande lorsque les sédiments sont de taille diversifiée. Les valeurs extrêmes de granulométrie (sédiments fins / blocs) ne présentent qu'une faible diversité biologique. Plus l'habitat est complexe, plus il pourra accueillir d'espèces (théorie de Cobb et al., 1992) ;
- **Une fonction d'habitat de reproduction** en tant que support de ponte pour les poissons et les invertébrés sur les substrats submergés, et pour les oiseaux, les insectes et autres invertébrés sur les substrats émergés. Trois critères essentiels vont influencer le potentiel de reproduction des espèces : les surfaces de sédiments disponibles, leur répartition spatiale, et la qualité de ces sédiments (mobilité et porosité notamment) (Holzer et Hinterhofer, 2011) ;
- **Une fonction d'habitat de refuge** vis-à-vis des conditions hydrauliques et des prédateurs. Les alluvions grossières offrent un refuge particulièrement utilisé lors des stades juvéniles ou larvaires de nombreuses espèces aquatiques. Selon Malavoi et al. (2011), c'est la rugosité des sédiments grossiers qui permet de modifier les conditions hydrauliques dans la zone de contact sédiment / eau, ce qui crée des conditions spécifiques pour la faune aquatique benthique. Ces auteurs considèrent également que, plus l'épaisseur du substrat alluvial est importante, plus les possibilités de refuge sont élevées et plus la faune d'invertébrés est capable de résister à une modification brutale des caractéristiques environnementales. Chez les poissons, tous les juvéniles de salmonidés utilisent les alluvions grossières comme abri car lors de la reproduction, les œufs sont recouverts de matériaux grossiers (graviers) par les adultes, ce qui permet de limiter l'accès des prédateurs à la ponte. Il est alors essentiel que le gravier composant la frayère soit non colmaté afin de permettre la remontée des juvéniles (Holzer et Hinterhofer, 2011) ;
- **Une fonction dans l'autoépuration de l'eau** via des processus biogéochimiques de dégradation de la matière organique et des cycles biogéochimiques (cycle de l'azote et du phosphore notamment) à la surface (biofilm), au sein du substrat submergé et à l'interface eau / berge qui est le lieu des échanges entre le cours d'eau et sa nappe alluviale.

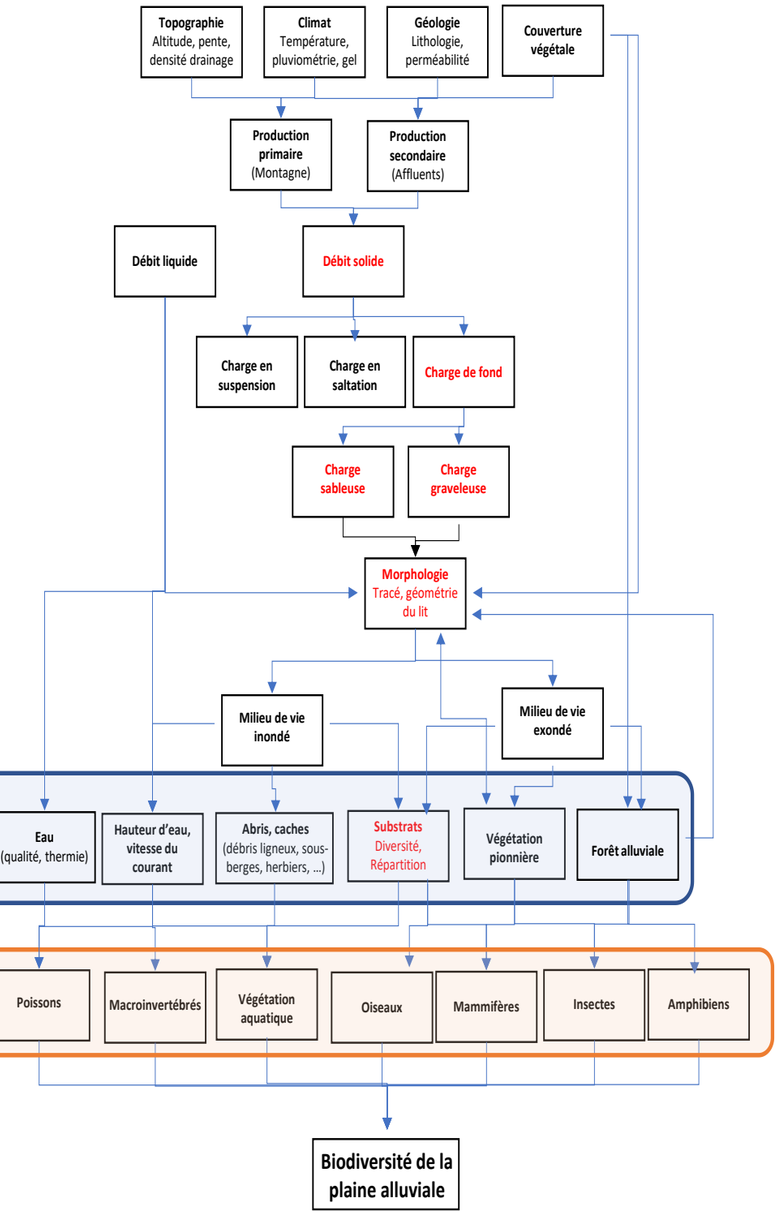


Figure 101 : Schéma conceptuel du lien entre génération de la charge de fond et biocénoses aquatiques – Adapté d'après Souchon et al. (2002)[22], Baran et Leroyer-Gravet (2007)[23] et Malavoi et al. (2011)

[22] Souchon, Y., Andriamahefa, H., Breil, P., Albert, M.B., Capra, H. and Lamouroux, N. (2002). Vers de nouveaux outils pour l'aide à la gestion des hydrosystèmes: couplage des recherches physiques et biologiques sur les cours d'eau. Natures Sciences Sociétés. 10(Suppl. 1): 26-41.

[23] Baran, P. et Leroy-Gravet, F. (2007). Le débit, élément-clé de la vie des cours d'eau. Collection Focus, Edition CSP.

6.2.2 Rôle spécifique des sédiments fins

La relation sédiments fins – biocénoses aquatiques a été très étudiée pour les trois grands groupes : poissons, macroinvertébrés et macrophytes.

Concrètement, les impacts liés à une augmentation des Matières En Suspension (MES) se traduisent de différentes façons dans le milieu aquatique.

- **Impacts sur le milieu pélagique (phytoplancton, poissons)**

L'augmentation des concentrations en MES peut se traduire à court terme par une chute de l'oxygène dissous et une augmentation des teneurs en ammoniac dans la colonne d'eau.

Le phytoplancton et les poissons sont les principaux organismes aquatiques concernés par le panache de MES. En milieu lacustre, un calcul théorique montre que les MES décanteront en 5 heures maximum. A plus long terme, le changement des conditions physico-chimiques (réoxydation des sédiments anoxiques) peut entrainer un relargage des contaminants adsorbés sur les MES comme les métaux. Il a été montré que la désorption des contaminants n'intervenait qu'à des échelles de temps sans commune mesure avec la durée de vie du panache turbide. Les contaminants restent alors sous forme particulaire et sédimenteront avec le panache. Par contre, les nouveaux fonds après décantation présenteront un milieu où la biodisponibilité des contaminants aura été renouvelée avec les nouvelles couches superficielles.

- **Impacts sur le milieu benthique (macrofaune, frayère)**

En se déposant sur les fonds, les MES forment une couche superficielle faiblement cohésive, dite couche néphéloïde. Lorsque les sédiments sont restitués en quantité importante au milieu aquatique, les dépôts de MES forment une couche épaisse et étendue avec pour conséquence la destruction de la macrofaune et des frayères.

A moyen terme, les invertébrés benthiques sont directement affectés par les contaminants adsorbés sur ces MES (processus de bioaccumulation et bioamplification le long de la chaine trophique).

- **Impacts sur la végétation aquatique**

L'incidence des curages concerne les systèmes végétaux des berges, herbiers aquatiques et zones de roselières qui constituent à la fois un habitat, une source de nourriture et une zone de reproduction pour de nombreuses espèces aquatiques. L'augmentation des teneurs en MES peut affecter temporairement la transparence de l'eau et indirectement l'activité photosynthétique des végétaux. De plus, la croissance des végétaux peut être ralentie voir stoppée à cause de dépôts massifs et répétés par l'envasement des fonds. Le transfert de contaminants contenus dans les MES est un domaine peu étudié et la place des végétaux dans la contamination de la chaine trophique n'est pas évaluée.

- **Impacts sur les zones humides et milieux terrestres**

Au-delà des impacts précédents sur les milieux aquatiques, les sédiments fins se déposent dans les zones humides et milieux terrestres, notamment lors des crues impliquant une inondation des marges alluviales et du lit majeur, ou lors des accompagnements de chasses suisses ou chasses de la Basse Isère. Ce fonctionnement reste naturel et illustre la formation géomorphologique des lits majeurs. Toutefois, il peut être impactant lorsque les quantités de sédiments fins déposées sont importantes, de plusieurs décimètres (GEOPEKA, 2018).

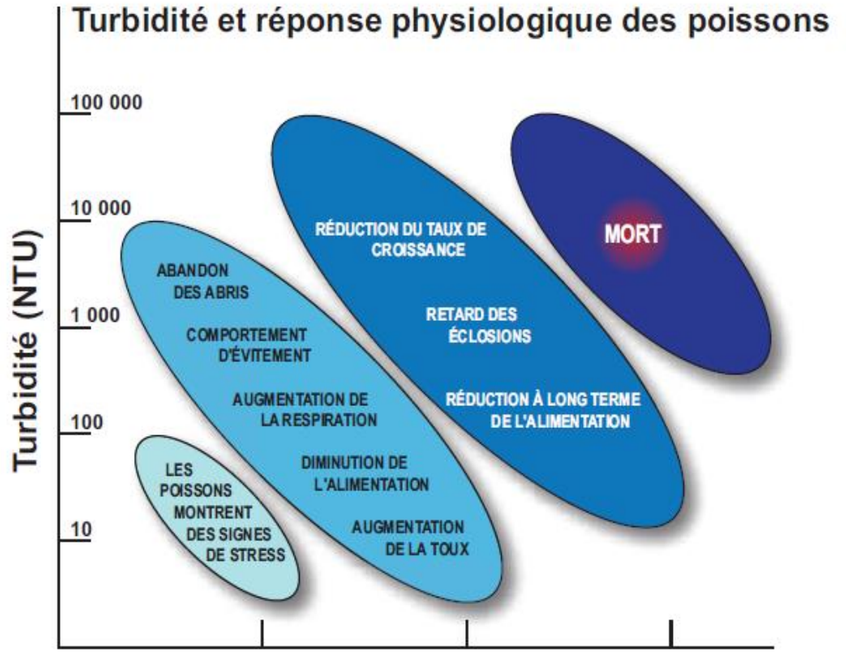


Figure 102 : Effet de la turbidité sur les poissons, observés en moyenne sur plusieurs espèces

La vulnérabilité des poissons face à une pollution varie d'une espèce à l'autre (truite fario, carpe, alose, anguille, etc.) et en fonction du stade de développement des individus au sein d'une espèce donnée (œuf, alevin, adulte). Source : BIOTOPE / ONEMA d'après Lloyd (1987) et Lloys et al. (1987) in Alaska water quality standards

6.2.3 Focus sur les interactions sédiments / végétation

Le substrat benthique sert de support au développement des flores aquatique et terrestre. Le rôle du substrat pour les macrophytes est principalement une fonction d'ancrage, afin de résister aux contraintes hydrauliques.

En effet, contrairement aux végétaux terrestres, les végétaux aquatiques peuvent assimiler les nutriments dissous dans l'eau directement par leur appareil végétatif, les racines n'ont alors plus qu'un rôle de maintien. L'étude de Breugnot et al. (2004) réalisée sur un grand cours d'eau, la Dordogne, montre cependant que le substrat est un des paramètres déterminant de l'implantation en grand cours d'eau des macrophytes. Les végétaux analysés pendant l'étude s'implantaient préférentiellement sur des graviers ou galets, plutôt que sur des vases ou de la roche mère. De plus ils constatèrent que la richesse taxonomique était plus importante sur des substrats constitués de graviers. Ils en concluent que la zonation des macrophytes est fortement liée à la nature et à la structure du substrat. Il semble que certains macrophytes se soient adaptés à la mobilité des sédiments en modifiant leur mode reproduction. En effet, les espèces se développant sur substrats mobiles utilisent préférentiellement un mode de reproduction végétatif, plutôt qu'un mode de reproduction sexué. Pendant la mise en mouvement, les plantes sont fractionnées ce qui aide à leur dispersion (Amoros et Petts, 1993).

En résumé, le substrat apparait comme une variable fondamentale de la zonation des macrophytes et les alluvions grossières sont le substrat présentant les plus importantes diversités macrophytiques. A contrario, la granulométrie du substrat et la présence d'alluvions grossières n'apparaissent pas comme des facteurs déterminants de la présence et du développement d'espèces algales. Les grèves fluviatiles représentent un habitat particulier pour l'implantation d'espèces pionnières.

Enfin, il existe une boucle de rétro-action des végétaux terrestres qui une fois installés, ont un impact sur la fixation des bancs alluviaux et la sédimentation, et par répercussion sur les habitats. Ainsi Corenblit et al., 2014, 2020) définissent 4 phases dans l'installation de la végétation rivulaire :

- **(i) la phase géomorphologique** dominée par l'hydrogéomorphologie, liée à la dispersion des graines et au recrutement des semis sur des surfaces alluviales nues composant la bande active du cours d'eau ;
- **(ii) la phase pionnière** liée à l'établissement de jeunes individus de peupliers et de saules notamment, sur les surfaces alluviales nues exposées. Cette phase se caractérise par un fort contrôle unidirectionnel des composants hydrogéomorphologiques sur la dynamique des plantes ;
- **(iii) la phase biogéomorphologique** liée à la construction d'habitats et de reliefs fluviaux par des arbres pionniers établis avec succès. C'est pendant cette phase que la dynamique de rétroaction entre biologique et géomorphologique des composants apparaît. Cela peut entraîner un développement plus ou moins rapide d'îles fluviales pionnières et de nouvelles surfaces de plaines inondables colonisées par des cohortes de peupliers et de saules. La phase biogéomorphologique peut aussi être initiée sur les surfaces alluviales de rivières tressées à haute énergie par des débris ligneux morts et vivants ;
- **(iv) la phase écologique** construit des îles fluviales et des plaines inondables lorsque les peupliers et les saules atteignent la maturité sexuelle. A cette quatrième étape, les entités biogéomorphologiques ont atteint leur stade de maturité exosystémique en tant qu'unités avec de nombreuses espèces en interaction (par exemple : bactéries, mycorhizes, insectes, invertébrés, plantes) capables de soutenir les besoins des grands arbres matures en nutrition et en reproduction sexuelle. Seules des inondations exceptionnelles et des phénomènes d'érosion latérale des berges sont susceptibles de provoquer la destruction complète de ces entités biogéomorphologiques stabilisées et résistantes (Jourdain et al., 2017).

Tous les animaux et végétaux n'utilisent pas les mêmes granulométries ni les mêmes caractéristiques hydrodynamiques (vitesse et hauteur d'eau), d'où l'importance de la variété des dépôts alluvionnaires. Ces « préférences » varient même souvent avec le stade de développement, en particulier chez les poissons (reproduction, alimentation / développement, abris).

Si toutes les fractions granulométriques sont susceptibles d'être utilisées, ce sont en général les substrats alluviaux constitués de fractions d'un diamètre supérieur à 20 mm qui constituent l'habitat le plus biogène pour la faune (Willians et Mundie, 1978 ; Jowett et al., 1991).

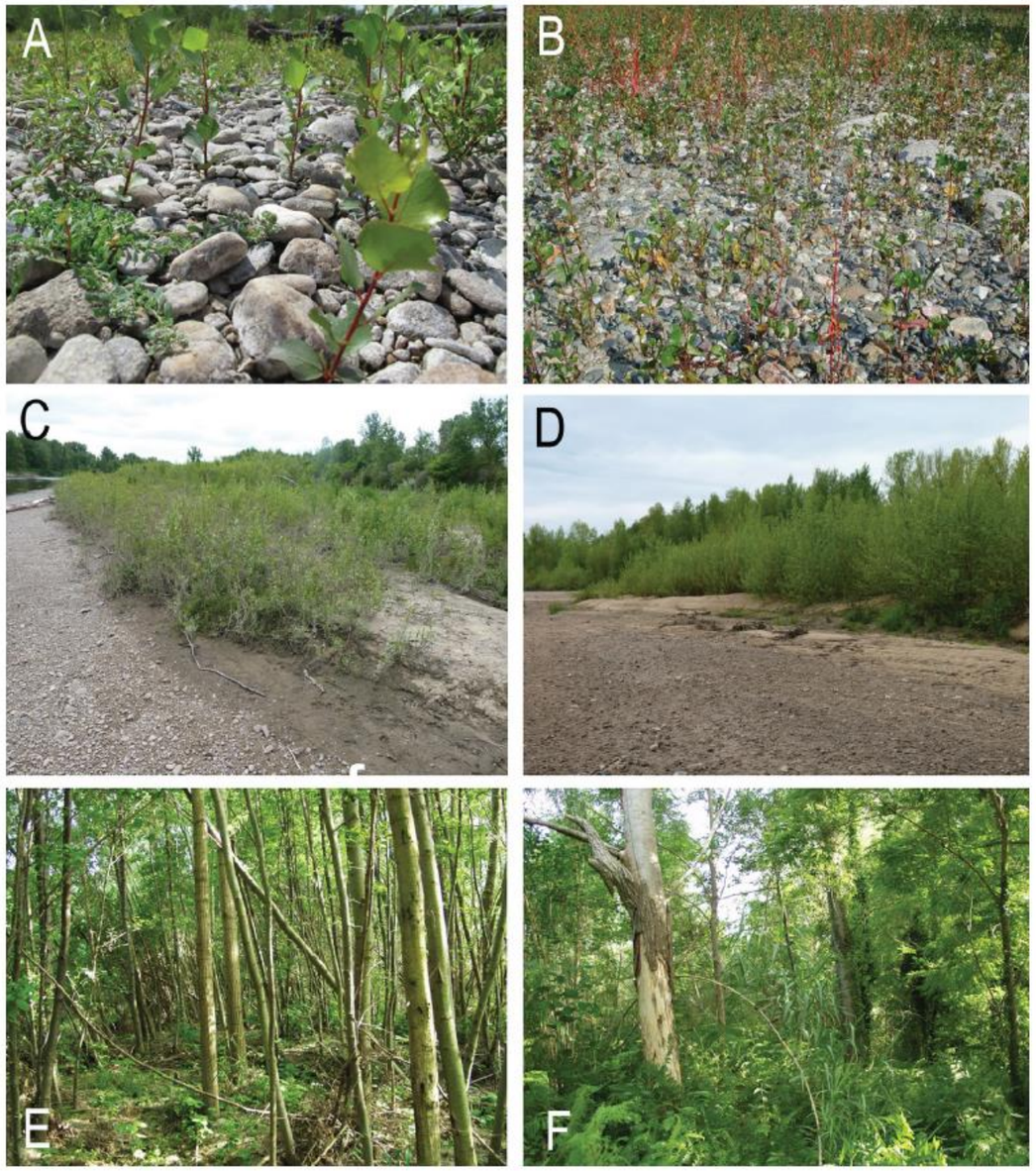


Figure 103 : Illustrations des phases ii) pionnière (A-B), iii) biogéomorphologique (C-D), et iv) écologique (E-F) (Corenblit et al., 2020)

- **Description des types de successions végétales et des processus en place nécessaires à l'établissement de communautés végétales en lien avec le sédiment**

Les successions végétales sur le Rhône ont été plus ou moins bien étudiées suivant les secteurs. Le haut Rhône est bien connu grâce aux travaux de l'équipe de l'université de Grenoble (G. Pautou et.al.). Dans cette partie, ce sont les processus et les grands types de successions qui sont abordés pour l'écosystème Rhône.

Les habitats terrestres et notamment humides présents dans l'hydrosystème Rhône s'organisent en successions végétales et évoluent sous l'action conjointe des paramètres physiques de l'environnement et biologiques propres aux plantes. Ces phénomènes de successions s'effectuent selon deux modes intimement liés : les processus allogéniques et autogéniques.

Les processus allogéniques, c'est-à-dire externes à la biocénose elle-même président à l'installation des communautés pionnières herbacées ou ligneuses. Il s'agit des conditions abiotiques liées à la dynamique fluviale de l'hydrosystème (phénomènes d'érosion et de sédimentation, énergie cinétique du courant, inondabilité, fluctuation des lignes d'eau, etc.)

Les processus autogéniques, internes à la biocénose apparaissent dès les stades pionniers. Ils résultant des paramètres de compétition inter et intraspécifiques, des phénomènes d'allopathie, d'interaction avec la faune ou les autres groupes biologiques.

Tous ces processus et ses successions se déroulent au cours de plusieurs phases décrites ci-dessous :

- La phase pionnière ;
- La phase biogéomorphologique ;
- La phase écologique.

La phase pionnière d'établissement des jeunes individus débute par la colonisation de surfaces de sédiments nus (bancs de sable, de graviers et ou de limons nouvellement créés) par certaines plantes dites pionnières qui ont la capacité de s'installer sur les zones d'alluvions nues. Il peut s'agit de plantes herbacées mais aussi de plantules d'arbustes ou d'arbres (peupliers et saules notamment). Il s'agit d'une phase de dispersion des graines et de recrutement des plantules. Cette phase commence avec l'arrivée de graines de plantes herbacées, de peupliers et de saules qui doivent se déposer sur un substrat nu et humide au bon moment. En général, pour le Rhône, au printemps et au début de l'été à la suite de crues qui créent les surfaces alluviales nues propices au recrutement des plantules (Corenblit, 2020)

Durant la deuxième phase appelé phase biogéomorphologique (Corenblit, 2020), les plantes herbacées stabilisent le sol et par leurs parties aériennes, ralentissent le courant, en favorisant le piégeage et la stabilisation des sédiments fins (limons et sables), de la matière organique et des nutriments, favorisant ainsi l'exhaussement du sol. « Il en est de même pour les saules et peupliers qui après 2-3 années de croissance, sont très fermement ancrés, bien connectés à la nappe alluviale et ont généralement développé une biomasse aérienne à la fois souple et résistante, souvent multicaules (composée de plusieurs tiges). Cette biomasse aérienne augmente la rugosité de surface et conduit, lors des hautes eaux, à un piégeage important de la matière organique et des nutriments associé à des dépôts successifs de sédiments fins, souvent au sein de cohortes denses. Chaque nouveau dépôt de sédiment conduit à la formation de nombreuses nouvelles racines adventives » (Corenblit, 2020). Ainsi la stabilisation des bancs alluviaux et des berges s'effectue par les systèmes racinaires et l'exhaussement topographique des surfaces lié au piégeage sédimentaire. (Corenblit, 2020).

« La phase biogéomorphologique représente donc le pivot de la mise en place de l'écosystème riverain arboré au travers d'une rétroaction positive très puissante entre composantes physiques, chimiques et biologiques ». « Cette phase est également souvent initiée sur les bancs alluviaux des cours d'eau à forte énergie par le bois mort et les débris ligneux encore vivants. Ces éléments jouent même un rôle de biostabilisation et de bioconstruction prépondérant dans les cours d'eau en tresses à îles. » (Corenblit, 2020).

Ces structures forment des points stables d'accrétion sédimentaire et de croissance végétale à l'origine de la formation et du développement des îles fluviales. De plus, les îles pionnières, dont la formation est issue du rejet des débris ligneux, facilitent le recrutement et l'établissement de nouvelles plantules de peupliers et de saules dans leur partie aval, qui est protégée du courant et du transport de charge grossière…C'est ce phénomène qui conduit à la croissance des îles fluviales et leur migration progressive vers l'aval dans les cours d'eau en tresses. (Corenblit, 2020).

C'est au cours de cette phase biogéomorphologique que le système de rétroactions entre les composantes biologiques et géomorphologiques se met réellement en place.

La phase écologique correspond à la reproduction sexuée des peupliers et saules matures. Après quelques années, la croissance des peupliers et de saules accompagnés par la croissance du sol et de la flore microbienne associée conduit « principalement au cours des dix premières années, à l'émergence d'îles fluviales, de berges et de niveaux de plaine alluviale exhaussés, stabilisés et végétalisés à partir de surfaces alluviales nues cohésives et très exposées à la dynamique fluviale. Durant cette phase, les phénomènes de compétition inter et intraspécifique, « d'autoéclaircissement » également permet aux peupliers et saules les plus compétitifs d'atteindre une grande taille (jusqu'à 25 m de hauteur) et in fine leur maturité sexuelle (environ 8 ans) (Corenblit, 2020). C'est l'accumulation de sédiments fins et d'éléments nutritifs associés à la forte augmentation de biomasses racinaire et aérienne du peuplier et du saule, qui conduit l'unité biogéomorphologique à un stade post-pionnier de forêt alluviale (saulaie blanche, saulaie-peupleraie).

Désormais, seules les crues exceptionnelles, l'érosion latérale des chenaux pendant des débits à pleins bords, ou les activités anthropiques sont en mesure de causer leur destruction complète (Corenblit, 2020).

La durée de la phase écologique dépend ainsi de la fréquence et de la magnitude des crues destructrices, mais aussi du degré de mobilité latérale du ou des chenaux qui peut causer, par sapement latéral, la destruction de ces entités biogéomorphologiques (Jourdain et al., 2017). Elle dépend aussi de la succession végétale qui peut faire évoluer, après plus de 50 à 60 ans, en l'absence d'une morphodynamique destructrice, la communauté riveraine de bois tendre dominée par le peuplier et le saule vers des formations terrestres de bois durs dominées par des essences telles que l'orme ou le frêne, et finalement le chêne (Chênaie-frênaie-ormaie) (Corenblit, 2020).

- **Effet de la végétation sur les sédiments**

Grâce à certains traits biologiques, développés en réponse à ces contraintes hydrogéomorphologiques (plus grande souplesse, meilleure résistance mécanique de leurs tiges et racines), les plantes riveraines interagissent fortement avec les processus hydrogéomorphologiques au cours des crues, notamment en ralentissant l'écoulement et en favorisant le piégeage et la stabilisation des sédiments fins (limons et sables), de la matière organique et des nutriments. Ainsi, il a été démontré que la végétation elle-même favorise l'érosion du fond du chenal et des berges en concentrant et repoussant les flux liquides et solides vers la, ou les berges opposées. Cette dynamique est d'ailleurs à l'origine de la formation des méandres mobiles qui garantissent la formation récurrente de surfaces alluviales nues prenant dans les rivières à méandres la forme de bancs de convexité.

Ainsi, la résistance à l'écoulement liée à la rugosité de la végétation sur les bancs alluviaux augmente la mobilité et la sinuosité du chenal. Lorsqu'une végétation dense s'établit sur les bancs alluviaux, de grandes quantités de sédiments fins se déposent en raison de l'augmentation de la rugosité. Le piégeage des sédiments fins et l'effet de blindage offert par les racines augmente rapidement l'élévation, la longueur et la largeur des bancs. La colonisation des bancs de convexité par la forêt riveraine pionnière crée les conditions initiales de formation des méandres et d'accrétion de la plaine alluviale.

6.2.4 Focus sur le fonctionnement écologique des casiers Girardon aquatiques

Cette partie est notamment issue des travaux de la ZABR (programme 2010 ; Franquet & Marmonier, 2014), synthétisée dans un article récent de Thorel (2018). Les sites étudiés sont localisés dans l'UHC#13-PDR de Péage de Roussillon et l'UHC#23-ARL du Palier d'Arles.

Les casiers Girardon, décrits par ailleurs en Mission 2, regroupent un ensemble de structures variées (épi, digue, tenon, casier). Leur principale fonction était de définir et de figer un chenal de navigation, latéralement et verticalement, en limitant l'érosion des marges et en favorisant la sédimentation en leur sein. Au fil du temps, ces aménagements ont induit de fortes modifications des caractéristiques hydrauliques, écologiques et fonctionnelles du fleuve : un exhaussement des marges et une réduction de la largeur du lit du fleuve, un rehaussement de la ligne d'eau lors des crues, une réduction des habitats de rives et une déconnexion accrue de la plaine alluviale. Une grande majorité de ces marges construites sont actuellement atterries (80 à 90%) (Räpple, 2018) et colonisées par une ripisylve vieillissante. Au contraire, les systèmes encore en eau (de 10 à 20%) constituent des éléments originaux du paysage fluvial dont le mode de fonctionnement et la contribution à la dynamique globale du fleuve ont été étudiés récemment.

Sur le plan hydrosédimentaire, les casiers conservant une surface en eau présentent une gamme de formes et de niveaux de connectivité hydraulique variés. Les casiers les plus isolés sont caractérisés par des temps de résidence de l'eau assez long, à l'opposé des casiers les plus connectés. La diversité des formes (pente de la rive, profondeur) est en partie historique et liée à position du casier dans un méandre : un casier en rive de sédimentation (convexe) présente une berge moins pentue qu'un casier installé en rive d'érosion (concave).

Sur le plan biologique, les casiers Girardon du Rhône contribuent à la biodiversité de l'hydrosystème dans son ensemble. Ils présentent des richesses taxonomiques variables : les casiers pauvres sont caractérisés par une ou deux espèces supra dominantes. Dans le cas du Palier d'Arles, si l'on prend en compte l'ensemble des casiers d'un secteur, dans toute leur diversité, alors la richesse taxonomique est plus élevée que pour une zone humide naturelle du type de la lône de Pilet située sur la rive opposée.

Trois ensembles fonctionnels peuvent être décrits (Figure 105), grâce à l'étude des traits bio-écologiques des macroinvertébrés benthiques et du phytoplancton, et à l'étude d'indicateurs directement liés aux processus écologiques, tels que le métabolisme des casiers, la production primaire ou encore la qualité de la matière organique disponible et les activités bactériennes des sédiments

- **Le type « backwater, anse de rivière » :** ces casiers sont très connectés au chenal du cours d'eau, ils sont souvent profonds et cette profondeur ne permet pas une décantation totale des particules en suspension. L'eau est donc très peu transparente et interdit ou limite l'enracinement et le développement des herbiers de macrophytes. Les invertébrés benthiques présents sont majoritairement fouisseurs (endobenthiques) et présentent un mode d'alimentation lié aux sédiments fins et aux détritus ;
- **Le type « swamp-marais » :** ces casiers sont très isolés/ très peu connectés au chenal principal. Cet isolement autorise une croissance très forte des organismes phytoplanctoniques. Les densités microalgales limitent donc l'éclairement au sein et au fond de la masse d'eau et inhibent la croissance des macrophytes. La quantité de matière organique, sa qualité et les activités hydrolytiques des sédiments sont élevées, contribuant aux anoxies à l'interface eau-sédiment et conduisant à des processus de dénitrification. Le peuplement de macroinvertébrés est adapté à ces contrainte ;
- **Le type « aquarium » :** cet ensemble fonctionnel se caractérise par un degré de connectivité intermédiaire (ouverture de petite taille ou porosité de la digue). On trouve dans cet ensemble des casiers assez différents mais montrant tous un développement (plus ou moins important) d'herbiers à macrophytes enracinés, favorisés par la pénétration de la lumière jusqu'au fond du casier.

En termes de restauration, les travaux montrent une hétérogénéité élevée dans le fonctionnement et le potentiel écologique entre les casiers terrestres et les casiers aquatiques. Le démantèlement des casiers terrestres présente le potentiel de fournir de multiples avantages, tandis que les casiers aquatiques pourraient être maintenus comme des zones en eau intéressants. La restauration des casiers Girardon du Rhône doit donc être adaptées en fonction des conditions locales, ainsi que des bénéfices et inconvénients, et menée en coordination avec tous les acteurs impliqués et affectés par la restauration.

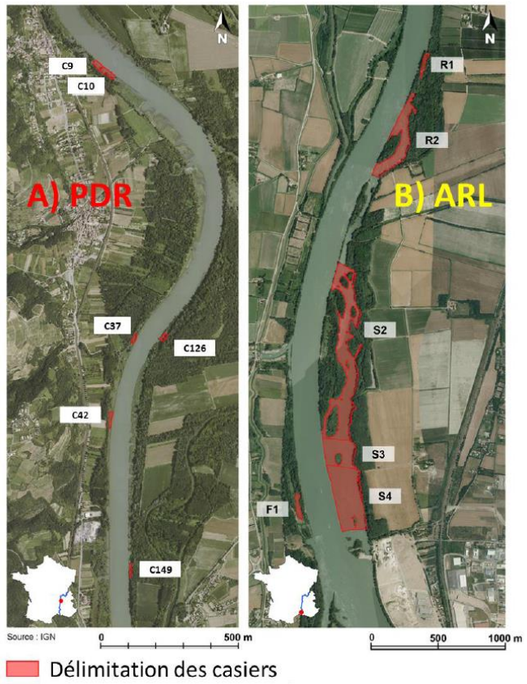


Figure 104 : Casiers Girardon en eau étudiés sur les sites de PDR et ARL (ZABR, 2014)

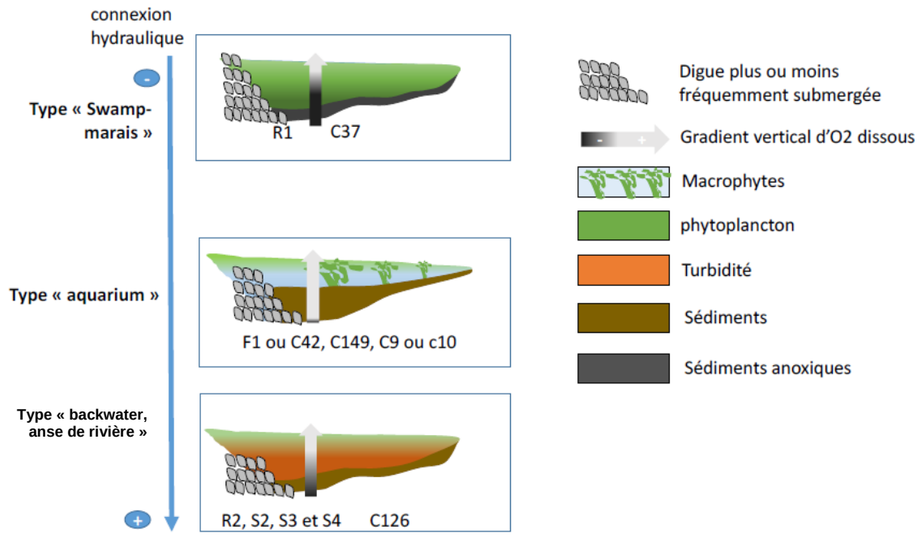


Figure 105 : Schéma type des 3 types de fonctionnement de casiers Girardon en eau (ZABR, 2014)

6.2.5 Focus sur les espèces invasives

La problématique des espèces exotiques envahissantes (EEE) dites aussi invasives intéresse directement la gestion sédimentaire et ce, à plusieurs titres.

En effet, les espèces invasives se développent « naturellement » sur l'hydrosystème Rhône sur différents milieux en lien avec les sédiments : milieux aquatiques type lône ou retenue, forêts alluviales, friches alluviales, bancs de graviers, etc. Aussi, une accumulation de sédiments en milieu aquatique (type confluence) ou de bancs de graviers (grèves alluviales) peut favoriser ces espèces.

La gestion pratiquée alors dans le cadre d'opérations de gestion sédimentaire peut aider ces espèces et les disséminer au détriment de la biodiversité ou au contraire les limiter si elles sont effectuées dans de bonnes conditions en prenant en compte cette problématique. Elles doivent donc être étudiées dans les diagnostics écologiques initiaux préalables à toute intervention et des mesures spécifiques doivent être mises en place.

Ainsi, l'essartage et/ou le charruage des bancs de graviers végétalisés doit être maîtrisé et contrôlé pour éviter la dispersion des espèces qui pourraient être présentes (Buddleja, Renouée du Japon, Ambroisie, Ailanthe, etc.). Bien réalisées par contre, ces opérations peuvent être bénéfiques pour l'écosystème et permettre aux espèces indigènes de se développer.

Il en est de même dans les opérations de dragage. En présence d'herbiers aquatiques d'espèces invasives (Elodée de Nuttall, Jussie, etc.), un arrachage non maîtrisé peut entrainer la dispersion des espèces. En revanche, bien conduite, l'opération peut permettre le contrôle de ces espèces voire leur éradication ponctuelle de l'habitat, limitant ou freinant ainsi leur développement.

Dans les opérations de restauration de l'hydrosystème (réhabilitation des lônes, retrait des marges alluviales, etc.), cette problématique doit également être prise en compte afin de freiner le développement de ces espèces et de limiter une dispersion éventuelle lors des travaux.

6.2.6 Focus sur les corridors écologiques

En fonction des corridors écologiques, le lien avec la gestion sédimentaire est plus ou moins direct. En effet, dans le cadre de la continuité longitudinale, on constate bien que pour certaines espèces animales et végétales inféodées certains habitats particuliers liés directement aux sédiments telles que des bancs de sable et graviers, des pelouses sèches alluviales ou des forêts alluviales par exemple, la présence de ces habitats est indispensable à leur survie. Ces milieux sont nouvellement créés à partir de matériaux sédimentaires puis par évolution successive liés à la dynamique naturelle de la végétation (cf. chapitre 5.1 sur les habitats) issus de l'apport de nouveaux sédiments par évolution naturelle des successions végétales. Le lien direct ne fait aucun doute.

Dans d'autres cas, le lien est indirect, les milieux naturels existants étant identifiés comme réservoirs de biodiversité ou comme corridors écologiques, donc comme zones à enjeux.

6.3 Liens entre sédiments et qualité de l'eau

Outre la qualité intrinsèque des sédiments, vecteur privilégié de piégeage et d'adsorption des polluants véhiculés par l'eau, le sédiment joue un rôle important dans les phénomènes (auto-)épuratoires.

Si l'étude des processus biologiques et biochimiques contribuant à « l'auto-épuration » des rivières est encore très largement du domaine de la recherche, il semble aujourd'hui admis que la présence d'un substrat alluvial grossier, d'une épaisseur suffisante et présentant une granulométrie variée (y compris au niveau du colmatage interstitiel) est l'un des éléments majeurs de ces processus (Oraison et al., 2011).

Les processus qui participent l'autoépuration des cours d'eau dépendent de l'action conjointe de trois types de phénomènes (Fontvieille et al. 1996)[24] :

- ✓ des **processus physiques** tels que les échanges gazeux avec l'atmosphère, la sédimentation des particules en suspension ou l'adsorption sur le substrat,
- ✓ des **processus chimiques**, bactériens et production primaire tels que la décomposition des matières organiques (minéralisation), l'assimilation des nutriments minéraux (par la végétation, le biofilm), la respiration, la nitrification, la dénitrification,
- ✓ des **processus macrobiologiques**, tels que le broutage des communautés bactériennes par les invertébrés aquatiques et l'exportation de matière à travers leur émergence. Selon le même principe, l'exploitation de la matière végétale (faucardage par exemple) peut participer au processus d'export des nutriments.

Garantir la présence d'un substrat alluvial dans les lits mineur et moyen des cours d'eau serait donc un atout pour préserver une bonne qualité d'eau. Végétaux, biofilms, bactéries vont prélever les nutriments présents dans le milieu (azote et phosphore en particulier) et les utiliser dans leur métabolisme. Les capacités d'autoépuration d'un cours d'eau vont donc dépendre de la présence de tels organismes. Une diversité d'habitats favorable à l'installation d'organismes différents pourra être bénéfique pour ces processus métaboliques. De plus, la circulation de l'eau est influencée par la nature et la diversité des substrats rencontrés dans le cours d'eau.

Cependant, ces processus de dénitrification, piégeage du phosphore, interception des polluants, etc. sont reliés les uns aux autres et les conditions favorables à un processus peuvent être préjudiciables à un autre. Par exemple, le manque d'oxygène qui favorise la dénitrification provoque une libération du phosphore piégé dans les sédiments.

Les connaissances actuelles permettent donc de penser qu'une diversité de substrats et de conditions d'écoulement est favorable aux différents processus d'autoépuration.

Dans ces conditions, sur le Rhône, deux processus antagonistes semblent pouvoir co-exister :

- La réduction des vitesses et l'augmentation des hauteurs d'eau favorisent la sédimentation (piégeage) des éléments fins sur lesquels une partie de la pollution peut être adsorbée ; ces sédiments pouvant être remobilisés à l'occasion des crues.
- A l'opposé, l'uniformisation des faciès d'écoulements, via notamment la raréfaction des faciès courants, associé à l'uniformisation des substrats alluviaux (sédiments fins dans les zones lentiques, pavage plus ou moins important dans les sections courantes) du fait des discontinuités de transport solide, tendrait à réduire de façon notable la capacité auto-épuratoire du fleuve.

Il faut cependant approfondir les connaissances sur les capacités des cours d'eau à réduire la charge en nutriments à l'échelle des bassins versants, tout en développant les méthodes pour réduire les apports afin de ne pas les dépasser.

Enfin, les substrats grossiers constituent un support indispensable à la fixation et au développement du biofilm, structure mucilagineuse constituée d'un assemblage complexe de plusieurs espèces de bactéries, d'algues (vertes, bleues, diatomées…) et de champignons filamenteux.

Ce biofilm est essentiel à la dégradation de la matière organique, à la consommation des composés azotés et phosphorés et à la production de matière végétale. Le biofilm ne présente pas de préférence particulière en termes de substrats. Ce sont essentiellement les conditions hydrauliques qui font varier sa composition spécifique. C'est cependant la composition du substrat, et notamment l'agencement des fractions granulométriques, qui, en assurant une plus ou moins forte hétérogénéité, va conditionner la capacité de développement du biofilm et sa capacité de consommation de matière organique et de fertilisants. Cardinale et al., (2002) ont comparé des radiers de granulométrie médiane équivalente (55 mm) mais dont l'hétérogénéité était différente (rapport D84/D50 variant de 1,6 à 2,3). Les radiers les plus hétérogènes (rapport D84/D50 élevé) présentaient des activités biologiques (respiration) de 25 à 30 % supérieures à celles observées sur les radiers plus homogènes.

Les alluvions grossières offrent, du fait de l'hétérogénéité des substrats qu'elles composent sous l'effet des processus de transport solide, des surfaces de contact plus importantes que les substrats lisses (affleurements du substratum sous forme de dalles par exemple). Cela garantit à la fois des capacités supérieures de fixation du biofilm et des conditions de turbulence accrue, favorisant les échanges et les flux de composés chimiques.

Des études ont montré que la diversité des caractéristiques morphologiques de la rivière augmente son pouvoir auto-épurateur (Namour, 1999). La capacité d'auto-épuration des cours d'eau est influencée par des paramètres tels que le débit, la vitesse du courant, la température et la géomorphologie. En règle générale,

[24] D'après Oraison, F., Souchon, Y. & Van Looy, K. (2011) Restaurer l'hydromorphologie des cours d'eau et mieux maîtriser les nutriments : une voie commune ? Synthèse bibliographique. Rapport Cemagref-ONEMA, 42pp.

plus les interactions entre eau de surface et zone hyporhéïque (fond du cours d'eau) sont diversifiées, plus la capacité d'épuration par consommation de nutriments est développée ; les effets sont également bénéfiques sur la thermie à l'étiage. Ainsi, la matière organique est plus rapidement dégradée lorsqu'elle est bloquée par des petits embâcles ou des blocs et en présence d'une alternance de radier et de mouille.

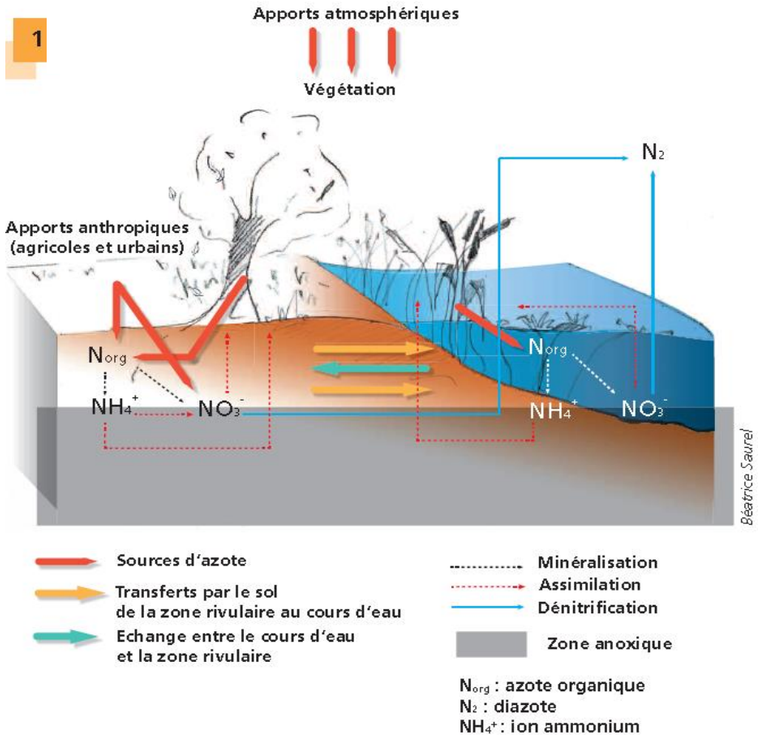


Figure 106 : Principaux processus participant aux mécanismes d'autoépuration (ONEMA, 2011)

On notera que les facteurs principaux qui contrôlent la distance parcourue par l'azote dans le cours d'eau avant élimination par dénitrification sont :

- le débit spécifique (débit/largeur)[1]
- les concentrations en nitrates[1]
- la respiration de l'écosystème[2]
- les zones de stockage[2]

[1]Augmentent la distance avant dénitrification

[2]Diminuent la distance avant dénitrification

Les alluvions présentes au sein du lit mineur semblent également pouvoir jouer un rôle sur la thermie de l'eau, au moins au sein des petits cours d'eau (voir par exemple Burkholder, 2007 cité par Malavoi, 2011 ; cf. Figure 107). La présence d'un substrat alluvial permet le développement d'un écoulement hyporhéïque, et donc un certain tamponnage de l'amplitude des variations journalières de la température de l'eau.

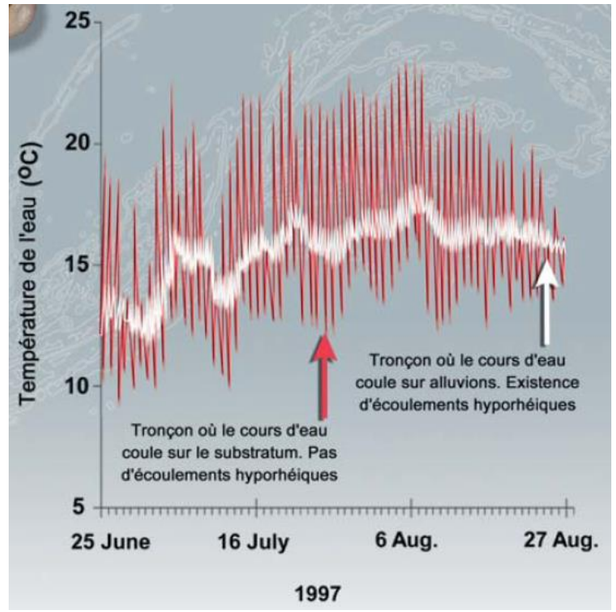


Figure 107 : Exemple montrant le rôle de la présence d'un substrat alluvial dans la thermie de l'eau (Burkholder, 2007 in Malavoi et al., 2011).

6.4 Liens entre sédiments et peuplements piscicoles du Rhône

En raison de leur grande mobilité, de leur capacité d'occupation et d'exploitation des ressources des milieux aquatiques, les poissons sont d'excellents indicateurs biologiques de la qualité des habitats fluviaux. Les différents stades du cycle de vie de chaque espèce – embryon, larve, juvénile, adulte – ont généralement des exigences distinctes en termes d'habitats et de ressources alimentaires.

Ces organismes permettent d'évaluer, de manière complémentaire aux invertébrés, la diversité et la fonctionnalité des habitats au sein de la plaine alluviale. Par exemple, l'augmentation des débits réservés doit favoriser le retour et le développement d'espèces préférant des conditions d'écoulement rapide dans des habitats profonds. Les espèces concernées sont le barbeau, l'ombre commun, la vandoise, l'ablette ou encore le hotu, espèces caractéristiques du fleuve avant son aménagement.

Compte tenu de la problématique liée à la gestion sédimentaire du Rhône, il est apparu intéressant d'étudier plus en détail, à l'échelle du linéaire du fleuve, l'importance relative des espèces qui utilisent (uniquement) les substrats minéraux comme support de ponte :

- espèces lithophiles (support de ponte graveleux),
- espèces psammophiles (support de ponte sableux).

Les espèces appartenant à ces deux guildes sont recensées dans le tableau ci-après. Pour ce qui est des lithophiles, les espèces mentionnées sont celles identifiées comme telles dans l'IPR.

L'objectif étant de mettre en évidence d'éventuelles relations avec le fonctionnement sédimentaire. Les résultats sont donnés aux deux figures suivantes. Les résultats détaillés sont présentés dans chacune des fiches UHC.

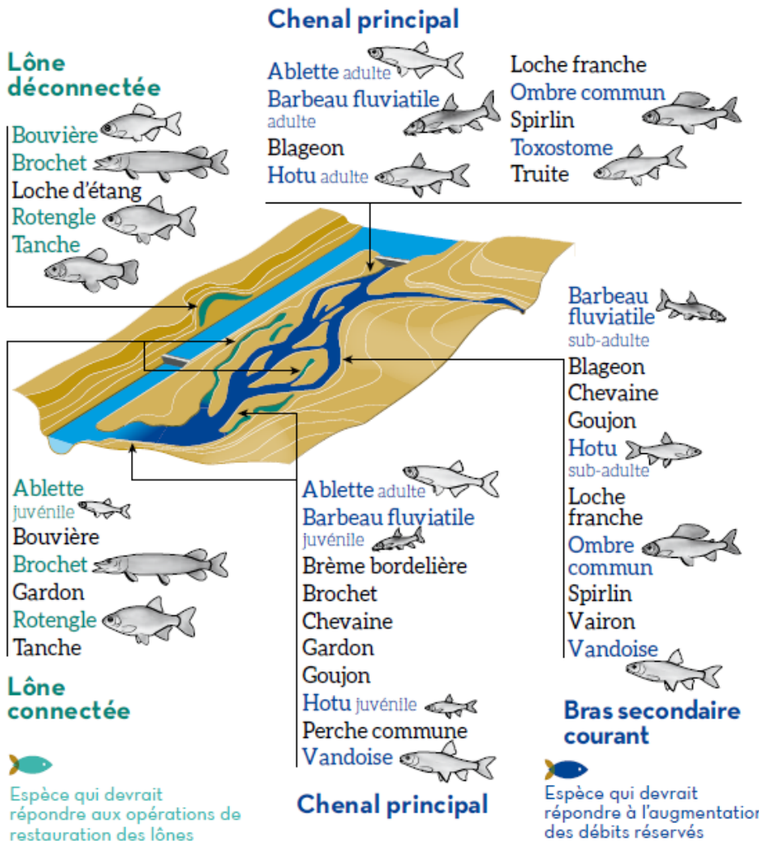


Figure 108 : Peuplements piscicoles du Rhône et préférences d'habitats (GRAIE, 2016)

Tableau 17 : listes des espèces appartenant aux guildes de reproduction des lithophiles et psammophiles

Lithophiles	Psammophiles
truite fario, ombre commun, chevesne, lamproie de Planer, vairon, hotu, toxostome, barbeau, spirlin, poisson-chat, chabot	goujon, loche franche

Concernant les lithophiles, le secteur du Haut-Rhône présente les effectifs relativement les plus importants, le maximum étant atteint au niveau de la station du canal de Miribel (UHC#10-ALY) ; des valeurs élevées sont aussi notées au droit de Bugey (09-VUL), ainsi que sur les RCC de Chautagne (05-CHA), Belley (06-BEL) et Brégnier-Cordon (07-BRC). Sur ce secteur du Haut-Rhône, les sections canalisées, comme le chenal principal présentent des valeurs plus faibles, l'exception notable étant la station de Bugey (09-VUL), localisée dans une section courante du secteur.

La forte proportion de lithophiles dans le canal de Miribel est probablement la conséquence de la bonne disponibilité / fonctionnalité des substrats graveleux, en lien avec les apports de l'Ain ; c'est aussi la conséquence de la rareté des autres types de supports, du fait de la faible diversité des habitats au sein de d'un tronçon qui a été aménagé au 19ème siècle pour la navigation.

Plus en aval, les portions court-circuités présentent des résultats similaires à ceux du chenal principal (Pierre-Bénite / 11-PBN, Péage de Roussillon / 13-PDR), alors que pour les trois suivantes, la proportion de lithophiles apparaît légèrement plus élevée au sein des RCC (Baix / 17-BLN, Montélimar / 18-MON, Donzère / 19-DZM) comparativement au chenal principal.

Le ratio d'espèces lithophiles augmente en aval. Au niveau des stations de Beauchastel (chenal / 16-BEA), le résultat est surprenant car la station est placée dans le canal usinier ; il peut être mis en relation avec les apports sédimentaires grossiers de l'Embroye, et dans une moindre mesure du Turzon. Pour le Vieux Rhône de Baix (RCC / 17-BLN), le ratio élevé pourrait traduire la dévalaison depuis les affluents (Eyrieux et Drôme pour les plus importants) et/ou la bonne continuité écologique avec ces derniers, au moins sur leur partie aval. De même, la station du RCC de Donzère-Mondragon pourrait bénéficier du déstockage des grossiers par érosion progressive dans le RCC, ainsi que des apports grossiers de l'Ardèche (19-DZM).

En progressant encore vers l'aval, la proportion de lithophiles décroît ensuite régulièrement, probablement en lien avec l'appauvrissement du fleuve en sédiments grossiers (et/ou leur moindre fonctionnalité). A noter cependant la valeur relativement élevée de la station de Roquemaure, qui pourrait s'expliquer par la confluence de la Cèze environ 7,5 km en amont, et la faible valeur de la station d'Aramon, pourtant située à l'aval immédiat de la confluence de la Durance, mais impactée par l'absence de sédiments grossiers (anciennes extractions, apports de la Durance très limités).

Concernant les psammophiles, représentés par seulement deux espèces, à savoir le goujon et la loche franche, la variabilité d'une station à l'autre, et donc d'un secteur à l'autre est là aussi importante.

La proportion importante des individus de cette guilde de reproduction au sein du peuplement de la station de Culoz (en limite des UHC#05-CHA et 05-BEL) peut s'expliquer principalement par la rareté des autres espèces.

Cette proportion diminue ensuite régulièrement jusqu'aux stations de Pierre-Bénite (RCC / 11-PBN) et de Chasse-sur-Rhône (chenal / 12-VAU), avant d'augmenter de façon importante plus en aval, potentiellement sous l'influence des apports des affluents rive droite du Rhône.

La valeur élevée de la station de Beauchastel (16-BEA), et des trois RCC situés en aval (Baix / 17-BLN, Montélimar / 18-MON, Donzère / 19-DZM), sont probablement le reflet des apports sableux issus des affluents mentionnés précédemment, complétés par ceux de l'Isère.

A noter également la forte disparité de résultats entre des stations relativement proches mais localisées dans des portions de Rhône différentes (RCC et chenal) : cas des stations de Cruas (18-MON) et de Viviers (en limite des UHC#18-MON et 19-DZM), traduisant potentiellement l'absence de sédiments de type sable, ou son caractère non fonctionnel en tant que support de ponte (effet de colmatage ?).

Comme pour les lithophiles, la station de Roquemaure enregistre un score relativement élevé (pour ce secteur du Rhône), en lien potentiellement avec les apports de la Cèze (20-CAD), résultat qui s'amplifie au niveau de la station suivante (Aramon / 22-VAL), ce qui pourrait traduire la persistance d'apports sableux depuis la Durance. Les valeurs restent relativement élevées au niveau des deux stations les plus aval, traduisant potentiellement la persistance de ce type de support et sa relativement bonne fonctionnalité.

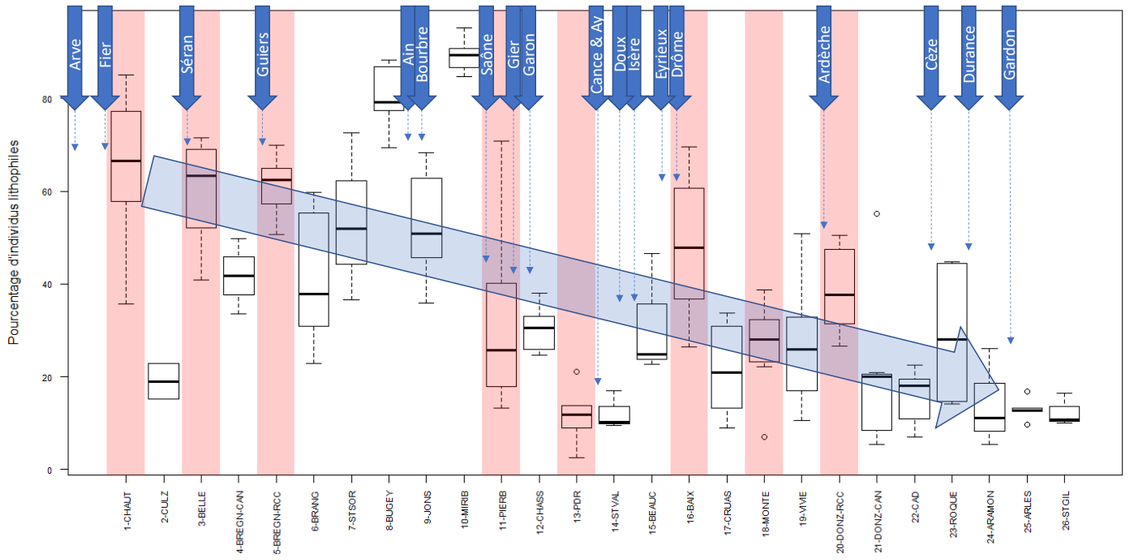


Figure 109 : Evolution longitudinale de l'importance relative des espèces lithophiles au sein des peuplements de poissons échantillonnés le long de l'axe Rhône

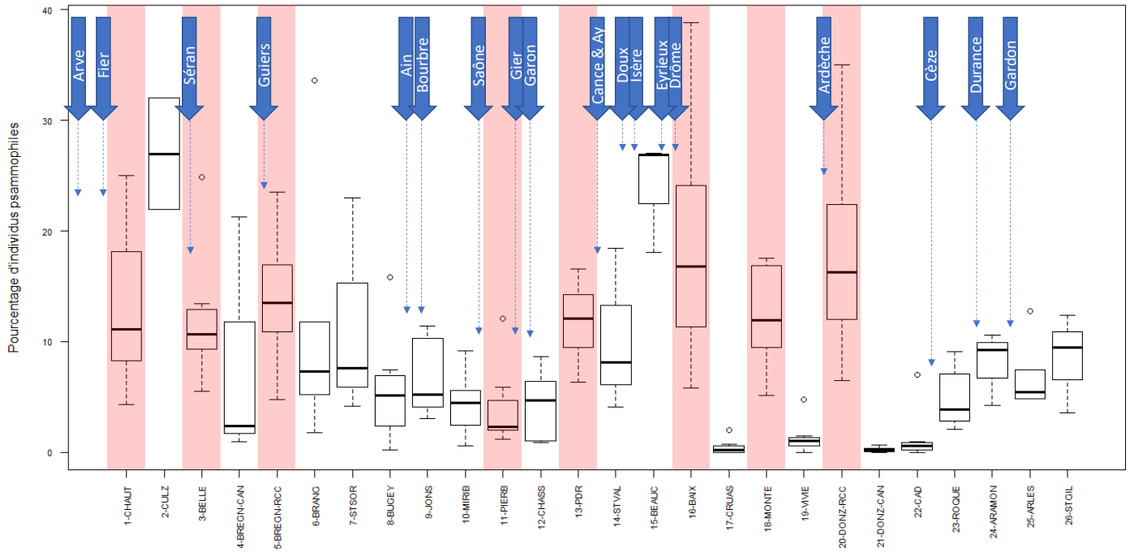


Figure 110 : Evolution longitudinale de l'importance relative des espèces psammophiles au sein des peuplements de poissons échantillonnés le long de l'axe Rhône

(Sources : RhonEco, AFB et Irstea) – Surlignées en rose les stations situées au sein des RCC

6.5 L'espace de bon fonctionnement comme outil de restauration

6.5.1 Notion d'espace de bon fonctionnement

La satisfaction de fonctions écologiques auxquels sont liés les services socio-économiques est à la base de la délimitation de l'Espace de Bon Fonctionnement des cours d'eau. Elle passe en particulier par une optimisation des interactions entre l'eau et les sédiments dans les différentes composantes superficielles et souterraines du milieu.

Ces interactions sont illustrées dans le diagramme de la Figure 111. Il est possible de distinguer les fonctions primaires qui sont des fonctions structurantes, et les fonctions secondaires qui résultent des premières. Par exemple, les habitats aquatiques ou l'autoépuration résultent principalement de l'hydrologie et de la dynamique sédimentaire (stock, continuité longitudinale et latérale).

En ce qui concerne la notion d'espace « rivière », les fonctions nécessaires aux hydrosystèmes ne se limitent pas seulement à la mobilité du cours d'eau, qui était prise en compte dans le guide de définition des espaces de mobilité de 1998.Depuis le SDAGE 2010-2015, on parle d'« espaces de bon fonctionnement » et, à chacune des fonctions suivantes, correspond un périmètre de bon fonctionnement :

- **la morphologie**, avec les fonctions soutenant l'ensemble des services liés au fonctionnement sédimentaire (équilibre du profil en long, continuité sédimentaire) et aux formes alluviales (habitats aquatiques, humides et terrestres) ;
- **l'hydraulique**, avec les fonctions soutenant les services liés au bon écoulement des eaux en crue et à la connectivité des milieux annexes ;
- **l'hydrogéologie**, avec les fonctions soutenant les services liés aux connexions avec la nappe ;
- **la biogéochimie**, avec les fonctions soutenant les services liés à la qualité physico-chimique ;
- **la biologie**, avec les fonctions soutenant les services liés aux interactions avec la faune et la flore.

Une méthode de définition de l'espace de bon fonctionnement des cours d'eau a été établie dans un guide technique SDAGE : « Délimiter l'espace de bon fonctionnement des cours d'eau » (décembre 2016).

La gestion de l'espace autour d'un cours d'eau consiste donc à définir, puis à protéger ou rétablir les fonctions écologiques qui permettent d'assurer les services offerts par l'environnement à l'homme :

- dans un milieu naturel sans pressions, le système sera dans un état de bon fonctionnement en équilibre dynamique (état climacique d'un écosystème).
- dans un milieu soumis à des contraintes (qu'elles soient naturelles ou anthropiques), l'hydrosystème essaiera de s'adapter pour se rapprocher le plus près possible de cet état. C'est dans ce cas qu'apparait la notion de bon fonctionnement, qui peut se traduire par la définition de deux espaces :
  - **l'espace de fonctionnement optimal** correspond à l'espace laissé au cours d'eau pour la réalisation de ses fonctions écologiques la plus proche possible du milieu naturel sans contrainte anthropique ; La notion d'optimal doit être comprise dans le sens où un surplus d'espace, par rapport à l'espace optimal, n'octroierait pas de gain significatif dans le fonctionnement du cours d'eau ;
  - **l'espace de fonctionnement nécessaire** du cours d'eau est déterminé à partir de l'espace minimal nécessaire à l'expression durable de ses fonctions écologiques pour soutenir les services que ce cours d'eau peut apporter, à moindre coût, dans les domaines sociaux et économiques. Des niveaux de satisfaction de ces fonctions dépendront la possibilité d'atteindre le bon état écologique ou le bon potentiel du milieu.

La définition des espaces de bon fonctionnement procède d'une démarche technique couplée avec une démarche de concertation, visant à associer les acteurs et à aboutir à des zonages partagés tenant compte des enjeux socio-économiques.

Une fois définie, la connaissance de ces espaces l'espace de bon fonctionnement se présente comme un outil technique permettant de proposer des actions de restauration adaptées.

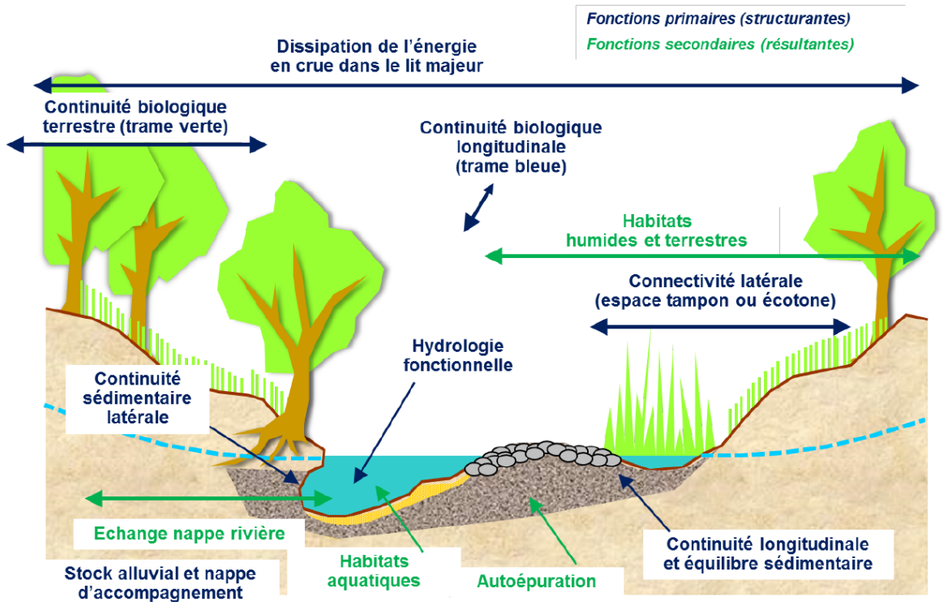


Figure 111 : Fonctionnalités primaires et secondaires au sein de l'hydrosystème (BURGEAP, 2014)

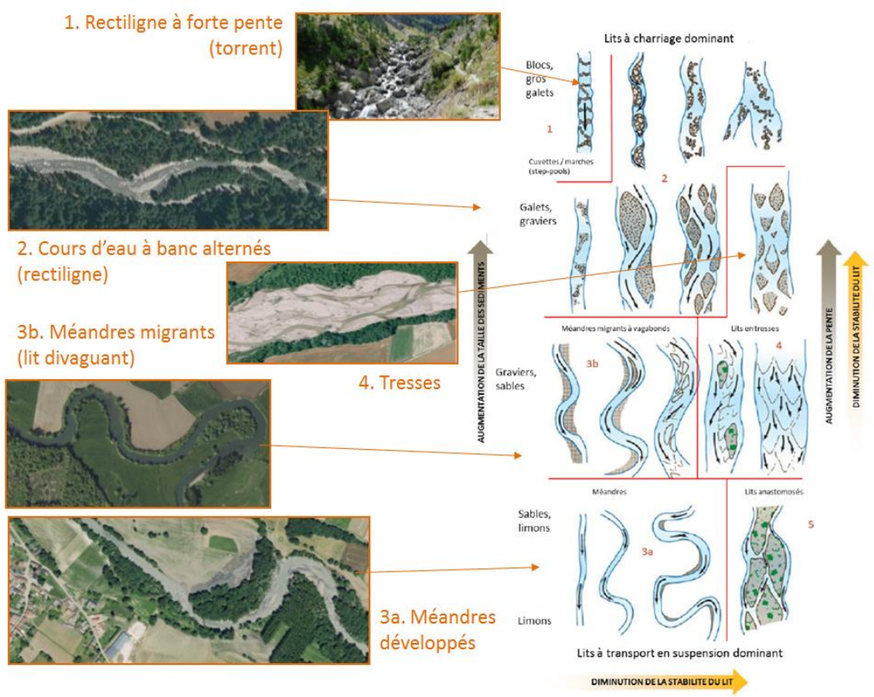


Figure 112 : Typologie des styles fluviaux de référence (AERMC, 2016 ; d'après la typologie de Church)

6.5.2 Etat des connaissances pour le Rhône

Sur le Rhône, la notion d'espace de bon fonctionnement n'a jamais été appliquée. Le caractère anthropisé du cours d'eau, notamment dans les retenues hydroélectriques, rend la démarche inappropriée. Toutefois, cette démarche peut avoir du sens pour les Vieux Rhône qui présente encore, malgré les aménagements passés et les perturbations hydrologiques, des fonctionnalités physiques actives et des réponses écologiques remarquables.

C'est dans cet objectif, alors que la notion d'espace de bon fonctionnement venait d'apparaître dans le SDAGE 2010-2015, qu'a été réalisé en 2013 le schéma directeur de réactivation de la dynamique fluviale des marges du Rhône (Gaydou, 2013). L'étude a été menée dans le cadre de l'Observatoire des Sédiments du Rhône et du Plan Rhône.

La méthodologie utilisée se découpe en trois étapes :

- étude historique de l'évolution des marges alluviales du Rhône depuis 150 ans ;
- constitution d'une base de données servant de support et d'aide à la décision ;
- croisement des différentes données acquises afin d'établir une synthèse de la faisabilité de restauration.

Le périmètre étudié par le schéma directeur est la bande active historique de 15 tronçons de Vieux Rhône (en dehors de Sault-Brénaz / 08-SAB), les linéaires de St-Vallier / 14-STV (absence de calcul de puissance spécifique) et Chautagne / 05-CHA (absence d'étude de faisabilité) n'ayant pas l'objet d'une démarche complète). La limite amont de chaque tronçon étudié se situe quelques kilomètres en amont du barrage, la limite aval se situe quelques kilomètres en aval de la restitution. Ainsi, la zone d'étude représente 160 km de linéaire et 17 100 ha de superficie.

Dès le départ le choix a été fait, avec les partenaires du projet, d'étudier l'ensemble de la bande active historique. Plusieurs éléments ont justifié ce choix :

- 1) L'Atlas du paléoenvironnement de la plaine alluviale du Rhône a été établi (Bravard et al., 2008) et donne une entité homogène sur l'ensemble des tronçons : la bande active de tressage historique ;
- 2) La bande active de tressage historique est une unité à très forte dynamique fluviale datant d'il y a seulement 150-200 ans. C'est l'espace de divagation du fleuve, l'espace accordé au fleuve, il y a 150- 200 ans. Par la suite cet espace s'est réduit, du fait de la diminution de l'intensité de la dynamique fluviale (fin du Petit Age Glaciaire, diminution des apports de sédiments), et du fait de l'aménagement du fleuve par l'homme et de son installation sur ses marges.

Bien que cet espace soit bien trop vaste pour y proposer un réélargissement du fleuve, au vu des aménagements actuels et de l'occupation de la plaine, il est apparu intéressant de retracer l'historique du fleuve sur cet espace, afin de bien mesurer, et éventuellement faire mesurer aux riverains, la diminution progressive de l'espace dédié au fleuve.

Le schéma directeur abouti à la définition d'espaces où il existe une gradation dans la faisabilité d'actions de restauration (cf. Figure 113).

Cette méthodologie peut être rapprochée de la notion d'espace de bon fonctionnement :

- **Le périmètre de bande active historique** peut être associé à l'espace de bon fonctionnement optimal, comme espace de développement maximal des fonctionnalités de l'hydrosystème ;
- **Les espaces de faisabilité technique** peuvent être associés à l'espace de bon fonctionnement « nécessaire » – ou tout au moins « réaliste » – dans une démarche d'atteinte du bon potentiel écologique tout en tenant compte des contraintes techniques auquel sont soumises la plupart des masses d'eau fortement modifiées du Rhône (hydroélectricité, navigation, irrigation, sûreté-sécurité, usages du sol, etc.).

Ce travail a servi de support aux actions de réactivation des marges alluviales qui avaient débuté en 2010-2011 avec des actions pilotes sur les sites de Pont-Saint-Esprit (19-DZM), du casier de Cornas (15-BLV), et sur l'UHC#18 de Montélimar (casiers de l'île du Roubion et de la Petite Ile). Les actions les plus représentatives ont été menées sur le Vieux Rhône du Péage-de-Roussillon qui présentait une bonne faisabilité : casiers de Serrières en 2014 et casiers de l'Ile des Graviers en 2017 (cf. Figure 113).

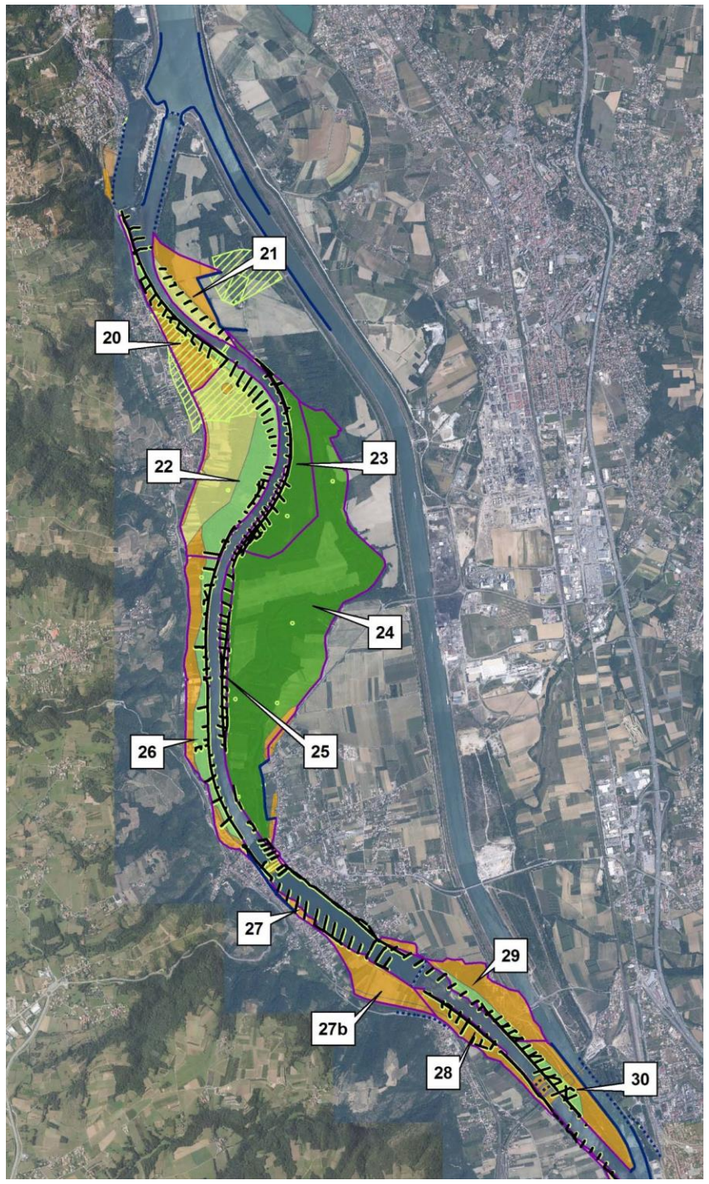


Figure 113 : Extrait de l'atlas de synthèse du schéma directeur de réactivation des marges alluviales sur le site de Péage-de-Roussillon (13-PDR) (Gaydou, 2013)

6.6 Actions de gestion résultant des enjeux écologiques

Jusqu'au début des années 2000 et avant le Plan Rhône de 2007, l'écologie – dénommé alors « environnement » – pouvaient être pour les concessionnaires et notamment la CNR, un enjeu pouvant déclencher une action de dragage. Ainsi, les premières opérations sur des lônes ont été conçues comme des opérations de remise en état de lônes ayant subi des phénomènes de sédimentation, avec une approche plutôt hydraulique. Pour plus de détail sur ce volet historique, on pourra se reporter au rapport de Mission 4 / Rappels sur l'historique des opérations de restauration.

Aujourd'hui, les lônes font l'objet d'opérations de restauration intégrée qui ne peuvent plus être associées à des opérations de gestion. Les actions de restauration de lône ont d'ailleurs été écartées de la base de données « dragages » de la CNR à partir de 2008. A contrario, les actions menées ont une vocation de réhabilitation des fonctionnalités de l'hydrosystème, au sein desquels le fonctionnement sédimentaire est essentiel, avec l'autre composante essentiel qui est l'eau, sous forme superficielle ou souterraine.

Il reste cependant quelques opérations de gestion par dragage qui peuvent être déclenchées par des enjeux strictement écologiques :

- **R.E1) Des opérations de nettoyage / désenlimonnement de passes à poissons**, sur l'ouvrage de génie civil lui-même, au niveau des entrées ou des sorties d'ouvrages : Drôme (17-BLN), Flon (06-BEL), Laveyzon (18-MON), Ouvèze (21-AVI), etc. ; ces ouvrages sont souvent situés dans des retenues (R), mais peuvent être également présents dans des Vieux Rhône (RC) comme pour l'Ouvèze ;
- **R.E2) Des opérations sur des confluences visant à restaurer des refuges piscicoles**, notamment dans le cadre des opérations d'accompagnement de chasses suisses : ruisseau de la Dorches, de la Vézéronce (03-GEN), etc.).

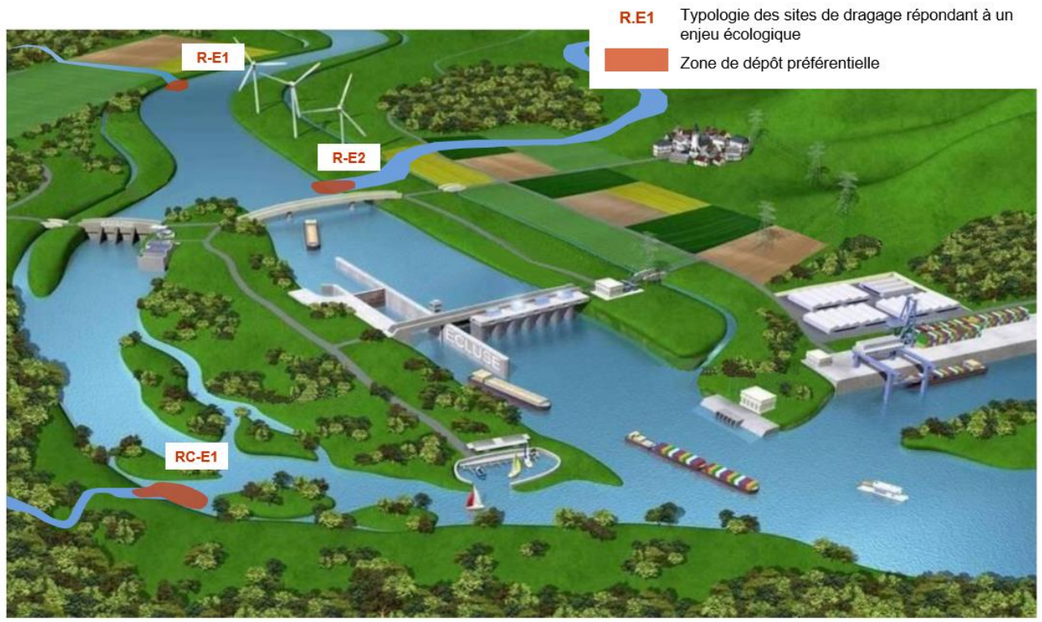
Les opérations de restauration sont décrites dans le rapport de Mission 4. Les alinéas qui suivent rappellent les principales opérations menées au cours des 30 dernières années :

- **Relèvement des débits et régimes réservés** entre 1999 et 2014 pour 14 tronçons de Rhône court-circuité (05-CHA, 06-BEL, 07-BRC, 10-ALY, 11-PBN, 13-PDR, 14-STV, 15-BLV, 16-BEA, 17-BLN, 18-MON, 19-DZM, 20-CAD, 21-AVI, 22-VAL), pour des débits « plafond » correspondant au 1/20 du module, voire plus sur certains ouvrages (Haut-Rhône, PDR). Le RCC de Sault-Brénaz (08-SAB) faisait déjà l'objet d'un régime réservé ;
- **Restauration de lônes et zones humides associées** pour 101 opérations au total réalisées entre 1986 et 2019, portant sur 76 lônes différentes parmi les 200 lônes que compte l'espace alluvial du Rhône ;
- **Restauration et reconnexion d'autres types d'annexes que les lônes** : anciennes gravières ou étangs, anciens casiers, actions sur les marais bordant le Rhône et connectés à sa nappe, reconnexion de zones humides en Camargue, etc. ;
- **Réactivation de la dynamique fluviale sur les marges alluviales** pour 8 opérations menées entre 2010 et 2018. Au moins 9 nouveaux projets sont en cours de développement ;
- **Réinjections sédimentaires** pour 3 opérations menées entre 2016 et 2019, pour un volume total de 52 000 m³. Des projets sont au stade d'étude sur d'autres sites.

Par ailleurs, des perspectives sont en cours de réflexion, sans concrétisation à ce stade :

- **Réflexions, sur le rôle sédimentaire et le devenir de seuils** installés dans les Vieux Rhône.
- **Réflexions sur le principe de lâchers morphogènes dans les Rhône court-circuités.**

Les cartes qui suivent illustrent la localisation les principales actions de restauration : restauration de lônes et zones humides associées ; réactivation de la dynamique fluviale sur les marges alluviales ; réinjections sédimentaires.



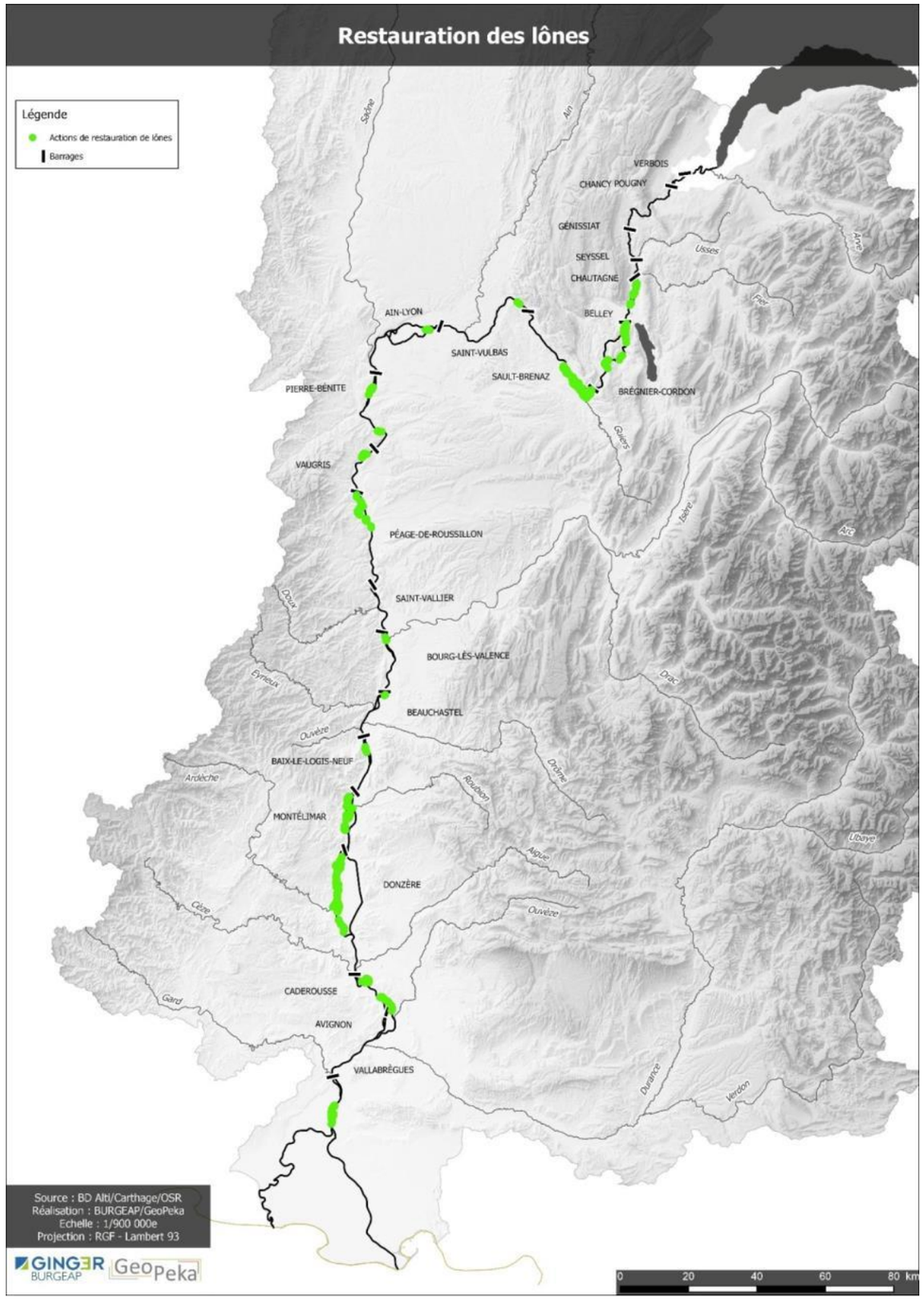
R.E1 : passe à poissons dans une retenue
RC.E1 : passe à poissons dans un RCC
R.E2 : zone de refuge piscicole à une confluence

Figure 114 : Synthèse schématique des enjeux sédimentaires pour la navigation

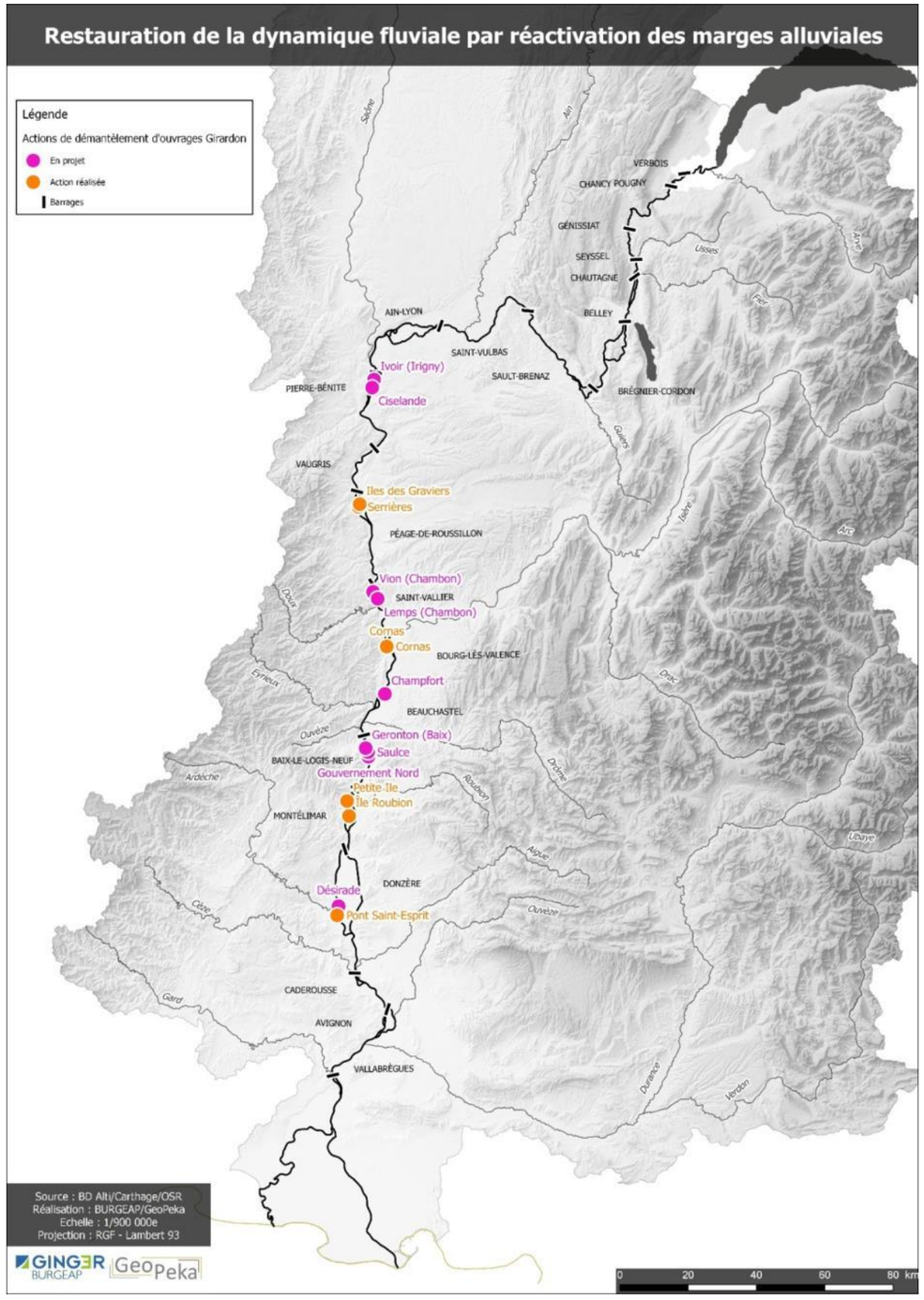
ECOLOGIE (E)

Type de tronçon homogène	Lieu	Importance écologique	Fréquence d'intervention	Importance des volumes	CALCUL	Sûreté AEP (A)
RETENUE	Passes à poissons	1	2	1	1,3	R.E1
VIEUX RHONE	Passes à poissons	1	2	1	1,3	RC.E1
RETENUE	Zones refuges aux confluences	1	2	1	1,3	R.E2

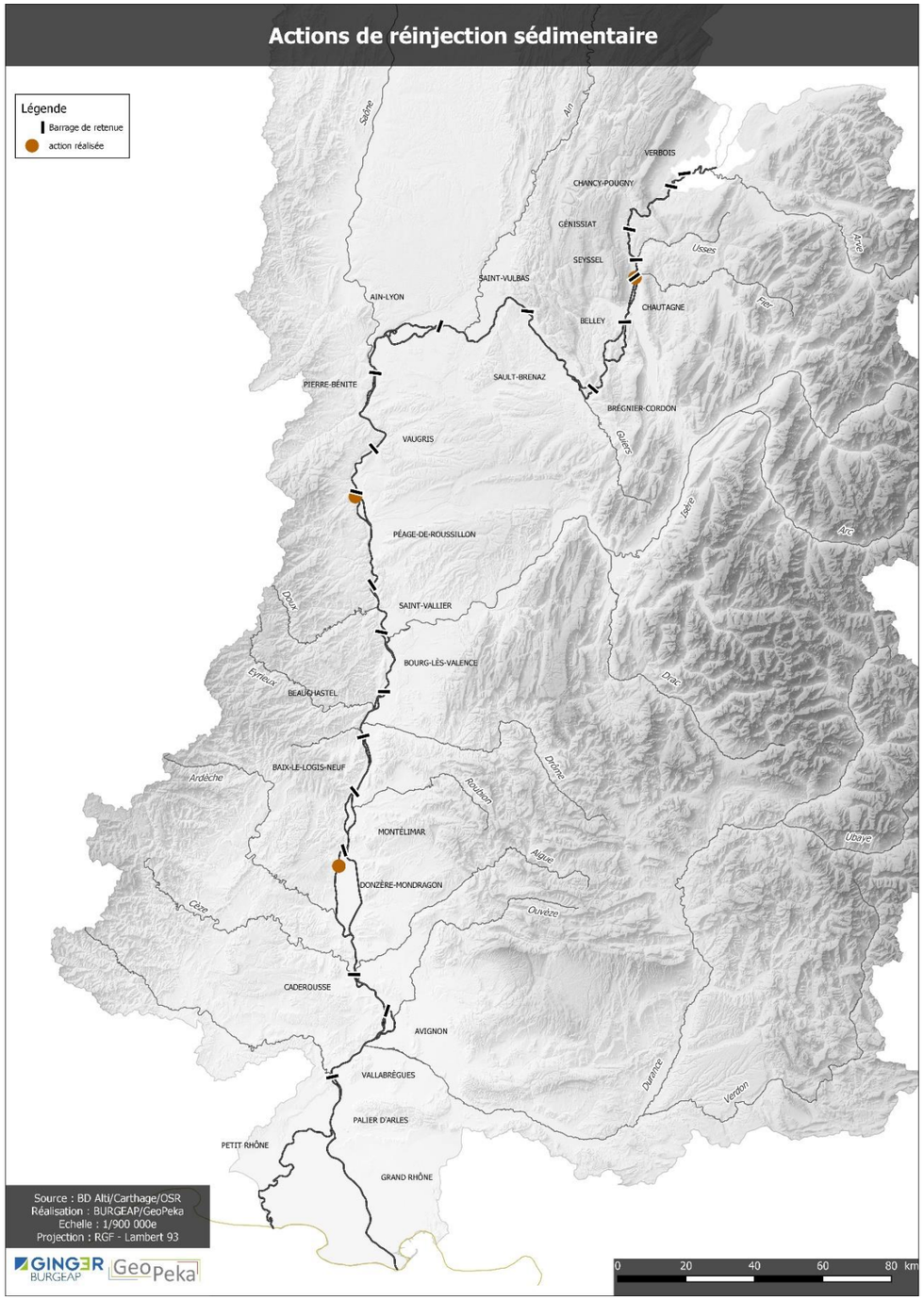
Cf. PARTIE E / §.10 pour la méthodologie de hiérarchisation des enjeux



Carte 17 : Cartographie synthétique des linéaires de lônes restaurés



Carte 18 : Cartographie synthétique des sites de réactivation des marges alluviales



Carte 19 : Cartographie synthétique des sites de réinjection sédimentaire

PARTIE C. **ENJEUX DE SURETE ET DE SECURITE**

1 Introduction

Les enjeux de sûreté-sécurité, notamment pour les risques naturels, se sont trouvés renforcés à l'échelle nationale depuis la loi n°2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile.

D'un point de vue étymologique, les termes de "sûreté" et "sécurité" sont issus de la même racine latine et traduisent la même notion : « situation d'être protégé contre une menace ». Si la déclaration des droits de l'homme emploie le terme de « sûreté », aujourd'hui on emploie plus volontiers le terme de « sécurité » pour les individus, le terme de « sûreté » étant plus usité pour les biens matériels. Par la suite, seront donc privilégiés les termes « sécurité des personnes » et « sûreté des ouvrages ».

Pour le fleuve Rhône, 4 types d'enjeux apparaissent comme étant sensibles à la gestion sédimentaire :

- Les enjeux de sûreté des ouvrages hydrauliques (barrages, digues, etc.) (S) ;
- Les enjeux de sécurité des biens et personnes vulnérables face aux crues, aux inondations, et à la mobilité latérale du lit (I) ;
- Les enjeux de sûreté-sécurité nucléaire liés aux CNPE (U) ;
- Les enjeux de sûreté-sécurité liés à l'alimentation en eau potable (A).

Les parties qui suivent sont donc organisées selon ces 4 types d'enjeux de sûreté, qui sont illustrés sur le schéma ci-contre (Figure 115). Les enjeux de sûreté et de sécurité hydrauliques sont traités dans la même partie compte tenu des considérations communes qui les lient.

Les enjeux de sécurité hydraulique portent potentiellement sur des personnes habitant la vallée du Rhône pour les inondations et l'alimentation en eau (bien qu'il existe des captages importants – cas de Nîmes-Beaucaire – qui alimentent des populations hors vallée du Rhône). Les enjeux liés aux installations nucléaires portent sur un territoire pouvant dépasser le cadre de la vallée du Rhône.

Ne sont pas traités dans cette étude les risques suivants :

- les mouvements de terrain ; il est toutefois fait référence à des mouvements de terrain connus pouvant avoir lieu aux abords des retenues de barrages (cas de Chancy-Pougny et de Verbois) ;
- les séismes ; à noter toutefois que l'événement sismique survenu le lundi 11 novembre 2019 en moyenne vallée du Rhône et centré sur Le Teil (07) a conduit la CNR à réaliser des inspections sur plusieurs barrages de la région (source : france3-regions.francetvinfo.fr) ;
- les tempêtes ; les catastrophes industrielles ; les risques terroristes ; les risques sanitaires, etc.

L'analyse des enjeux est menée et illustrée à l'échelle des tronçons types du Rhône Figure 116) en essayant de mettre en évidence des tendances générales ou au contraire des cas particuliers :

- R : la retenue (incluant le barrage de retenue) ;
- CU : le canal usinier (incluant le barrage-usine-écluse / UE) ;
- RC : le Vieux Rhône ou Rhône court-circuité (RCC) ;
- RT : le Rhône total (ou Rhône libre).

Lorsque l'ouvrage hydroélectrique ne présente pas de dérivation (Seujet, Verbois, Chancy-Pougny, Génissiat, Seyssel, Vaugris), les entités CU (canal usinier) et RC (Vieux Rhône) sont absentes et le barrage de retenue coïncide avec le barrage-usine(-écluse).

Ainsi, avec les codes d'usages et les codes de tronçons homogènes, une codification de type d'enjeux sédimentaires peut être mise en place : par exemple, un enjeu pour la navigation dans une retenue sera codifié (R.N1). Les schémas figurant dans chacune des sous-parties illustrent ces différentes configurations (voir par exemple Figure 138).

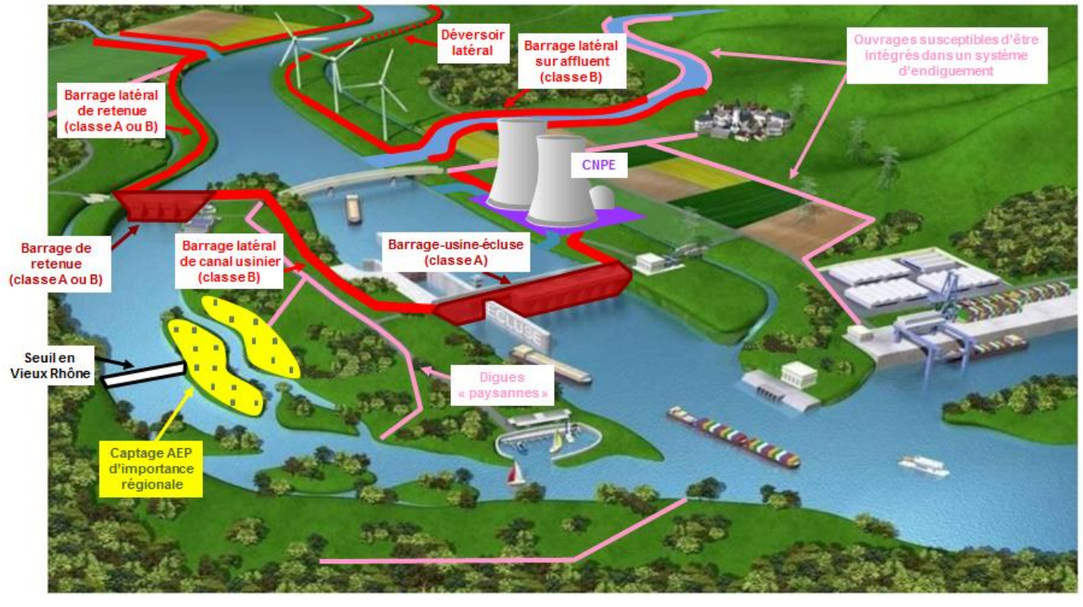


Figure 115 : Synthèse schématique des ouvrages concernés par des enjeux de sûreté

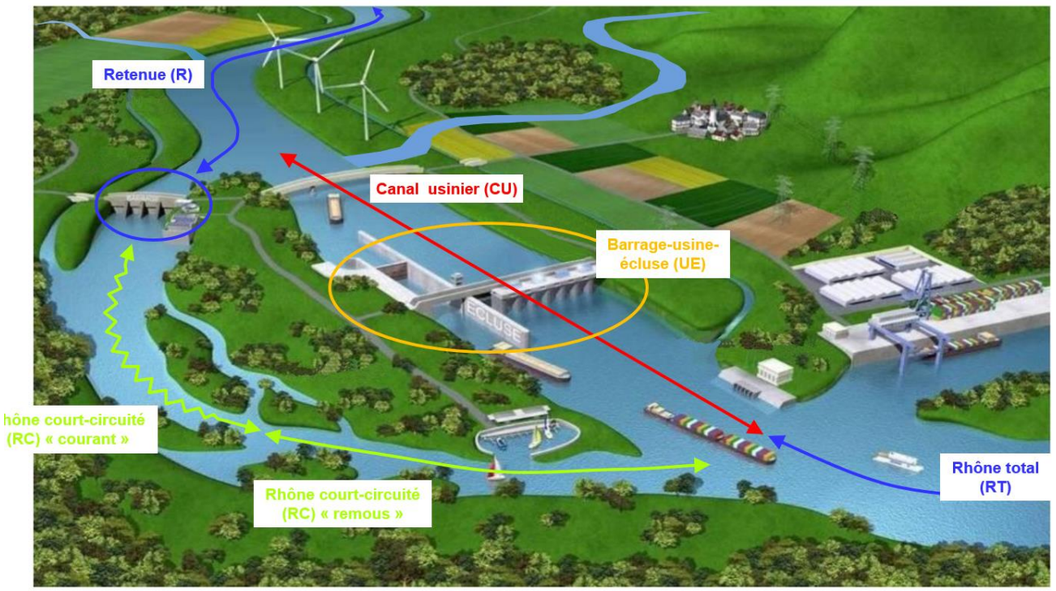


Figure 116 : Sectorisation en tronçons homogènes types

2 Les enjeux de sûreté et sécurité hydraulique

Pour la sûreté et sécurité hydraulique en lien avec le fonctionnement hydrosédimentaire du fleuve Rhône, deux types d'enjeu complémentaires peuvent être déclinés :

- **Les enjeux liés à la sûreté des ouvrages hydrauliques (S)**. Pour ces enjeux, la typologie suivante, issue de la réglementation, a été retenue pour les ouvrages :
  - **Les barrages de concession :**
    - les barrages formant retenue qui incluent les barrages de retenue et les barrages-usines éventuellement équipés d'une écluse (barrage-usine-écluse) ;
    - les barrages formant canal, appelés également « barrages latéraux », qui permettent de constituer la retenue ou de conduire les écoulements au barrage usine via un canal usinier ou canal de dérivation ;
  - **Les seuils,** qui se distinguent des barrages par une hauteur limitée (moins de 5 m en général) et une emprise limitée au lit mineur ;
  - **Les ouvrages de protection** – appelés usuellement « digues » – susceptibles d'être intégrés dans un système d'endiguement sous la responsabilité d'une collectivité GEMAPI.
- **Les enjeux liés à la sécurité publique face aux inondations, aux crues et la mobilité latérale (I)** du Rhône et de ses affluents, qui se traduisent par des aléas d'inondation, des aléas morphodynamiques et une vulnérabilité des biens et des personnes exposées aux aléas. Les risques liés à ces enjeux peuvent se trouver aggravés en cas de déficience des ouvrages hydrauliques mentionnés précédemment. Ces risques incluent également, hors périodes d'inondation, les tierces personnes aux abords des ouvrages (pêcheurs, promeneurs, kayakistes).

Ces deux familles d'enjeux sont très liées sur un plan opérationnel, puisque l'inondabilité actuelle du Rhône, du fait du caractère très aménagé du fleuve sur la quasi-totalité de son linéaire, est en grande partie dépendante du rôle des ouvrages hydrauliques lors des crues (ouvrages de concession, ouvrages de protection GEMAPI). Les aménagements de la concession CNR ont d'ailleurs été conçus pour reproduire des modes d'inondabilité similaires à ceux qui préexistaient avant les aménagements. Cependant, une brèche en crue dans un barrage de concession ou un ouvrage de protection peut modifier fortement les modes d'écoulement initiaux des crues et ainsi la vulnérabilité du territoire.

Les ouvrages de concession présentent une sensibilité supplémentaire : en effet, les réservoirs de barrage et canaux de dérivation forment des retenues d'eau permanentes, perchées au-dessus du terrain naturel environnant, et qui sont sensibles non seulement en période de crue mais également pour des débits courants. Ces ouvrages présentent ainsi un risque qui peut être qualifié de « risque industriel », dans un cadre comparable à la sûreté nucléaire (cf. partie §.3).

La typologie des enjeux renvoie ainsi à une chaîne de différentes responsabilités :

- **Pour les enjeux liés à la sûreté des ouvrages hydrauliques** : les responsabilités sont portées par les concessionnaires pour les barrages et seuils installés dans le domaine concédé. Pour les ouvrages de protection, les responsabilités sont portées par la collectivité GEMAPI ;
- **Pour les enjeux liés à la sécurité publique face aux inondations :** les responsabilités sont portées par les acteurs publics qui gèrent le territoire et dont le rôle est notamment de :
  - Planifier la prévention contre les inondations,
  - Prendre en compte les risques dans les documents et autorisation d'urbanisme,
  - Entretenir les cours d'eau non domaniaux en lien avec les propriétaires riverains,
  - Inciter les propriétaires à une diminution de la vulnérabilité des biens / personnes exposées, etc.

  Toutefois, le concessionnaire garde une responsabilité dans les linéaires non aménagés où il doit assurer une non-aggravation des risques par rapport à l'état avant aménagement.

Le schéma de la Figure 117 résume les principales responsabilités dans la lutte contre les inondations.

Les parties qui suivent décrivent successivement les ouvrages hydrauliques concernés, les aléas et vulnérabilité du territoire, puis enfin les enjeux vis-à-vis du fonctionnement hydrosédimentaire.

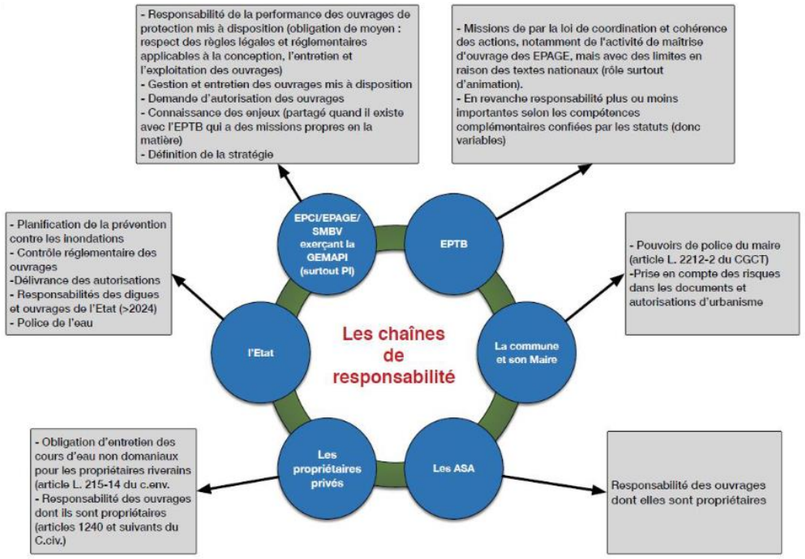


Figure 117 : Chaîne des principales responsabilités en matière de lutte contre les inondations (Landot & associés, 2019)

2.1 Ouvrages concernés par des enjeux de sûreté

2.1.1 Rappels de la réglementation

Le site de la DREAL Auvergne Rhône-Alpes (http://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/) résume les principaux éléments de réglementation concernant les ouvrages hydrauliques.

- **Les grands principes et le classement des ouvrages hydrauliques**

Les bases législatives et réglementaires qui concernent les ouvrages hydrauliques (barrages et ouvrages de protection contre les inondations) sont :

- la loi n°2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques (Site de Légifrance) ;
- le décret n°2015-526 du 12 mai 2015 dit « Décret Digues » (Site de Légifrance) ;
- le décret n°2016-530 du 27 avril 2016 relatif aux concessions d'énergie hydraulique et approuvant le modèle de cahier des charges applicable à ces concessions (Site de Légifrance).

Ces textes rappellent la responsabilité première des maîtres d'ouvrage (conception, réalisation, entretien, exploitation) pour la sécurité des ouvrages, précisent leurs obligations par rapport à la réglementation antérieure et rendent plus homogènes les obligations entre les barrages et les systèmes d'endiguement, et définissent les modalités d'instruction des demandes d'autorisation d'exécution de travaux.

Il existe trois classes d'importance pour les barrages et autant pour les systèmes d'endiguement, de la classe A (pour les ouvrages les plus importants) à la classe C. Les critères permettant de déterminer la classe d'un ouvrage hydraulique sont fixés aux articles R 214-112 et R 214-113 du Code de l'environnement.

Pour les barrages, la classe est essentiellement fonction de la hauteur du barrage et du volume d'eau retenu. Pour les systèmes d'endiguement, la classe est fonction du nombre de personnes protégées par l'ouvrage.

Les ouvrages hydrauliques sont classés en fonction de l'importance des risques et des enjeux qui leurs sont propres, notamment en cas de défaillance de l'ouvrage.

A partir du décret n°2007-1745 du 11 décembre 2007, qui découlait de la loi de modernisation de la sécurité civile n°2004-811 du 13 août 2004, les digues et les barrages ont été classées en quatre classes de A à D en fonction de leurs caractéristiques géométriques (hauteur d'ouvrage, volume de retenue) et de la présence de biens et personnes vulnérables (population). On notera que la hauteur s'entend comme la hauteur de génie civil de l'ouvrage (de sommet d'ouvrage à la base des fondations), et non comme le dénivelé de chute d'eau.

Le décret n°2015-526 du 12 mai 2015 a modifié les règles applicables aux ouvrages hydrauliques, notamment les modalités de classement de ces ouvrages, et a introduit de nouvelles notions. En effet, avec la mise en place de la compétence GEMAPI (Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations) sont apparues dans la réglementation les notions de « système d'endiguement » et d'« ouvrages hydrauliques » en remplacement de la notion de « digue ». Le décret de 2015 a également simplifié certaines règles et a conduit à supprimer notamment la classe D ; un ouvrage classé D au titre du décret de 2007 reste toutefois classé D après 2015 (cas du barrage du canal de Savières sur l'UHC#06-BEL).

Le décret n°2019-895 du 28 août 2019 porte diverses dispositions d'adaptation des règles relatives aux ouvrages de prévention des inondations, dont notamment la suppression du critère de hauteur minimale de 1,50 m pour les digues.

• Fiabilité d'un ouvrage

Dans la continuité de l'arrêté du 12 juin 2008 définissant l'étude de dangers des barrages et des digues, une digue fiable peut être considérée comme une digue ne présentant pas les caractéristiques suivantes :

- défaut de la stabilité générale de la digue ;
- risque de rupture par érosion interne dans le corps de la digue ou dans la fondation ;
- risque de rupture par surverse ;
- risque de dysfonctionnement ou de rupture d'un organe de la digue ou d'un organe traversant ;
- défaut de stabilité de la digue suite à érosion par le courant, suite à évolution morphodynamique, suite à désordre en fondation, ou encore suite à un affouillement après surverse.

• Les livrables réglementaires

Les propriétaires ou gestionnaires de ces ouvrages (à l'exception des barrages de classe C) doivent produire une étude de dangers, conformément aux articles R.214-115 à R.214-117 du Code de l'environnement. Celle-ci étudie les risques auxquels un ouvrage expose la population, que la cause soit interne ou externe à l'ouvrage ; prend en compte la probabilité d'occurrence, l'intensité et la cinétique des effets ainsi que la gravité des conséquences des accidents potentiels.

Les gestionnaires d'ouvrages doivent notamment établir un document d'organisation, tenir à jour un registre de l'ouvrage, effectuer des visites techniques approfondies, établir régulièrement des rapports de surveillance et d'auscultation, conformément aux art. R.214-122 à R.214-126 du Code de l'environnement.

• Gestion et entretien des systèmes d'endiguement

La gestion des systèmes d'endiguement contre les inondations est désormais une mission qui relève de la compétence GEMAPI introduite par la loi n°2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et l'affirmation des métropoles (MAPTAM). Ces dispositions ont ensuite été complétées et mises à jour par la loi portant nouvelle organisation territoriale de la République (NOTRe) du 7 août 2015, la loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages du 8 août 2016 et la loi GEMAPI du 30 décembre 2017. Plusieurs décrets d'application ont été pris ainsi que des circulaires. L'ensemble de ces dispositions réglementaires est codifié au sein des articles R.562-12 et suiv. du Code de l'Environnement.

• Gestion et entretien des concessions

Les gestionnaires d'ouvrages hydrauliques concédés doivent appliquer les dispositions du cahier des charges de la concession, ainsi que celles issues du code de l'énergie. Le code de l'énergie définit notamment les modalités à suivre pour les demandes d'autorisation d'exécution de travaux d'établissement ou de modification de la concession (articles R.521-31 à R.521-39), ainsi que celles relatives aux demandes d'autorisation d'exécution de travaux d'entretien ou de grosse réparation (articles R.521-40 à R.521-42). Le code de l'énergie rend également applicables certains articles du code de l'environnement aux ouvrages concédés, notamment concernant les dispositions réglementaires relatives à la sécurité et à la sûreté des ouvrages hydrauliques (articles R.521-43 à R.521-45).

• Plan particulier d'Intervention (PPI) du barrage de Génissiat

Le barrage de Génissiat est un ouvrage hydroélectrique mis en service en 1948, exploité par la CNR et implanté sur la commune d'Injoux-Génissiat dans le Département de l'Ain (01).

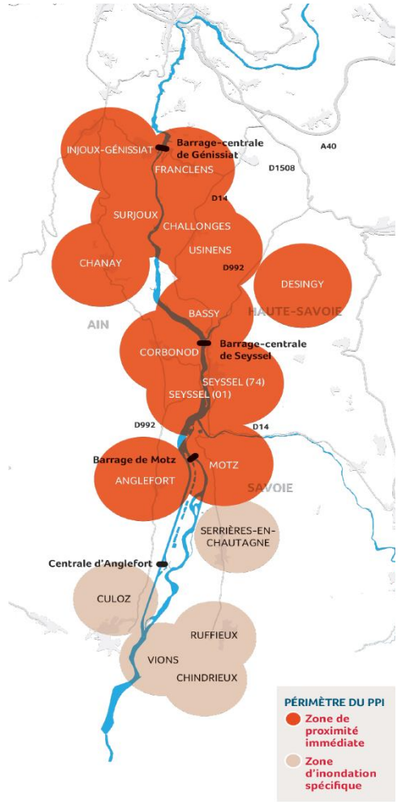
L'article R741-18 du code de la sécurité intérieure impose la réalisation de plans particuliers d'intervention (PPI) pour les ouvrages d'une capacité supérieure à 15 millions de m³ et d'une hauteur de plus de 20 m, comme c'est le cas pour le barrage de Génissiat (volume initial de 56 hm³ ; hauteur sur fondations de 103,70 m).

Le PPI, établi sous l'autorité du préfet coordonnateur, décline pour le risque considéré, les orientations de la politique de sécurité civile en matière notamment de mobilisation de moyens, d'information et d'alerte. Il définit les mesures de sauvegarde et de protection à mettre en œuvre ainsi que les missions et responsabilités de chacun des intervenants.

Les communes concernées par le risque du barrage relèvent de trois zones distinctes : la zone de proximité immédiate, la zone d'inondation spécifique situées dans le périmètre d'action du PPI et une zone d'inondation au-delà.

Trois départements sont concernés par le périmètre d'application du PPI, et ce, pour un total de 18 communes :

- 7 communes dans l'Ain situées sur les arrondissements de Belley et Nantua : Anglefort, Chanay, Corbonod, Culoz, Injoux-Génissiat, Seyssel et Surjoux-Lhopital ;
- 6 communes en Haute-Savoie situées sur l'arrondissement de Saint-Julien-en-Genevois : Bassy, Challonges, Desingy, Franclens, Seyssel et Usinens ;
- 5 communes en Savoie situées sur l'arrondissement de Chambéry : Chindrieux, Motz, Ruffieux, Serrières-en-Chautagne et Vions.



Les riverains peuvent s'inscrire afin de recevoir des alertes, sur le lien suivant : https://www.inscription-volontaire.com/cnr-ppi-barrage-genissiat/

À ce titre, le PPI a été construit en étroite collaboration avec les services interministériels de défense et de protection civile (SIDPC) des Départements de la Savoie et de la Haute-Savoie, ainsi que la direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL), les groupements de gendarmerie, les services d'incendie et de secours (SDIS) et les services d'aide médicale urgente (SAMU) des trois Départements concernés. Les maires et habitants des communes concernées ont également été consultés.

Figure 118 : Périmètre du PPI du barrage de Génissiat

• Précisions réglementaires complémentaires

Un certain nombre d'arrêtés et de circulaires ministériels complètent le dispositif réglementaire : http://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/dispositions-legislatives-et-reglementaires-a10640.html

Tableau 18 : Classement des systèmes d'endiguements et barrages d'après le décret du 12 mai 2015

Classe d'un système d'endiguement ou un aménagement hydraulique suivant le décret du 12 mai 2015	
Classe de l'ouvrage	**Populations protégées**
A	P > 30 000
B	3 000 < P ≤ 30 000
C	30 < P ≤ 3 000

Classe de barrage suivant le décret du 12 mai 2015	
Classe de l'ouvrage	**Caractéristiques géométriques de l'ouvrage**
A	H ≥ 20 et H² x V½ ≥ 1 500
B	Ouvrage non classé en A et pour lequel H ≥ 10 et H² x V½ ≥ 200
C	a) Ouvrage non classé en A ou B et pour lequel H ≥ 5 et H² x V½ ≥ 20 b) Ouvrage pour lequel les conditions prévues au a ne sont pas satisfaites mais qui répond aux conditions cumulatives ci-après : i) H > 2 ; ii) V > 0,05 ; iii) il existe une ou plusieurs habitations [1] à l'aval du barrage jusqu'à une distance par rapport à celui-ci de 400 mètres.

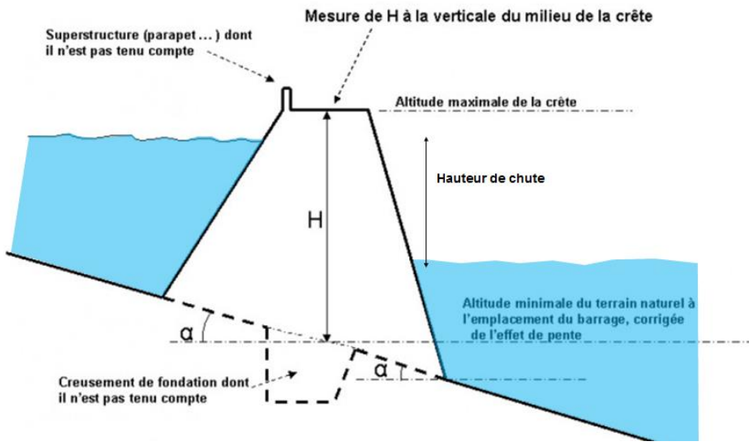


Figure 119 : Détermination de la hauteur d'un ouvrage (AIDA)

2.1.2 Sources de données

Les éléments développés par la suite et décrits de façon détaillée dans les fiches UHC sont issus des données géographiques pour les concessions hydroélectriques (CNR, EDF, SFMCP, SIG), de la connaissance des ouvrages obstacles à l'écoulement (ROE), et enfin de la base des données des DREAL sur les ouvrages hydrauliques français (extraits de la base de données SIOUH / Système d'Information sur les OUvrages Hydrauliques).

On notera que les données DREAL transmises pour les barrages latéraux et les ouvrages de protection comportaient certaines inexactitudes qui ont été corrigés respectivement dans des tables SIG dénommées « autres_ouvrages_SDGS » et « tronçon_digue_DREAL_SDGS ».

2.1.3 Barrages de retenue et barrage latéraux

• Principes de conception initiale des aménagements hydroélectriques

Les aménagements hydroélectriques ont été conçus avec les principes suivants :

- Dimensionnement des ouvrages et des évacuations pour la crue millénale (Q1000) ;
- Ligne d'eau en crue non majorée par rapport à la situation avant aménagement dans les linéaires non endigués (Rhône total en queue de retenue, Vieux Rhône ;
- Dans les linéaires endigués de la retenue, les barrages latéraux insubmersibles assurent une revanche de 0,50 à 1,00 m par rapport à la ligne d'eau de crue de projet (Q1000) ;
- Un niveau normal de retenue est défini pour chaque retenue soit au droit du musoir d'entrée dans le canal d'amenée soit à un point défini au sein de cette retenue. Ce niveau est dit « normal » pour tous les débits du Rhône dont le niveau avant aménagement était inférieur à cette cote ;
- Le plan d'eau de la retenue peut être abaissée en exploitation normale jusqu'à une cote limite ; le plan d'eau peut être encore davantage abaissé jusqu'à une cote définie pour chaque aménagement lors d'éventuelles opérations de chasses.

Ainsi, les barrages de retenue sont conçus pour « s'effacer » lors des épisodes de crues, grâce à leur ouverture progressive et complète pendant les crues, ce qui permet par ailleurs de décharger progressivement les usines hydroélectriques. Le Rhône retrouve ainsi graduellement une pente de ligne d'eau continue, et le dénivelé pour produire de l'hydroélectricité aux usines se réduit, entraînant une réduction du débit turbiné.

Pour assurer la sûreté des ouvrages, le niveau du plan d'eau doit respecter une cote consigne en un point particulier que l'on appelle Point de Réglage (PR). Une cote de plan d'eau trop basse fait courir des risques à la navigation et à l'environnement, tandis qu'une cote trop haute risque de provoquer des surverses, par-dessus les digues insubmersibles de la retenue, ou même conduire à la ruine de la digue insubmersible.

La gestion du Rhône s'opère dans le strict respect du Cahier des Charges Général, des Cahiers des Charges Spéciaux et des Consignes d'Exploitation propres à chaque aménagement et approuvées par les autorités de contrôle. La sûreté hydraulique, la sûreté d'exploitation et la sécurité des personnes priment sur la gestion de la production (EDF-CNR, 2018).

Les barrages de concession sur le fleuve Rhône sont des ouvrages appartenant à l'Etat et intégrés dans une concession. En dehors de la CNR qui détient la concession du Rhône incluant 18 complexes hydroélectriques du Rhône, les autres concessionnaires sont EDF (ouvrage de Jons-Cusset / UHC#10-ALY), la SFMCP (ouvrage de Chancy-Pougny / UHC#02-CHP) et les SIG (ouvrages de Verbois et Seujet / UHC#01-SUI).

Les barrages de concession sur le fleuve Rhône répondent à 2 catégories :

- **les barrages formant retenue**, qui correspondent à des ouvrages en travers du lit d'un cours d'eau, et classiquement appelés « barrages ». Dans cette catégorie, on peut distinguer 1) les barrages de retenue et/ou de dérivation vers un canal usinier, et 2) les barrages-usines où sont installés les groupes de production hydroélectrique ; ces derniers ouvrages peuvent être équipés d'une écluse – ils se dénomment alors « barrage-usine-écluse » – et éventuellement d'un déchargeur.
- **les barrages formant canal**, appelés également « barrages latéraux », qui correspondent à des ouvrages d'endiguement de canaux usiniers ou de retenue. Ces ouvrages longitudinaux entrent dans la catégorie des barrages dans la mesure où ils ont un rôle similaire à celui d'un barrage formant retenue (retenue d'eau, risque de rupture, etc.). Ils ne sont pas qualifiés d'ouvrage de protection ou de digues.

  Dans les barrages latéraux, on peut distinguer 1) les « barrages latéraux insubmersibles », dimensionnés pour une crue de projet (généralement Q1000) et dont la revanche avant débordement est de 0,50 à 1,00 m ; et 2) des « barrages latéraux avec déversoirs » ; ceux-ci sont dimensionnés pour accepter un déversement en crue (pour un débit de Q10 à Q100 environ).

Les barrages de concession du fleuve Rhône font actuellement tous l'objet d'un classement au titre de la sûreté. Ces classements ont eu lieu entre 2008 pour les premiers et 2019 pour les derniers.

- **Barrages de retenue et barrages-usines-écluses**

Les données sur les barrages formant retenue dans les concessions sont rassemblées dans le Tableau 11 et illustrées par la Carte 20.

Le Rhône présente ainsi, entre Genève et la Méditerranée :

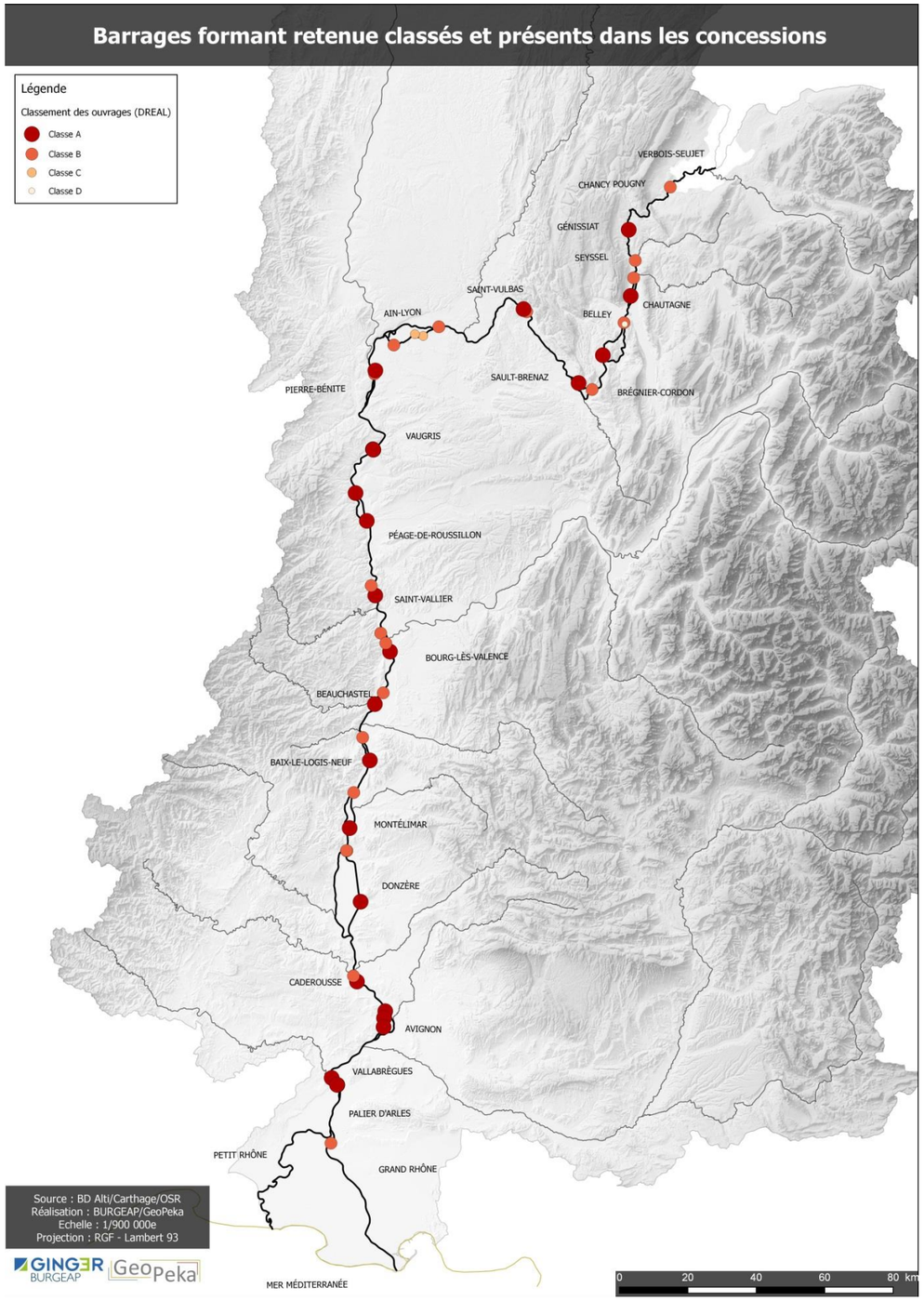
- **16 barrages de dérivation** (3 ouvrages de classe A et 13 de classe B), auxquels s'ajoute le barrage de l'Isère embranché sur le canal usinier de Bourg-lès-Valence (classe B ; UHC#15-BLV). Ainsi, sur les 22 complexes hydrauliques du fleuve Rhône (Avignon et Sauveterre ne faisant qu'un complexe hydroélectrique), 16 disposent d'une dérivation vers un canal usinier, et 6 turbinent au fil de l'eau (Seujet, Verbois, Chancy-Pougny, Génissiat, Seyssel, Vaugris) ;
- **23 barrages-usines** (pour 22 complexes hydroélectriques) dont 21 sur le territoire français (soit 18 ouvrages de classe A et 3 de classe B) et 2 en Suisse. Parmi les 21 ouvrages français, les 12 ouvrages du Rhône aval comportent des dispositifs d'écluses et sont ainsi dénommés « barrage-usine-écluse » ; 3 des 7 barrages-usines du Haut-Rhône français disposent d'une écluse adjacente, non incluse dans le classement d'ouvrage. Le barrage du Seujet en Suisse dispose également d'une écluse ;
- A ces ouvrages, s'ajoutent des ouvrages secondaires localisés sur le Rhône : passe navigable et barrage de garde de Donzère (classe B ; UHC#19-DZM) ; barrage de Jonage (classe C ; UHC#10-ALY) ; à noter que les écluses des barrages de Cusset et de Jonage ne sont pas considérées comme fonctionnelles ;
- Enfin, hors Tableau 11 mais figurant toutefois sur la cartographie, peuvent être mentionnés d'autres ouvrages annexes au Rhône : le barrage de Savières (hauteur d'ouvrage 4,9 m ; classe D ; UHC#06-BEL) ; la porte aval de l'écluse du canal d'Arles à Bouc (classe B ; UHC#24GRH).

Tableau 19 : Inventaires des barrages de retenue classés sur le Rhône

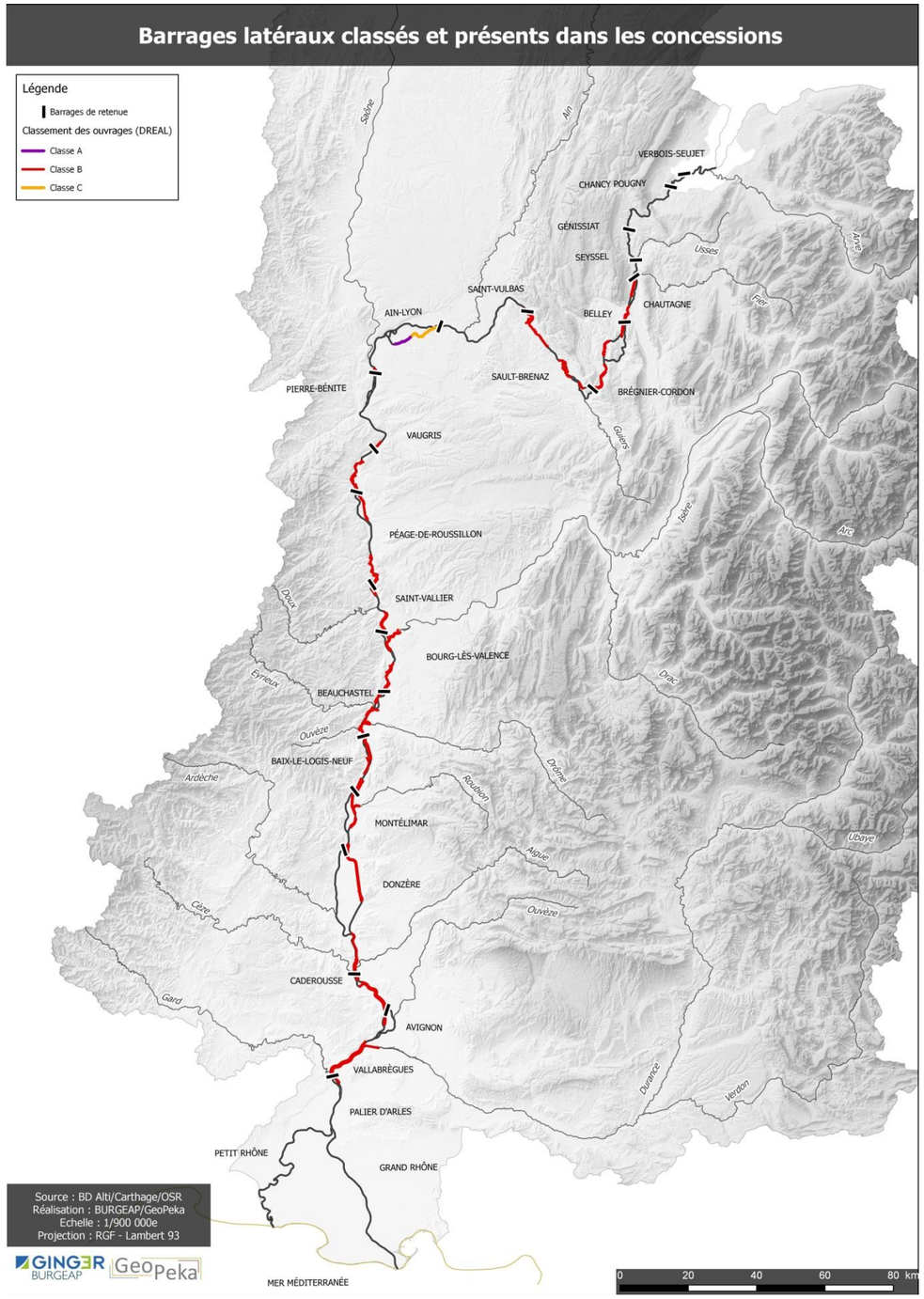
UHC	Unité	Barrage de retenue (dérivation)	Classe	Hauteur OH (m)	Usine	Type d'ouvrage	Classe	Hauteur OH (m)	Hauteur chute (m)
01-SUI	Seujet-Verbois	-	-	-	Seujet	Barrage-usine-écluse	NC		3,00
		-	-	-	Verbois	Barrage-usine	NC		20,00
02-CHP	Chancy-Pougny	-	-	-	Chancy-Pougny	Barrage-usine	B		11,00
03-GEN	Génissiat	-	-	-	Génissiat	Barrage-usine	A		64,50
04-SEY	Seyssel	-	-	-	Seyssel	Barrage-usine	B		7,50
05-CHA	Chautagne	Motz	B	14,30	Anglefort	Barrage-usine*	A	33,10	17,00
06-BEL	Belley	Lavours	B	11,60	Brens-Virignin	Barrage-usine*	A	33,40	20,60
07-BRC	Brégnier-Cordon	Champagneux	B	12,30	Brégnier-Cordon	Barrage-usine*	A	28,70	13,70
08-SAB	Sault-Brénaz	Villebois	B	15,50	Porcieu-Amblagnieu	Barrage-usine	A	27,80	7,50
09-VUL	St-Vulbas	-	-	-	-	-	-	-	-
10-ALY	Ain-Lyon	Jons	B	16,70	Cusset Jonage	Barrage-usine Barrage	B C	17,3 9,9	12,00
11-PBN	Pierre-Bénite	Pierre-Benite	B	13,50	Pierre-Bénite	Barrage-usine-écluse	A	27,60	9,00
12-VAU	Vaugris	-	-	-	Vaugris	Barrage-usine-écluse-canal de défeuillage	A	NC	6,70
13-PDR	Péage-de-Roussillon	St-Pierre-de-Bœuf	A	20,95	Sablons	Barrage-usine-écluse	A	39,20	12,20
14-STV	Saint-Vallier	Arras	B	15,20	Gervans	Barrage-usine-écluse	A	35,20	11,50
15-BLV	Bourg-lès-Valence	La Roche de Glun Isère	B B	12,00 16,40	Bourg-lès-Valence	Barrage-usine-écluse	A	NC	11,70
16-BEA	Beauchastel	Charmes-sur-R.	B	14,00	Beauchastel	Barrage-usine-écluse-déchargeur	A	28,20	11,80
17-BLN	Baix-Le-Logis-Neuf	Le Pouzin	B	13,80	Le-Logis-Neuf	Barrage-usine-écluse	A	NC	11,70
18-MON	Montélimar	Rochemaure	B	18,00	Châteauneuf-du-R.	Barrage-usine-écluse-déchargeur	A	35,20	16,50
19-DZM	Donzère-Mondragon	Donzère Passes Navigables Barrage de garde	B B B	19,50	Bollène	Barrage-usine-écluse	A	42	22,50
20-CAD	Caderousse	Caderousse	B	18,50	Caderousse	Barrage-usine-écluse-déchargeur	A	32,25	8,60
21-AVI	Avignon	Villeneuve	A	20,50	Sauveterre Avignon	Barrage-usine Barrage-usine-écluse-déchargeur	A A	29,50 31,75	9,50 9,50
22-VAL	Vallabrègues	Vallabrègues	A	NC	Beaucaire	Barrage-usine-écluse	A	NC	11,30
23-ARL	Palier d'Arles	-	-	-	-			-	-
24-GRH	Grand Rhône	-	-	-	-			-	-
25-PRH	Petit Rhône	-	-	-	-			-	-
Hauteur moyenne (m)				**15,8**				**32,07**	**14,92**

NC : non communiqué

* pour ces ouvrages, les écluses ne sont pas attenantes au barrage-usine



Carte 20 : Barrages formant retenue classés et présents dans les concessions



Carte 21 : Barrages latéraux classés et présents dans les concessions

- **Barrages latéraux**

Les barrages latéraux ou « barrages formant canal » des concessions sont situés le long du Rhône et de certains affluents. Ces ouvrages classés constituent l'essentiel de ce qui est communément appelé l'endiguement du Rhône, sous concession CNR, hormis sur l'UHC#10-ALY où les barrages latéraux en rive droite du canal de Jonage sont sous concession d'EDF.

Ces ouvrages de protections sont classés principalement en classe B, hormis sur l'UHC#10-ALY où les ouvrages de protection du canal de Jonage sont de classes A et C (cf. Tableau 20 ; Figure 120 ; Carte 21).

Au total, en considérant les linéaires d'ouvrages cumulés sur les deux rives, 395 km de barrages latéraux longent le Rhône, soit environ 200 km de linéaires de fleuve (soit 37% du linéaire total). La majeure partie de ces ouvrages est concentré sur les UHC en aval du barrage de Vaugris (Figure 120). On note toutefois des linéaires complémentaires à hauteur des aménagements du Haut-Rhône, de Chautagne à Sault-Brénaz.

Plusieurs affluents disposent sur leur linéaire en amont de la confluence avec le Rhône de barrages latéraux intégrés à la concession CNR et en continuité avec les barrages latéraux du Rhône. Ces protections sont intégrées dans les systèmes d'endiguement du Rhône et sont de classe B. Les affluents présentant les linéaires de barrages latéraux les plus importants sont l'Isère (8,87 km de berge, soit environ 4,4 km de cours d'eau), la Durance (7,71 km ; resp. 3,9 km), la Drôme (4,43 km ; resp. 2,2 km) et le Roubion (4,06 km ; resp. 2,0 km). Le linéaire total de barrages latéraux sur les affluents intégré dans les concessions est de plus de 31 km (soit 7 % du total cumulé avec les barrages latéraux du Rhône).

2.1.4 Seuils

En dehors des barrages de concession, le Rhône présente plusieurs seuils installés dans des linéaires courants, en général de Rhône court-circuité ; ceux-ci peuvent avoir un impact significatif sur la ligne d'eau, le profil en long et le fonctionnement hydromorphologique.

Ces ouvrages sont au nombre de 17 au total et sont répertoriés dans le Tableau 13. Ces seuils jouent principalement le rôle de stabilisation du profil en long des Vieux Rhône. Le seuil de la brèche de Neyron contrôle l'entrée des écoulements dans le Vieux-Rhône du même nom. Tous ces seuils sont situés sur des linéaires de Vieux Rhône sauf celui du pont de Pougny sur une portion de Rhône total, en limite des UHC#02-CHP et UHC#03-GEN.

La majeure partie de ces seuils est située sur le Haut-Rhône : Chancy-Pougny, Vieux-Rhône de Chautagne (2 seuils), Vieux-Rhône de Belley (3 seuils), Vieux-Rhône de Brégnier-Cordon (1 seuil), Vieux-Rhône de Sault-Brénaz (2 seuils) et Canal de Miribel (4 seuils).

En aval de Lyon, 4 seuils sont présents : seuil de Peyraud sur le Vieux Rhône de Péage-de-Roussillon ; seuil de Beaucaire sur le Vieux Rhône du même nom. Peuvent être mentionnés également les 2 seuils en amont de la voie ferrée sur le Vieux Rhône de Péage-de-Roussillon, mais ceux-ci sont noyés dans le remous de la retenue de St-Vallier.

Enfin, il existe de nombreux seuils sur les linéaires aval d'affluents, à proximité des confluences : Ardèche, Gardon, Durance, etc.

Au moment de la rédaction du présent rapport, aucun de ces seuils n'avait fait l'objet de classement au titre de la sûreté.

On notera qu'il existe d'autres configurations de seuils naturels ou anthropiques qui n'ont pas lieu d'être classés au titre de la sûreté des ouvrages :

- Seuil sous fluvial, en entrée de canal usinier ou de dérivation, destiné à limiter les entrées de sédiments grossiers. En dehors du canal de Jonage, la plupart des dérivations de la vallée sont équipées de tels ouvrages (communication CNR) ;
- Seuils naturels : seuil sous fluvial de Méant (UHC#10-ALY), seuil sous fluvial de Terrin (UHC#24-GRH), ces deux seuils ayant fait l'objet de déroctages pour la navigation ;
- Seuils rocheux naturels dont l'émergence est favorisée par l'incision du lit : affleurements rocheux dans les Vieux Rhône de Baix-Le-Logis-Neuf (UHC#17-BLN), Donzère-Mondragon (UHC#19-DZM), etc.

Tableau 20 : Inventaires des barrages latéraux classés sur le Rhône et ses affluents

UHC	Unité	Linéaire total sur le Rhône (km)	Classe	Affluent avec barrages latéraux dans la concession	Linéaire sur affluent (km)	TOTAL (km)
01-SUI	Seujet-Verbois	-				-
02-CHP	Chancy-Pougny	-				-
03-GEN	Génissiat	-				-
04-SEY	Seyssel	-				-
05-CHA	Chautagne	12,98	B			12,98
06-BEL	Belley	20,18	B			20,18
07-BRC	Brégnier-Cordon	29,76	B			29,76
08-SAB	Sault-Brénaz	18,58	B	La Brive La Perna Le Furon	0,62 0,46 0,96	20,62
09-VUL	St-Vulbas	-				-
10-ALY	Ain-Lyon	15,18	A, C			15,18
11-PBN	Pierre-Bénite	2,34	B			2,34
12-VAU	Vaugris	2,85	B			2,85
13-PDR	Péage-de-Roussillon	29,37	B	La Varèze La Valencize	0,25 0,44	30,06
14-STV	Saint-Vallier	19,45	B	Le R. de Traverse La Cance l'Ay	0,25 1,03 1,01	21,74
15-BLV	Bourg-lès-Valence	26,17	B	L'Isère	8,87	35,04
16-BEA	Beauchastel	23,72	B	L'Embroye	0,70	24,42
17-BLN	Baix-Le-Logis-Neuf	28,28	B	La Drôme L'Ouvèze	4,43 0,67	33,38
18-MON	Montélimar	35,12	B	Le Roubion	4,06	39,18
19-DZM	Donzère-Mondragon	38,05	B			38,05
20-CAD	Caderousse	23,47	B			23,47
21-AVI	Avignon	30,68	B			30,68
22-VAL	Vallabrègues	35,07	B	La Durance	7,71	42,78
23-ARL	Palier d'Arles	-				-
24-GRH	Grand Rhône	3,88	B			3,88
25-PRH	Petit Rhône	-				-
Total Rhône (km)		**395,13**			**31,46**	**426,59**

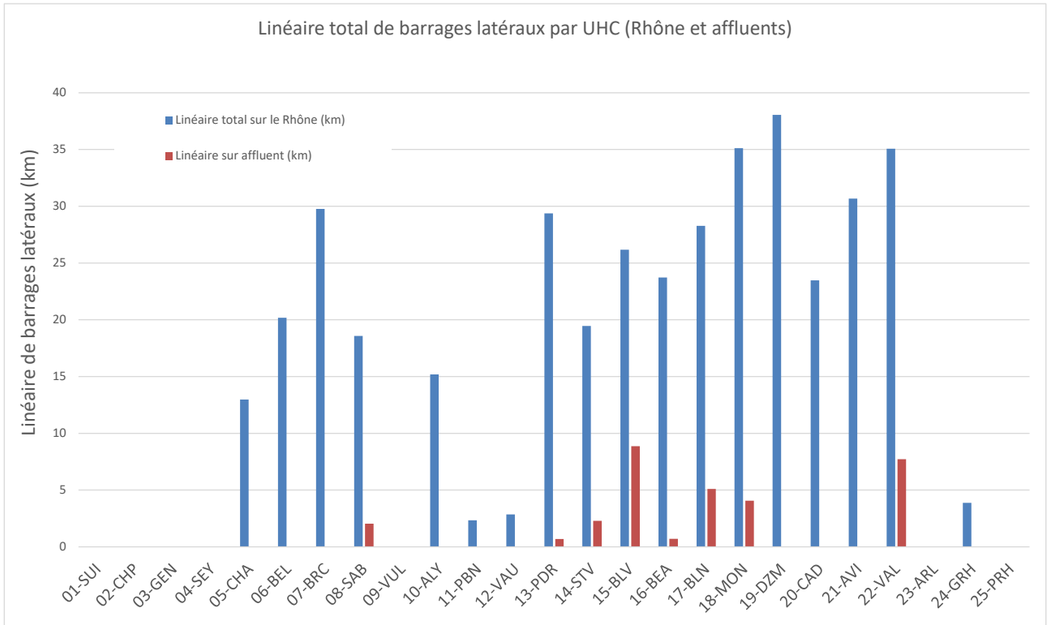


Figure 120 : Linéaire de barrages latéraux par UHC

Tableau 21: Inventaire des seuils d'origine anthropique sur le Rhône et les Vieux Rhône

UHC	Unité	Nombre de seuils	Localisation	Seuils d'origine anthropique (hauteur de chute approximative en m)
01-SUI	Seujet-Verbois	0		
02-CHP	Chancy-Pougny	1	Rhône total	Seuil du pont de Pougny (1,60)
03-GEN	Génissiat	0		
04-SEY	Seyssel	0		
05-CHA	Chautagne	2	Vieux Rhône	Seuil Salomon (0,40), seuil des Grandes Îles (0,50)
06-BEL	Belley	3	Vieux Rhône	Seuil de Fournier (1,10), de Lucey (1,20), de Yenne (3)
07-BRC	Brégnier-Cordon	1	Vieux Rhône	Seuil des Molottes (2)
08-SAB	Sault-Brénaz	2	Vieux Rhône	Seuil de Pérollière (0,70), seuil du Grand-Sault (1,50)
09-VUL	St-Vulbas	0		
10-ALY	Ain-Lyon	4	Vieux Rhône	Seuil du PK14 (1), seuil du PK9 (0,30), seuil TEO (2,50), seuil de la brèche de Neyron (1)
11-PBN	Pierre-Bénite	0		
12-VAU	Vaugris	0		
13-PDR	Péage-de-Roussillon	3	Vieux Rhône	Seuil de Peyraud (2,30), double seuil noyé de la voie SNCF
14-STV	Saint-Vallier	0		
15-BLV	Bourg-lès-Valence	0		
16-BEA	Beauchastel	0		
17-BLN	Baix-Le-Logis-Neuf	0		
18-MON	Montélimar	0		
19-DZM	Donzère-Mondragon	0		
20-CAD	Caderousse	0		
21-AVI	Avignon	0		
22-VAL	Vallabrègues	1	Vieux Rhône	Seuil de Beaucaire (2)
23-ARL	Palier d'Arles	0		
24-GRH	Grand Rhône	0		
25-PRH	Petit Rhône	0		
Total Rhône		**17**		

2.1.5 Ouvrages de protection ou « digues »

En complément des « barrages latéraux » ou « barrages formant canal », les UHC du Rhône présentent des linéaires importants d'ouvrages de protection répertoriés en tant que « ouvrages de protection » ou « digues ». Ces ouvrages peuvent compléter les barrages latéraux sur le linéaire du Rhône, protéger tout ou partie des Vieux-Rhône, ou protéger les plaines bordant les affluents.

Le détail de ces digues est présenté dans les fiches UHC.

On remarque plusieurs linéaires de retenue du Rhône où sont présentes des digues de protections qui pré-existaient avant les aménagements de la concession et qui viennent prolonger le rôle des barrages latéraux formant retenue. Parmi les principales :

- En rive droite de la retenue de Pierre-Bénite (PBN-3) à hauteur de la confluence de l'Yzeron (PK0 à PK2,4) ;
- En rive gauche de la retenue de Vaugris (VAU-12) à hauteur de Vienne du PK22,81 jusqu'au pont de l'A7 (PK 32,73) ;
- En rive droite de la retenue de Péage-de-Roussillon à hauteur de Condrieu depuis la confluence avec le Bassenon (PK 38,49) jusqu'au barrage latéral CNR (PK 39,16) ;
- A hauteur de la traversée de Tournon-sur-Rhône et Tain-l'Hermitage (PK90,00 à 93,21) sur les deux rives de la retenue de Bourg-Lès-Valence ;
- Depuis la restitution du canal de Montélimar (PK166,35) jusqu'au pont du Robinet (PK169,62), la rive droite est quasiment intégralement endiguée (digues de St-Michel, de St-Nicolas). En rive gauche à hauteur du PK167,5 à PK168, on note la présence d'une digue ;
- En aval de la restitution de Donzère-Mondragon (PK 200,79) jusqu'au PK 203,00, la rive droite du Rhône est endiguée.

Ces ouvrages n'ont généralement pas été intégrés dans la concession car ils étaient présents avant les aménagements hydroélectriques.

L'analyse des linéaires d'ouvrages de protection par UHC (Tableau 22, Figure 121 et Carte 22) indique que les UHC du Rhône aval (de Donzère-Mondragon jusqu'à la Méditerranée) présentent les linéaires les plus importants de digues :

- L'UHC de Donzère Mondragon (19-DZM) présente un important linéaire (99,3 km) lié à la présence de nombreuses anciennes digues le long du Vieux-Rhône et de la plaine inondable de Donzère ;
- Les UHC d'Avignon (21-AVI) et Vallabrègues (22-VAL) présentent des linéaires importants du fait de nombreux endiguements dans la traversée d'Avignon et dans la plaine de la Durance ;
- Les UHC d'Arles (23-ARL), du Grand-Rhône (24-GRH) et du Petit-Rhône (25-PRH) ne disposent pas de barrage latéral gérés sous concession contrairement au linéaire amont (en dehors de l'endiguement de l'écluse de Barcarin). Les berges du Rhône, du Petit-Rhône et du Grand-Rhône en aval de la restitution de Vallabrègues sont donc endiguées par des ouvrages sous gestion du SYMADREM (Syndicat Mixte Interrégional d'Aménagement des Digues du Delta du Rhône et de la Mer).

Au total, plus de 1 228 km d'ouvrages de protection sont recensés au sein des UHC dans la plaine du Rhône, et 83% sont situés en aval du défilé de Donzère.

Certains affluents présentent d'importants linéaires de digues au sein des différentes UHC, pour un total de 143 km. C'est par exemple le cas de :

- la Véore (UHC-Beauchastel) qui avec ses 16,2 km de digues représentent la moitié du linéaire de digues présent sur l'UHC ;
- L'Aigues sur l'UHC de Caderousse présente des endiguements de 21,0 km ;
- le canal d'Arles à Bouc, la Digue à la Mer en Camargue, etc. sont les autres sites disposant de linéaires de digues conséquents.

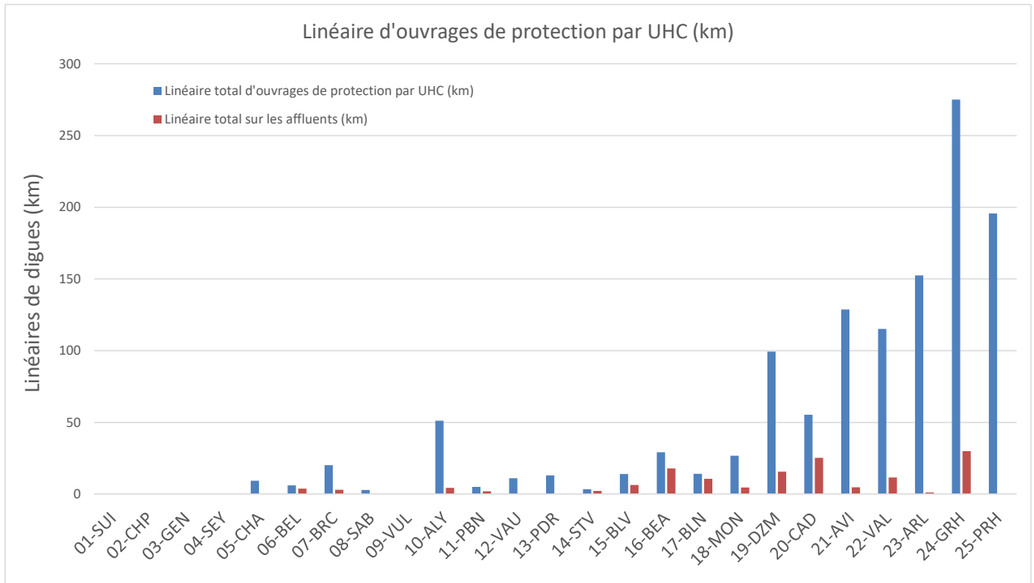


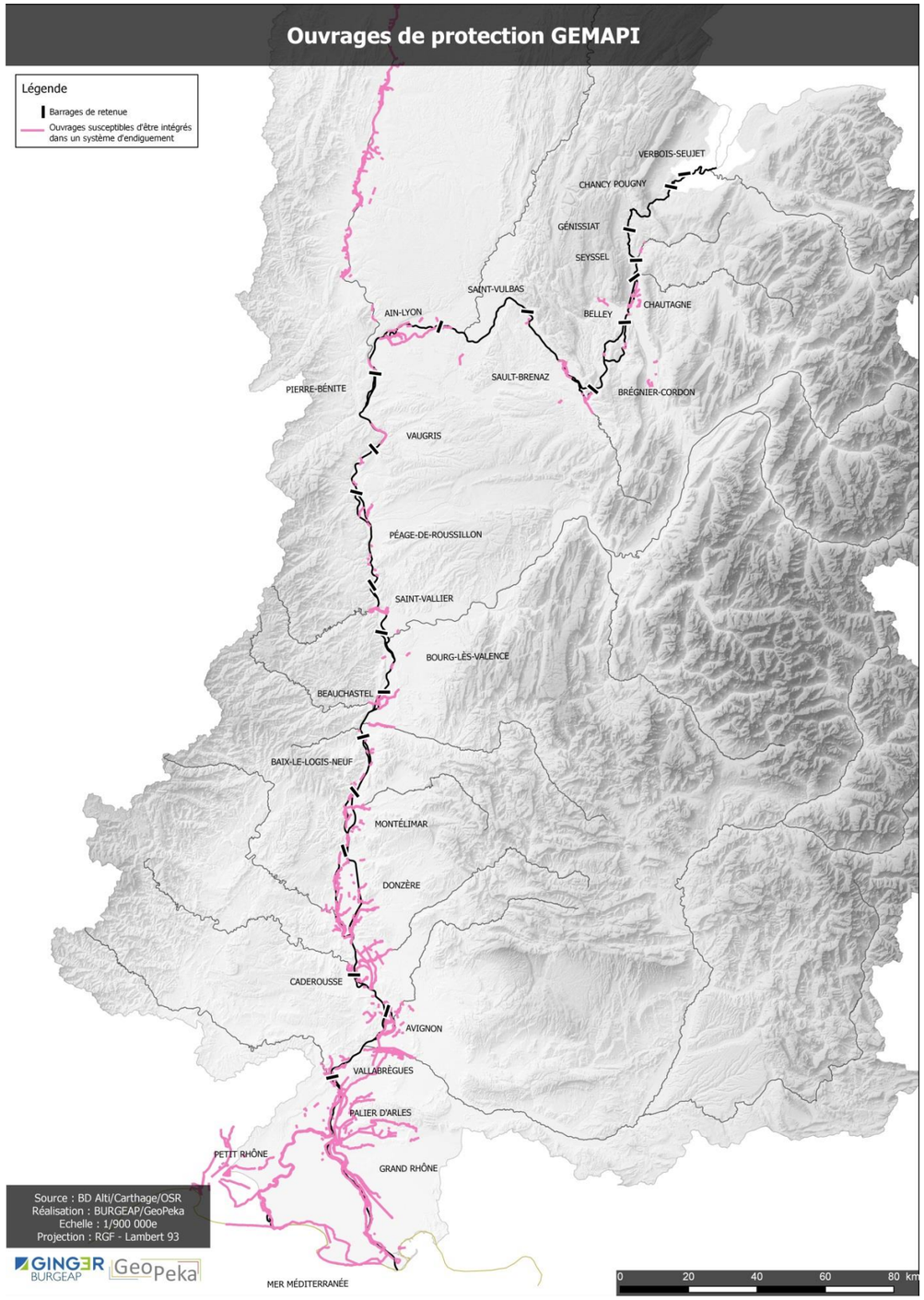
Figure 121: Linéaire total d'ouvrages de protection, hors concessions, par UHC

Tous ces ouvrages de protection sont gérés par l'autorité compétente en matière de GEMAPI. Ces ouvrages sont en cours de classement et les classements connus à la date d'émission des rapports ont été fournis dans les fiches UHC. C'est notamment le cas pour les ouvrages du delta (SYMADREM) de la traversée de Lyon (Métropole de Lyon), etc.

D'une manière générale, il appartient à l'autorité compétente en matière de GEMAPI de choisir si elle souhaite intégrer les ouvrages non classés à un système d'endiguement classable au regard de l'article R.562-14 du Code de l'Environnement.

Tableau 22: Linéaire d'ouvrages de protection par UHC et par affluent du Rhône

UHC	Unité	Linéaire total d'ouvrages de protection par UHC (km)	Affluents avec ouvrages de protection	Linéaire affluent endigué (km)
01-SUI	Seujet-Verbois	-		
02-CHP	Chancy-Pougny	-		
03-GEN	Génissiat	-		
04-SEY	Seyssel	-		
05-CHA	Chautagne	9,36		
06-BEL	Belley	6,16	Séran	3,8
07-BRC	Brégnier-Cordon	20,19	Guiers	3,0
08-SAB	Sault-Brénaz	2,85		
09-VUL	St-Vulbas			
10-ALY	Ain-Lyon	51,15	Cotey Sereine	1,6 2,6
11-PBN	Pierre-Bénite	5,00	Saône Yzeron	0,6 1,4
12-VAU	Vaugris	11,10		
13-PDR	Péage-de-Roussillon	13,03	Bassenon	0,2
14-STV	Saint-Vallier	3,40	Bancel Cance l'Ay Galaure Ruisseau de Rionne	0,3 0,2 0,2 0,4 1,1
15-BLV	Bourg-lès-Valence	14,01	Doux Ruisseau du Torras Bouterne Mialan	4,5 0,4 0,3 1,1
16-BEA	Beauchastel	29,12	Embroye Véore Eyrieux	0,4 16,2 1,3
17-BLN	Baix-Le-Logis-Neuf	14,11	Drôme Ruisseau de l'Olagnier Tessonne	8,8 0,6 1,2
18-MON	Montélimar	26,69	Ruisseau de la Fontaine Couverte Laveyzon	1,2 3,4
19-DZM	Donzère-Mondragon	99,33	Lozon Arnave Lez	5,2 1,4 9,0
20-CAD	Caderousse	55,27	Rieu Aigue	4,3 21,0
21-AVI	Avignon	128,72	Meyne Ouvèze	3,5 1,2
22-VAL	Vallabrègues	115,21	Durance Briançon Gard	1,4 9,8 0,4
23-ARL	Palier d'Arles	152,40	Branche secondaire du canal du Rhône à Sète	1,2
24-GRH	Grand Rhône	275,03	Canal d'Arles à Bouc	30
25-PRH	Petit Rhône	195,69		
Total Rhône		**1 227,83**		**143,2**



Carte 22 : Ouvrages de protection GEMAPI

2.1.6 Aménagements Girardon

Les aménagements Girardon installés à la fin du 19ème siècle comprennent des digues submersibles, des tenons, des épis plongeants, et des casiers (cf. rapport de Mission 2).

Ces ouvrages ne présentent pas d'enjeu de sûreté. En effet, dans les retenues, ils sont noyés ou ont été détruits lors de l'aménagement hydroélectrique ; dans les Vieux Rhône, où ces ouvrages subsistent encore dans la majorité des cas, ils sont souvent atterris et végétalisés, et parfois en eau (10 à 20% des cas ; (Räpple, 2018). Dans ces derniers cas, la hauteur des ouvrages reste limitée (1 à 2 m) et les risques hydrauliques sont a priori négligeables puisque les casiers se mettent en eau à mesure de la montée du niveau d'eau dans le cours principal. Une éventuelle rupture d'ouvrage resterait contenue au sein du lit mineur du Rhône et ne menacerait pas d'enjeu humain.

Ces ouvrages n'intéressent donc pas sécurité publique et n'ont pas lieu d'être classés.



Figure 122: Casiers Girardon en eau dans l'UHC#23 du Palier d'Arles (Le Guern, 2015)

2.1.7 Gestion des ouvrages

En complément des ouvrages classés mentionnés précédemment, les concessionnaires gèrent de nombreux ouvrages non classés qui participent au bon fonctionnement des aménagements et garantissent leur sûreté. Parmi ces ouvrages, on peut lister notamment :

- Les contre-canaux, qui assurent le drainage des barrages latéraux et maintiennent un niveau de nappe alluviale conforme à la situation avant aménagement ;
- Les ouvrages associés aux contre-canaux, tels que les siphons, aqueducs, canalisations, prises d'eau, bassins (dont le bassin de Musards sur l'UHC#15-BLV qui a une vocation hydraulique), etc. qui permettent d'assurer la continuité des écoulements et le bon fonctionnement des contre-canaux ;
- Les stations de pompage (ou de relevage) d'une zone en dépression en arrière d'un barrage latéral, de façon à garantir une inondabilité qui ne soit pas majorée par rapport à la situation avant aménagement ;
- Les stations de mesures, échelles limnimétriques, etc.
- Etc.

2.2 Aléas hydrauliques et vulnérabilité des biens et des personnes

2.2.1 Aléas d'inondation

- **Sources de données et définitions**

  - **Les Stratégies Locales de Gestion des Risques d'Inondation (SLGRI) et les Territoires à Risques d'Inondations (TRI)**

Créées par la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, ou "Grenelle 2", les stratégies locales de gestion des risques d'inondation sont élaborées sur les territoires à risque important d'inondation (TRI) (cf. Tableau 23). Elles s'inscrivent dans le cadre fixé par la stratégie nationale de gestion des risques d'inondation (SNGRI) présentés le 10 juillet 2014 et les plans de gestion des risques d'inondation (PGRI) élaborés à l'échelle des grands bassins hydrographiques.

Élaboré à l'échelle des bassins hydrauliques ou groupements de bassins (Seine Normandie, Rhône Méditerranée, Adour Garonne…), le plan de gestion des risques d'inondation (PGRI) fixe les grands objectifs en matière de gestion des risques d'inondation et les objectifs propres à certains territoires à risque d'inondation important (TRI).

Les objectifs du PGRI sont déclinés au sein de stratégies locales de gestion des risques d'inondation (SLGRI) pour les TRI.

Les données utilisées proviennent des cartes de zones inondables du PGRI produites à une échelle globale par grands secteurs. Sur les cartographies réalisées pour chacune des fiches UHC, les zones inondables de 1856, intégrées dans le Plan des Surfaces Submersibles (PSS) sont reportées comme information historique, la cartographie de référence étant celles des TRI / SLGRI.

Les cartographies des fiches UHC (Carte F) illustrent les zones inondables pour les scénarios suivants :

- **Scénario fréquent (période de retour 10 à 30 ans) :** le scénario fréquent est cartographié avec des hypothèses de fonctionnement des ouvrages basées sur leur géométrie (niveau de crête par rapport au niveau d'eau en amont) ;
- **Scénario moyen (période de retour 100 à 200 ans) :** le scénario de crue moyen est cartographié selon les hypothèses appliquées dans les PPRi : défaillance-transparence des ouvrages de protection ; ceci quels que soient les dispositifs en place (exemple des remparts d'Avignon). Pour la Camargue (UHC#23-ARL, UHC#-GRH, UHC#25-PRH), l'enveloppe de la crue moyenne est la somme des enveloppes étudiées de manière distincte en rive gauche, en rive droite et dans l'île de Camargue ; un épisode de crue n'inonderait pas la totalité de l'enveloppe de l'aléa PPRi ;
- **Scénario extrême (période de retour 1000 ans) :** le scénario de crue extrême ne reprend pas partout les hypothèses de défaillance-transparence (cas de l'UHC#15-BLV à Tournon) ; en Camargue, le scénario extrême ne figure pas dans la cartographie : les modélisations avec des hypothèses de défaillance communes à celles du scénario moyen génèrent un aléa très voisin de l'aléa moyen ; en effet, le remplissage des grandes zones ou casiers n'est pas infini ; ces casiers déversent successivement les uns dans les autres.

Les enveloppes TRI / SLGRI pour ces trois scénarios sont définis sur l'intégralité du linéaire du Rhône depuis le barrage de Chancy-Pougny jusqu'à la Méditerranée.

Toutes les stratégies locales de gestion des risques d'inondation ont été approuvées dans les différents territoires du Rhône :

Tableau 23 : Liste des SLGRI de l'axe Rhône et dates repères

Territoire de SLGRI	Préfectures concernées	Consultation du public	Date d'arrêté de la SLGRI
Aire Métropolitaine lyonnaise	01, 38, 69, 73	21/02/2017 au 21/04/2017	26/06/2017
Vienne	07, 26, 38, 42, 69	19/12/2016 au 30/01/2017	23/06/2017
Valence	07, 26	26/09/2016 au 10/11/2016	15/12/2016
Montélimar	07, 26	26/09/2016 au 10/11/2016	15/12/2016
Avignon – Plaine du Tricastin – Basse vallée de la Durance	07, 26, 30, 84	26/09/2016 au 13/11/2016	5/07/2017
Delta du Rhône	13, 30	22/06/2016 au 18/09/2016	2/05/2017

  - **Les plans des surfaces submersibles (PSS) et Plans des Zones Inondables (PZI) :**

La prise en compte des risques naturels sur le fleuve et notamment des risques inondation s'est progressivement établie au cours du 20ème siècle. Les premières bases législatives sont apparues avec les Plans de Zones Inondables (PZI également dits PZS) approuvés sur le Rhône en 1911. Basés sur la crue historique de 1856, ils avaient pour objectifs de réglementer la construction des digues et ont été élaborés sur l'ensemble du Rhône.

Sont ensuite apparus les Plans des Surfaces Submersibles (PSS), lors de la promulgation du décret-loi du 30/10/1935 et de son décret d'application du 20/10/1937. Ce document instaure une servitude d'utilité publique qui permet à l'Administration de s'opposer à toute action ou ouvrage susceptibles de faire obstacle au libre écoulement des eaux ou à la conservation des champs d'expansion des crues.

La loi Barnier du 2 février 1995 confère aux PSS un statut de plan de prévention des risques (PPR), les rendant par conséquent opposables au tiers.

Les PSS cartographient "simplement" un aléa d'inondation contrairement aux PPR qui représentent un risque en tenant compte de la vulnérabilité des territoires (plan de zonage réglementaire).

Les PSS sont reportées pour information sur les cartes F des fiches UHC. Elles comprennent 3 types de zonage :

- Zone A : zone de grand débit ou de grand écoulement ;
- Zone B : zone complémentaire d'expansion des crues ;
- Zone C : zone facultative de sécurité, correspondant à l'emprise de la crue de 1856.

Les cartes des SLGRI / TRI sont plus précises que les cartes PSS et ont vocation à apporter de l'information complémentaire.

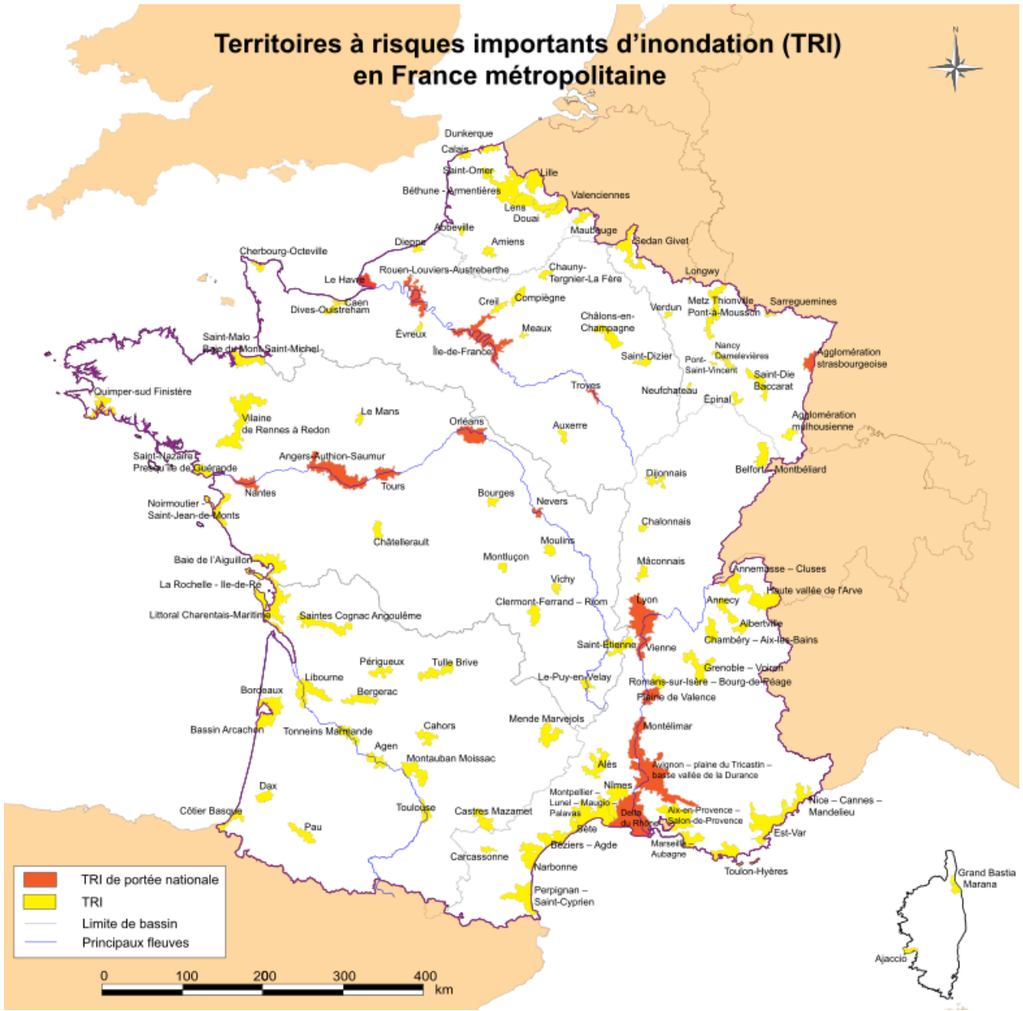


Figure 123 : Territoire à risques importants d'inondation (TRI) en France métropolitaine

(Source fr.wikipedia.org)

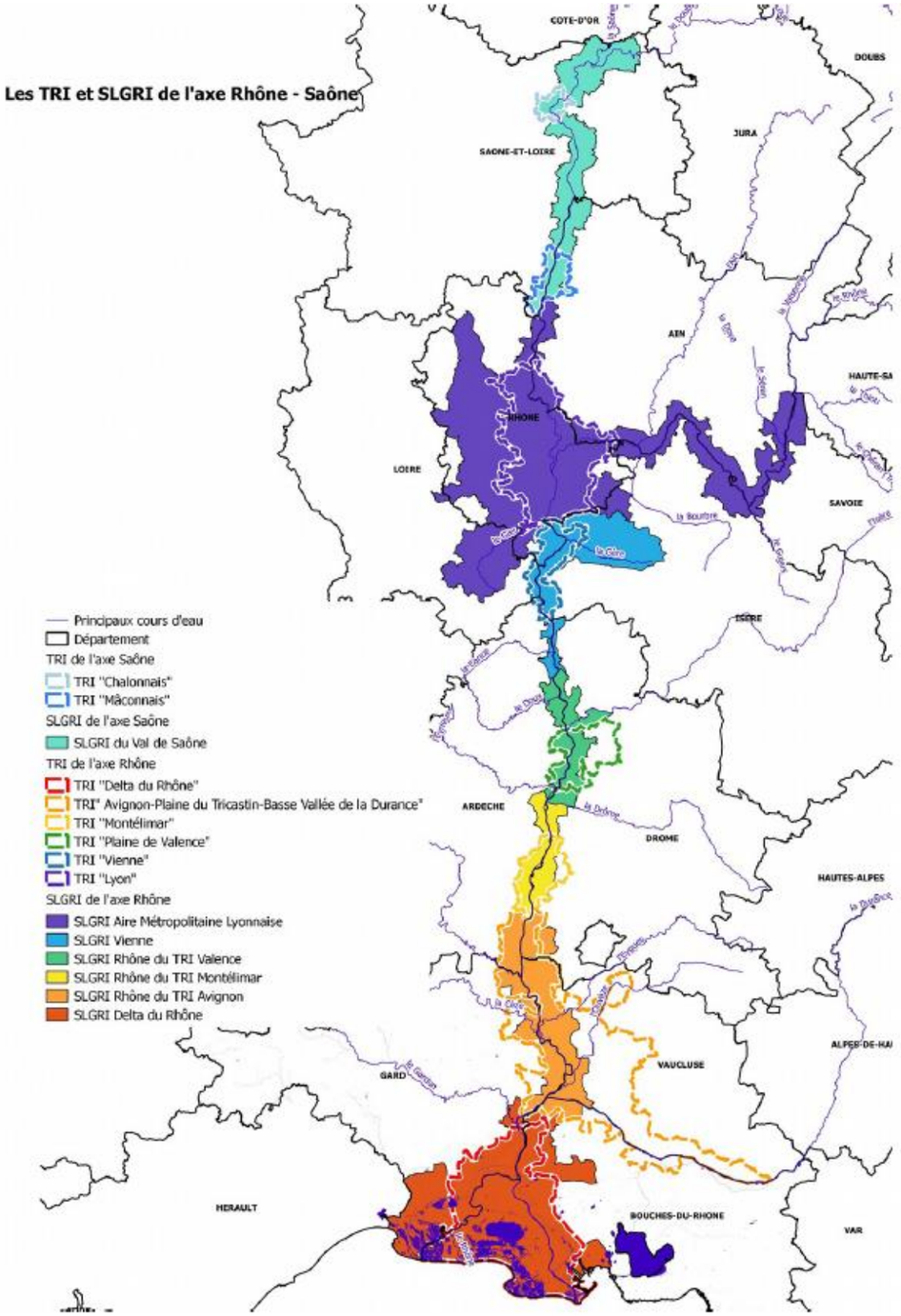


Figure 124: Cartographie des SLGRI et TRI de l'axe Rhône (DDT69- Stratégie de l'aire métropolitaine lyonnaise)

- **Superficies de zones inondables**

Les superficies des zones inondables ont été estimées à partir des cartographies des SLGRI / TRI pour les 3 scénarios de référence : fréquent, moyen, extrême (Tableau 25 ; Figure 133).

En amont de l'UHC de Seyssel (04-SEY), les surfaces inondables sont très faibles, négligeables à l'échelle du bassin versant du Rhône. En Suisse les données de zones inondables ne sont pas disponibles au même format. Les UHC de Chautagne (05-CHA), Belley (06-BEL) et Brégnier-Cordon (07-BRC) constituent les principales zones d'expansion des crues du Haut-Rhône. Leurs surfaces inondables sont importantes dès la crue fréquente (Q30) et participent à l'amortissement de l'onde de crue en amont de l'agglomération lyonnaise.

L'UHC en amont de Lyon (10-ALY) présente d'importantes zones inondables, dès le scénario fréquent. Celles-ci sont liées aux secteurs de la confluence de l'Ain ainsi que les surfaces comprises sur l'Ile de Miribel-Jonage.

En aval de Lyon (11-PBN) jusqu'à l'UHC de Montélimar (18-MON), les surfaces inondables restent modestes pour toutes les occurrences de crues. Le fond de vallée relativement étroit du Rhône ne permet pas au fleuve de développer d'importantes zones inondables. On note toutefois quelques zones importantes comme le secteur de la Platière (UHC#13-PDR), les plaines inondables de Beauchastel (16-BEA) jusqu'à la Drôme (17-BLN) ainsi que les plaines des Vieux Rhône de Baix-le-Logis-Neuf (17-BLN) et de Montélimar (18_MON).

L'UHC de Donzère-Mondragon (19-DZM) présente d'importantes surfaces inondables le long du Vieux Rhône de Donzère, mobilisables dès la crue d'occurrence fréquente.

Sur les UHC de Caderousse (20-CAD), Avignon (21-AVI), Vallabrègues (22-VAL) et Arles (23-ARL), les surfaces inondables restent importantes, pouvant atteindre de 50 km² pour le scénario extrême.

Les deux UHC du Petit-Rhône (25-PRH) et du Grand-Rhône (24-GRH) recouvrent la quasi-totalité du delta du Rhône et présente donc la majeure partie des surfaces inondables du bassin du Rhône. Ces surfaces inondables sont pleinement mobilisées à partir de crues d'occurrence moyenne (Q100).



Figure 125: Inondation de la plaine de Brangues et Bouchage lors de la crue de février 1990 (http://www.lebouchage.fr)

2.2.2 Aléas morphodynamiques liés à la mobilité latérale

- **Définition**

Si la mobilité latérale d'un cours d'eau est facteur de bon fonctionnement et de diversité biologique (cf. PARTIE B / §.6 ; notamment la notion d'espace de bon fonctionnement / §.6.5), elle peut être à l'origine d'enjeux de sûreté et de sécurité pour les biens et les personnes qui seraient exposés. Cet enjeu renvoie d'ailleurs également à la notion d'espace de bon fonctionnement avec la composante du « périmètre hydraulique ».

En effet, les zonages d'aléas d'inondation présentés précédemment sont définis à partir de conditions strictement hydrauliques basés sur des niveaux d'eau dans une configuration topographique donnée. Pour les rivières à charriage grossier, la mobilité latérale du lit mineur qui se traduit par des phénomènes d'érosion de berges et de dépôts de sédiments est un facteur d'aléa complémentaire à l'aléa d'inondation. En effet, compte tenu des processus morphodynamique d'érosion, de transport et de dépôt, qui ont lieu au cours des crues et pour des débits morphogènes, le lit mineur ajuste sa morphologie et crée un « aléa morphodynamique » au sein des zones exposées à l'aléa d'inondation. Dans certaines configurations, le zonage de l'aléa morphodynamique peut s'étendre au-delà du zonage d'inondation : par exemple dans le cas d'une ancienne terrasse non inondable, exposée aux érosions latérales et aux mouvements de terrain.

Ainsi, l'aléa morphodynamique peut créer des risques supplémentaires à l'inondabilité, et l'intensité de ces risques va dépendre des enjeux concernés. Par exemple :

- Erosion d'îlot boisé ou de forêt alluviale ;
- Erosion et pertes de terres agricoles ;
- Erosion de berge le long d'une gravière active ou ancienne, pouvant mener jusqu'à l'interception de celle-ci par le cours d'eau ;
- Erosion et affouillement d'ouvrage de génie civil, pouvant mener jusqu'à la ruine de cet ouvrage ;
- Erosion d'un espace construit (habitations, zones d'activités, etc.), pouvant mener jusqu'à la ruine de ces installations.

- **Etat des connaissances pour le Rhône**

Compte tenu de son fonctionnement hydrosédimentaire, le Rhône d'avant les premiers aménagements était très sensible aux aléas morphologiques de mobilité latérale. En attestent la largeur de la bande active du 19ème siècle et les espaces alluviaux couvrant la largeur de fond de vallée. Historiquement, les installations humaines avaient lieu en dehors des zones inondables les plus fréquentes et en dehors des espaces exposés à la mobilité latérale.

Avec les aménagements historiques (digues paysannes, aménagements Girardon, urbanisation, extractions, aménagements hydroélectriques, etc.), le Rhône a perdu de sa puissance érosive et de ses capacités à évoluer latéralement. Cette évolution, qui était somme toutes recherchée afin de mieux maîtriser les sauts d'humeur du fleuve, résulte principalement de 4 facteurs :

- Blocage des berges par des protections latérales (aménagements Girardon, endiguements urbains, endiguements liés aux aménagement hydroélectriques) ;
- Diminution des pentes d'écoulement (effet remous des retenues pour les débits courants et petites crues jusqu'à la crue biennale à décennale) ;
- Privation de la fourniture en sédiments (extractions en lit mineur, extractions sur les affluents, piégeage des apports des affluents dans les retenues, etc.) ;
- Pavage du fond du lit figeant celui-ci et diminuant d'autant plus les capacités de mobilité latérale.

D'après les informations collectées, l'aléa morphologique n'est pas explicitement intégré ni cartographié dans les démarches actuelles des SLGRI (cf. §.2.2.1). Toutefois, dans le cadre de la sûreté des ouvrages (arrêté du 12 juin 2008), est mentionné le risque « d'instabilité d'une digue suite à érosion par le courant, suite à évolution morphodynamique, suite à désordre en fondation, ou encore suite à un affouillement après surverse ».

Pour le cas spécifique d'une digue, divers processus sont susceptibles d'être rencontrés (MEDDTL, 2015) ;

- érosion des berges par le courant pouvant déstabiliser la digue ;
- évolution du tracé du cours d'eau qui peut augmenter la vitesse d'écoulement au droit de la digue et donc provoquer une érosion du talus ou saper le pied de la digue ;
- réactivation d'un ancien bras sur lequel ou à proximité duquel la digue est implantée ;
- évolution du profil en long par enfoncement localisé ou généralisé modifiant les conditions de surverse;
- évolution du profil en long par exhaussement localisé ou généralisé modifiant les conditions de surverse;
- formation d'embâcles qui peuvent être, d'une part, des agresseurs pour les berges voire les digues, et, d'autre part, à l'origine de surverses.

L'absence de prise en compte des phénomènes morphodynamique de mobilité latérale pour les aléas en crue du fleuve est révélateur d'une dynamique actuelle considérée comme très figée, à l'opposé du fonctionnement non perturbé du Rhône. Il est néanmoins nécessaire de conserver la mémoire du risque et d'envisager les conséquences de crues exceptionnelles, même si les crues des années 1990 et 2000, en dehors des brèches dans les digues, ont globalement montré des évolutions latérales très modérées.

Par ailleurs, dans le cadre des projets de restauration et de réactivation des marges alluviales, ainsi que dans le cadre des projets de réinjection sédimentaire (cf. PARTIE B / §.6.6), il paraît nécessaire d'anticiper les risques morphodynamiques liés à mobilité latérale, qui pourrait se retrouvés majorés par une réactivation des fonctionnalités du fleuve.

- **Analyse du potentiel de mobilité latérale**

Dans cette optique, et en l'absence d'approche globale existante pour le Rhône, nous avons mené une approche sommaire basée sur la connaissance de la puissance spécifique dans les Vieux Rhône dans le cadre du schéma directeur de réactivation de la dynamique fluviale des marges (Gaydou, 2013) et sur la présence d'ouvrages de protection sur les berges.

L'approche est ciblée sur les Vieux Rhône dans la mesure où il n'est pas envisageable de restaurer la mobilité latérale à hauteur des retenues sans remettre en question l'usage hydroélectrique et de navigation. Pour cet indicateur de puissance spécifique, l'ensemble des Vieux Rhône a été étudié en dehors des Vieux Rhône de Sault-Brénaz (08-SAB) et St-Vallier (14-STV) (cf. Figure 127). Les calculs n'ont pas été menés pour les linéaires en Rhône total (09-VUL, 23-ARL, 24-GRH, 25-PRH).

Les calculs sont détaillés dans le rapport de Mission 2.

Les résultats sont illustrés sur la Figure 126 et Figure 127. Les valeurs caractéristiques sont reportées dans le Tableau 24.

Bien que les hypothèses prises pour les calculs soient discutables, les résultats restent intéressants pour comparer les RCC entre eux. Ils peuvent être analysés à la lumière des travaux de Brookes (1988) et Wasson (1998), rappelés par Malavoi et Bravard (2010), qui indiquent qu'il existe un seuil de l'ordre de 25-35 W/m² au-dessus duquel la puissance naturelle de cours d'eau peut déclencher des phénomènes d'érosion et de mobilité latérale. Ce seuil évalué sur la base de rivières britanniques est à prendre avec précaution sur les rivières françaises et a fortiori sur un grand fleuve comme le Rhône. Par ailleurs, le seuil réel associé à un tronçon de cours d'eau est dépendant de la nature des berges, il augmente avec la nature cohésive des berges (teneur en argile) et au contraire s'abaisse par exemple à 5 à 10 W/m² lorsque les berges ne sont pas ou peu cohésives (sables grossiers, graves).

Ainsi, si les valeurs absolues des résultats de calcul doivent être pris avec précaution, ce principe de seuil de déclenchement des phénomènes d'érosion est utile pour mieux appréhender le fonctionnement hydromorphologique des cours d'eau pour chacun des systèmes identifiés précédemment (reportés sur la Figure 126) :

- **Système 1 : les systèmes non contraints :** cette famille comporte en réalité un seul Vieux Rhône, celui de Chautagne. Pour ce système, malgré des puissances spécifiques moyennes de 25 W/m², on observe des évolutions latérales importantes, notamment pour les méandres aval du Vieux Rhône, qui résultent de l'évolution du style fluvial d'un lit en tresses vers un lit à chenal unique méandriforme par privation de sédiments grossiers (cf. UHC#05-CHA) ;
- **Système 2 : les systèmes partiellement contraints :** cette famille comporte les autres Vieux Rhône du Haut-Rhône (06-BEL, 07-BRC et potentiellement 08-SAB qui n'a pas été étudié). Pour ces UHC, les puissances spécifiques sont de l'ordre de 35 W/m² pour le Vieux Rhône de Belley et 20 W/m² pour le Vieux Rhône de Brégnier-Cordon, comme pour l'UHC#05 de Chautagne. Cependant, la présence d'anciennes protections latérales, couplé avec la quasi absence d'apport sédimentaire, semble suffire pour ne pas déclencher de mobilité latérale ;
- **Système 3 : le système contraint du canal de Miribel :** Les puissances spécifiques sont de l'ordre de 40-50 W/m², avec 25% des valeurs pouvant atteindre et dépasser 75 W/m² notamment dans le linéaire amont du canal. Ces valeurs sont suffisantes pour entretenir une activité sédimentaire qui se traduit par des flux grossiers estimés à 30 000 m³/an environ en aval du barrage de Jons (BURGEAP, 2017). Cependant, les protections de berge et la configuration rectiligne empêchent toute évolution latérale, en dehors que quelques phénomènes localisés d'érosion de berge (aval seuil PK14) ;
- **Système 4 : les systèmes contraints du Rhône aval :** Les puissances spécifiques sont de l'ordre de 55 W/m², avec une forte variabilité : 25% des valeurs peuvent atteindre et dépasser 87 W/m², alors que 25% peuvent être inférieures à 14 W/m². Malgré des puissances spécifiques relativement élevées, les phénomènes d'érosion de berge sont négligeables sur l'ensemble des linéaires de RCC concernés, du fait des aménagements Girardon en place. Avec les travaux de réactivation des marges, des phénomènes d'érosion semblent se produire (cas de 13-PDR) ; cependant, l'analyse de la puissance spécifique devrait être réactualisée dans ces situations puisque la largeur plein bord ainsi que les lignes d'eau ont évolué suite aux travaux de restauration. Ainsi, du fait du paramètre largeur pleins bords, la puissance spécifique devrait logiquement évoluer à la baisse par rapport à la situation avant travaux.

En conclusion, on retiendra qu'en dehors d'un secteur comme Chautagne, les évolutions latérales du Rhône dans les RCC sont marginales et cela est avant tout lié au système de contraintes latérales plus qu'à la puissance du fleuve.

Ainsi, dans l'état actuel, les aléas de mobilité latérale sont très faibles sur le Rhône en dehors de secteur comme la Chautagne et dans une certaine mesure du canal de Miribel qui peut être sensible aux évolutions latérales du fait du fort transport solide qui s'y opère.

Tableau 24 : Typologie de systèmes des Rhône court-circuités en fonction des contraintes d'endiguement

Système	Secteur	Définition	UHC concernées*	Puissances spécifiques observées (W/m²)
Système 1	Haut-Rhône	Les systèmes non contraints	05-CHA	27 [14 ; 34]
Système 2		Les systèmes partiellement contraints	06-BEL, 07-BRC	27 [21 ; 34]
Système 3		Les systèmes contraints par chenalisation étroite et longitudinale	10-ALY	38 [28 ; 76]
Système 4	Rhône aval	Les systèmes contraints par aménagements Girardon	11-PBN, 12-VAU, 13-PDR, 14-STV, 15-BLV, 16-BEA, 17-BLN, 18-MON, 19-DZM, 20-CAD, 21-AVI, 22-VAL	55 [14 ; 87]

** UHC exclues de cette analyse sont : 01-SUI, 02-CHP, 03-GEN, 04-SEY, 08-SAB, 09-VUL, 23-ARL, 24-GRH, 25-PRH.*

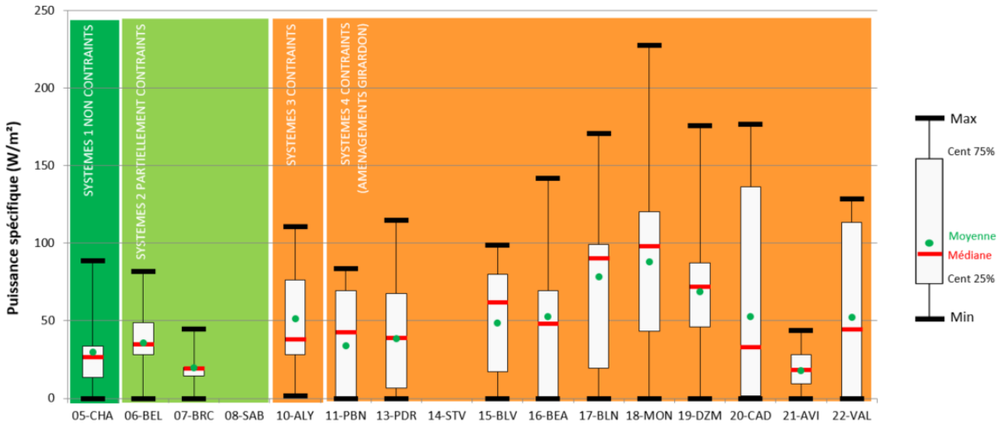


Figure 126: Puissances spécifiques caractéristiques dans les Vieux Rhône synthétisées par UHC (d'après données Gaydou, 2013)

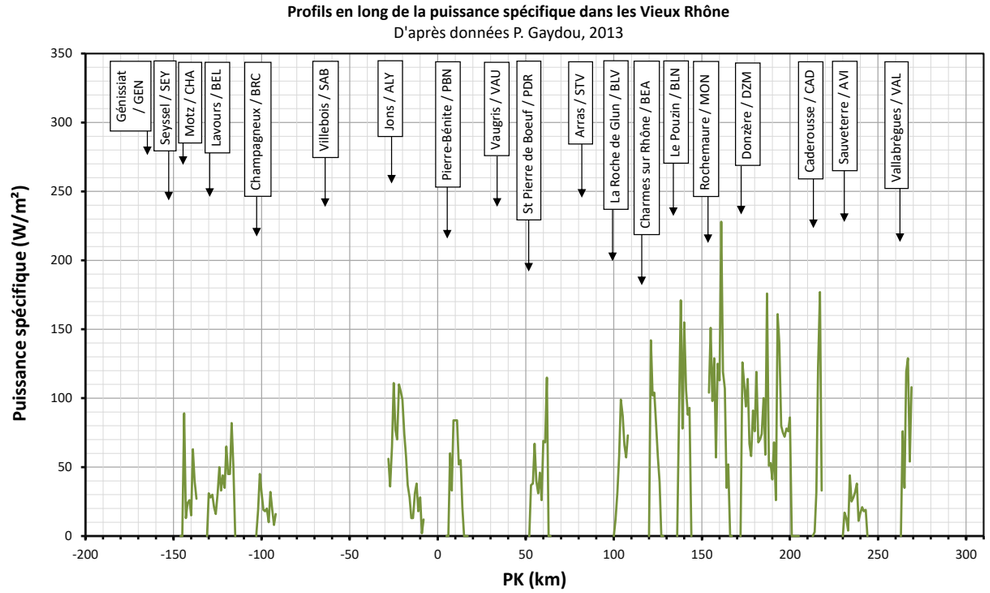


Figure 127: Puissances spécifiques caractéristiques dans les Vieux Rhône (d'après données Gaydou, 2013)



Extrait de la carte UHC#05-B

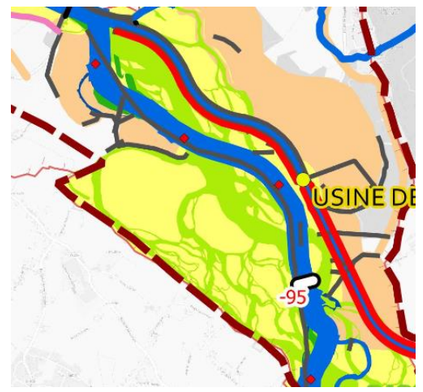


Méandre de Serrières en 2005 (Google Earth) *Méandre de Serrières en 2015 (Géoportail)*

Figure 128: Système 1 : Evolution du méandre de Serrières entre 2005 et 2015 (05-CHA)



Etat actuel (Géoportail)



Extrait de la carte UHC#07-B

Figure 129: Système 2 : Vieux Rhône de Brégnier-Cordon figé par la faiblesse du transport solide et les aménagements anciens (07-BRC)



Etat actuel (Géoportail)



Extrait de la carte B Historique (cf. fiches UHC)

Figure 130: Système 3 : Canal de Miribel figé par les aménagements anciens mais aux berges soumises à sollicitations (10-ALY)



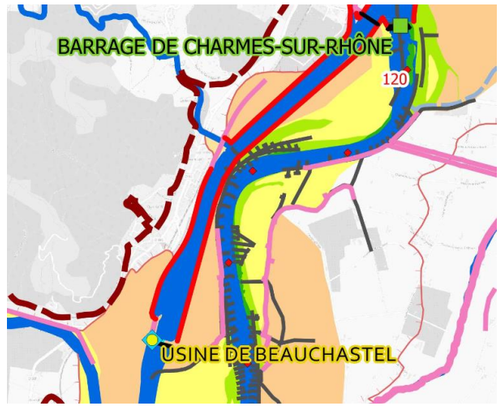


Figure 131: Système 4 : Méandre d'Etoile totalement figé dans le RCC de Beauchastel (16-BEA)



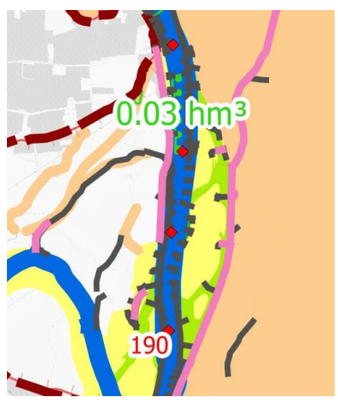


Figure 132: Système 4 : Charriage dans le Vieux Rhône de Donzère, susceptible de déclencher des érosions latérales (19-DZM)

2.2.3 Vulnérabilité

- **Pré-analyse de la vulnérabilité par UHC (d'après données des SLGRI / TRI 2016-2017)**

Les données de vulnérabilité affichées ci-après sont issues de la compilation des informations sur la population présente en zone inondable et sur les emplois associés. Ces informations ont été collectées sur chaque Territoire à Risque d'Inondation (TRI) dans le cadre de la mise en place des Stratégies Locales de Gestion des Risques d'Inondation (SLGRI) le long du fleuve.

Une partie des UHC du Rhône, correspondant au Haut-Rhône ainsi qu'au UHC de Saint-Vallier et de Bourg-lès-Valence, ne sont couvertes par aucun TRI, ils n'existent donc pas d'information sur les populations et emplois présents en zone inondable.

Les UHC présentant le plus de vulnérabilité sont celles correspondant à la zone urbaine de Lyon (Ain-Lyon, Pierre-Bénite et Vaugris) ainsi que celles en aval d'Avignon jusqu'à la Méditerranée (Avignon, Vallabrègues, Arles, Petit-Rhône, Grand-Rhône).

Dans le courant de l'année 2019, une étude portée par DREAL de bassin intitulée « Evaluation des conséquences des crues du Rhône : analyse socio-économique et stratégie de réduction de la vulnérabilité en particulier pour les activités économiques » a pu être rendue publique. Elle vient compléter et préciser l'analyse précédente, sans toutefois être rendue à l'échelle des UHC. Ses résultats ne sont donc pas reportés dans les fiches UHC.

Notion de Contraintes techniques obligatoires

Des contraintes techniques obligatoires liées aux usages à l'origine des masses d'eau fortement modifiées sont définies au titre de l'Annexe 5-2 de l'Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface, pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement (cf. PARTIE B / §.4.1.2).

Pour les enjeux de sûreté, d'inondation et de mobilité du lit, il existe 2 types de contraintes techniques obligatoires :

• Limitation du champ d'expansion de crues : Le principe même de la protection contre les inondations est de limiter la capacité de débordement.

• Blocage lit mineur : Le blocage du lit mineur n'est, en théorie, pas indispensable à la navigation, mais, dans les faits, étant entendu que le cours d'eau doit passer sous les ponts et par les seuils/écluses, la marge de divagation au droit des ouvrages de navigation est quasi nulle.

Tableau 25: Synthèse des surfaces inondables par UHC

			Superficie de zone inondable (km²)		
UHC	Unité	Superficie UHC (km²)	Scénario fréquent	Scénario moyen	Scénario extrême
01-SUI	Seujet-Verbois	6,46	ND	ND	ND
02-CHP	Chancy-Pougny	2,85	0,02	0,03	0,03
03-GEN	Génissiat	7,15	1,85	2,09	2,22
04-SEY	Seyssel	3,35	0,27	0,26	0,37
05-CHA	Chautagne	40,53	22,92	25,74	26,52
06-BEL	Belley	60,00	22,04	24,28	29,18
07-BRC	Brégnier-Cordon	76,39	36,68	49,55	49,32
08-SAB	Sault-Brénaz	25,02	1,87	8,13	8,04
09-VUL	St-Vulbas	55,91	4,16	7,93	9,19
10-ALY	Ain-Lyon	123,91	32,99	48,23	62,75
11-PBN	Pierre-Bénite	50,95	3,35	4,24	10,85
12-VAU	Vaugris	20,22	1,46	3,29	7,13
13-PDR	Péage-de-Roussillon	68,83	13,01	17,96	20,63
14-STV	Saint-Vallier	36,09	3,63	4,93	5,92
15-BLV	Bourg-lès-Valence	51,25	4,83	10,05	13,51
16-BEA	Beauchastel	68,88	9,30	14,08	16,03
17-BLN	Baix-Le-Logis-Neuf	39,31	9,53	13,34	16,14
18-MON	Montélimar	62,74	13,48	20,69	24,43
19-DZM	Donzère-Mondragon	232,23	86,19	104,00	104,81
20-CAD	Caderousse	78,71	9,30	21,61	23,64
21-AVI	Avignon	207,03	21,26	46,04	46,50
22-VAL	Vallabrègues	235,33	48,80	54,55	57,84
23-ARL	Palier d'Arles	156,61	14,26	59,64	59,64
24-GRH	Grand Rhône	728,72	27,75	314,00	314,00
25-PRH	Petit Rhône	702,73	82,30	587,22	587,22
Total Rhône		**3 141,20**	**471,26**	**1 441,88**	**1 495,92**

NC : non déterminé

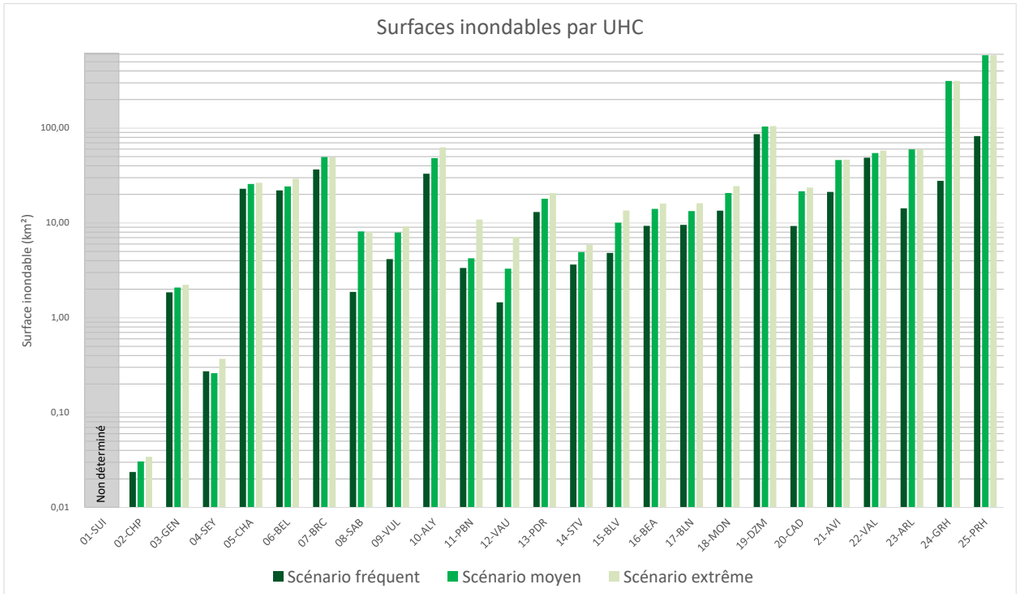


Figure 133: Surfaces inondables par UHC selon 3 scénarios de crues du Rhône

Tableau 26: Estimation des habitants permanents et emplois présents en zone inondable (données SLGRI du Rhône)

			Habitants permanents en zone inondable			Emplois en zone inondable (estimation)		
UHC	Unité	Population estimée dans l'UHC	Scénario fréquent	Scénario moyen	Scénario extrême	Scénario fréquent	Scénario moyen	Scénario extrême
01-SUI	Seujet-Verbois	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
02-CHP	Chancy-Pougny	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
03-GEN	Génissiat	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04-SEY	Seyssel	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
05-CHA	Chautagne	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
06-BEL	Belley	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
07-BRC	Brégnier-Cordon	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
08-SAB	Sault-Brénaz	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
09-VUL	St-Vulbas	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10-ALY	Ain-Lyon	312 672	27	463	39 475	81	484	20 847
11-PBN	Pierre-Bénite	621 620	3 800	9 100	55 800	500-1000	1300-2400	4100-7300
12-VAU	Vaugris	79 828	2 900	9 300	20 000	500-1000	1600-3000	5000-9000
13-PDR	Péage-de-Roussillon	53 472	750	2 100	3 800	150-200	450-700	1300-2000
14-STV	Saint-Vallier	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
15-BLV	Bourg-lès-Valence	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
16-BEA	Beauchastel	96 694	490	1 460	2 700	580-860	1000-1700	1140-1980
17-BLN	Baix-Le-Logis-Neuf	3 700	-	-	8	ND	ND	ND
18-MON	Montélimar	60 200	1 300	2 100	3 900	ND	ND	ND
19-DZM	Donzère-Mondragon	70 189	2 900	8 500	10 600	1700-2600	3100-4600	4000-6000
20-CAD	Caderousse	49 680	1 600	4 000	4 200	1700-2600	3800-6200	12000-16000
21-AVI	Avignon	193 576	1 800	73 000	81 000	260-450	1000-1600	3200-5300
22-VAL	Vallabrègues	134 773	1 150	85 400	95 300	580-820	50000-75000	56000-84000
23-ARL	Palier d'Arles	91 091	570	56 600	58 600	240-350	17100-25600	18300-27600
24-GRH	Grand Rhône	63 595	250	44 500	45 600	160-260	13600-20400	14500-21800
25-PRH	Petit Rhône	71 426	290	41 600	41 900	130-190	13200-19800	13700-20500
Total Rhône		**1 902 516**	**17 827**	**338 123**	**462 883**	**6 580-10 410**	**106 630-161 480**	**154 090-222 330**

ND: non défini

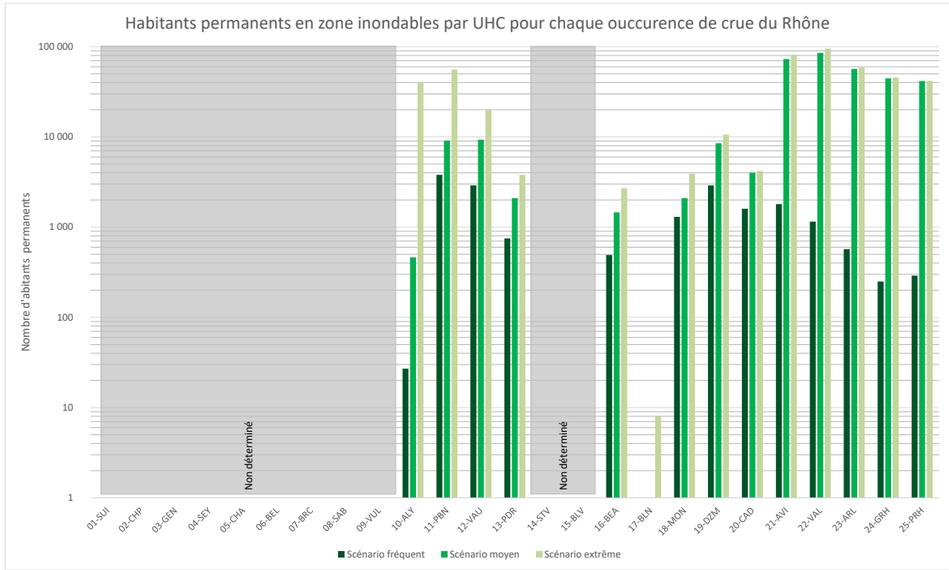


Figure 134: Habitants permanents en zones inondables par UHC pour chaque occurrence de crue du Rhône (données SLGRI du Rhône)

- **Analyse socio-économique et stratégie de réduction de la vulnérabilité (ARTELIA, 2018)**

  - **Vision globale**

Les partenaires du Plan Rhône ont lancé en 2013 une démarche visant à définir puis expérimenter une méthode de diagnostic global de vulnérabilité territoriale face aux inondations, dans l'objectif de définir un plan d'actions local qui hiérarchise les opérations à mener sur l'ensemble des composantes d'un territoire (habitat, entreprises, réseaux, agriculture, bâtiments publics, administrations vitales, déchets, etc.). Cette démarche a été baptisée "ReVITeR", pour "Réduction de la Vulnérabilité aux Inondations des Territoires Rhodaniens".

Dans ce cadre, une étude précise a été réalisée sur les enjeux en zone inondable dans le cadre du plan Rhône : Analyse socio-économique et stratégie de réduction de vulnérabilité en particulier pour les activités économiques (ARTELIA, 2018).

Les principaux-chiffres clés concernant les impacts des crues sont listés ci-dessous ; ils peuvent être comparés aux informations fournies précédemment à partir des données SLGRI / TRI :

- **près de 250 000 personnes situées dans la vallée inondable** par le Rhône (crue exceptionnelle), réparties sur 194 communes (à comparer aux 305 communes du linéaire français du fleuve) ;
  - ➔ les données SLGRI / TRI conduisent à une estimation de 462 883 habitants qui est probablement surestimée du fait de la méthode utilisée ;
- **environ 160 000 ha inondables**, essentiellement agricoles et naturels ;
  - ➔ cette surface est cohérente avec celle retenue à l'échelle des UHC (149 592 ha) ; elle est légèrement supérieure du fait de la prise en compte de zones inondables complémentaires dans le delta de la Camargue ;
- **environ 150 000 logements concernés** (dont 75 000 directement impactés) avec plus de 4 000 d'entre eux exposés dès les crues fréquentes ;
- **plus de 39 000 entreprises exposées**, représentant plus de 100 000 emplois avec près de 1 500 d'entre elles exposées dès les crues fréquentes ;
  - ➔ Les données SLGRI / TRI conduisent à estimer une fourchette de 154 090 à 222 330 emplois en zone inondable pour le scénario extrême, ce qui semble donc surestimé. Le nombre d'emplois touchés pour le scénario fréquent est de 6 580 à 10 410, ce qui semble cohérent avec le nombre de 1 500 entreprises ;
- **Plus de 1 000 bâtiments ou équipements publics exposés**, répartis sur une centaine de communes. Une soixantaine d'entre eux sont exposés dès les crues fréquentes.

Les dommages potentiels d'une crue généralisée du Rhône sont particulièrement conséquents. Pour une crue dite fréquente (période de retour d'environ 30 ans), ils s'élèveraient à plus de 320 M€, répartis de manière assez équilibrée entre entreprises (104 M€ + 25 M€ de pertes d'activités potentielles), surfaces agricoles (101 M€) et logements (85 M€). Les dommages agricoles pour une crue du fleuve Rhône sont plus importants en proportion pour les crues fréquentes : en effet, ils représentent 7 fois ceux évalués en cas de crue similaire sur la Loire, les surfaces de cultures spécialisées à haute valeur ajoutée étant 25 fois plus importantes.

La seule crue de 1993 a inondé plus de 300 km² pour des dégâts estimés à plus d'un milliard de francs de l'époque (source inconnue), soit 225 millions d'euros en valeur 2020.

Les crues majeures du Rhône de 2002 et 2003 ont provoqué des dégâts considérables, de l'ordre du milliard d'euros (soit 1,3 milliards d'euros en valeur 2020).

Pour une crue plus importante, de période de retour d'environ 200 ans, les dommages augmentent très fortement et sont estimés à plus de 6 milliards d'euros, répartis principalement entre entreprises (3,4 milliards d'euros de dommages directs et 0,8 milliards de pertes d'activités potentielles) et logements (environ 1,5 milliards d'euros).

Le poids des différents enjeux dans le dommage moyen actualisé (DMA) à l'échelle du Rhône est illustré par la Figure 135. Le détail par secteur est illustré par la Figure 137.

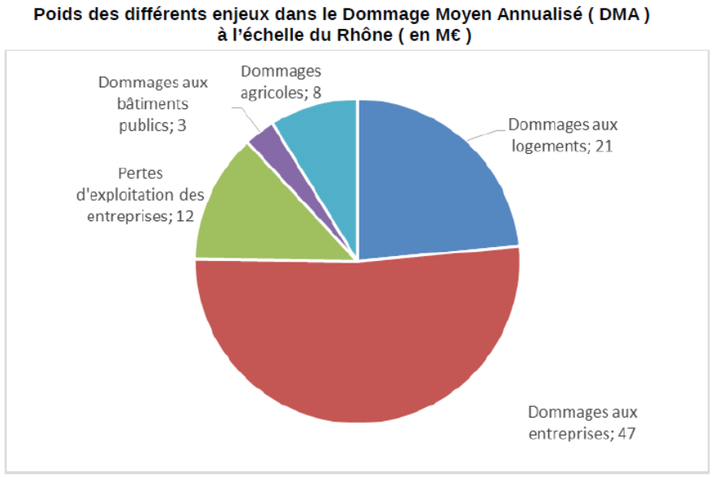


Figure 135: Poids des différents enjeux dans le dommage moyen actualisé à l'échelle du Rhône (en millions d'euros)

  - **Cas spécifique de la crue du Rhône de 2003**

Les inondations causées par la crue du Rhône des 3 et 4 décembre 2003, qui ont occasionné 4 brèches dans les ouvrages de protection du grand delta du Rhône, causant le déversement de 217 millions de m³, l'inondation de plus 12 000 personnes, ont généré 700 millions d'euros de dommage (source https://www.symadrem.fr/les-operations-du-symadrem/le-plan-rhone/).

Dans une plaquette intitulée « la crue du Rhône de décembre 2003 », la DREAL indique que le montant total des dommages occasionnés par les inondations de décembre 2003 s'élève à 1 milliard d'euros, dont 80% correspondant aux préjudices subis par les particuliers et les entreprises, 9% de dommages à l'agriculture, 6% de dommages aux réseaux et équipements publics et enfin 4 % des dommages aux digues et rivières (Figure 136).

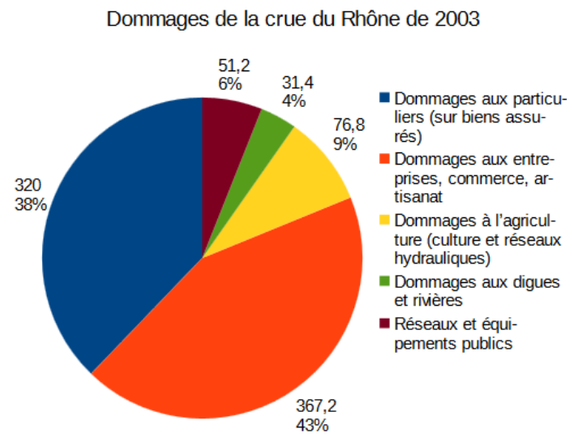


Figure 136: Répartition des dommages (en millions d'euros) de la crue du Rhône de 2003 (DREAL Auvergne Rhône-Alpes – Plan Rhône 2016)

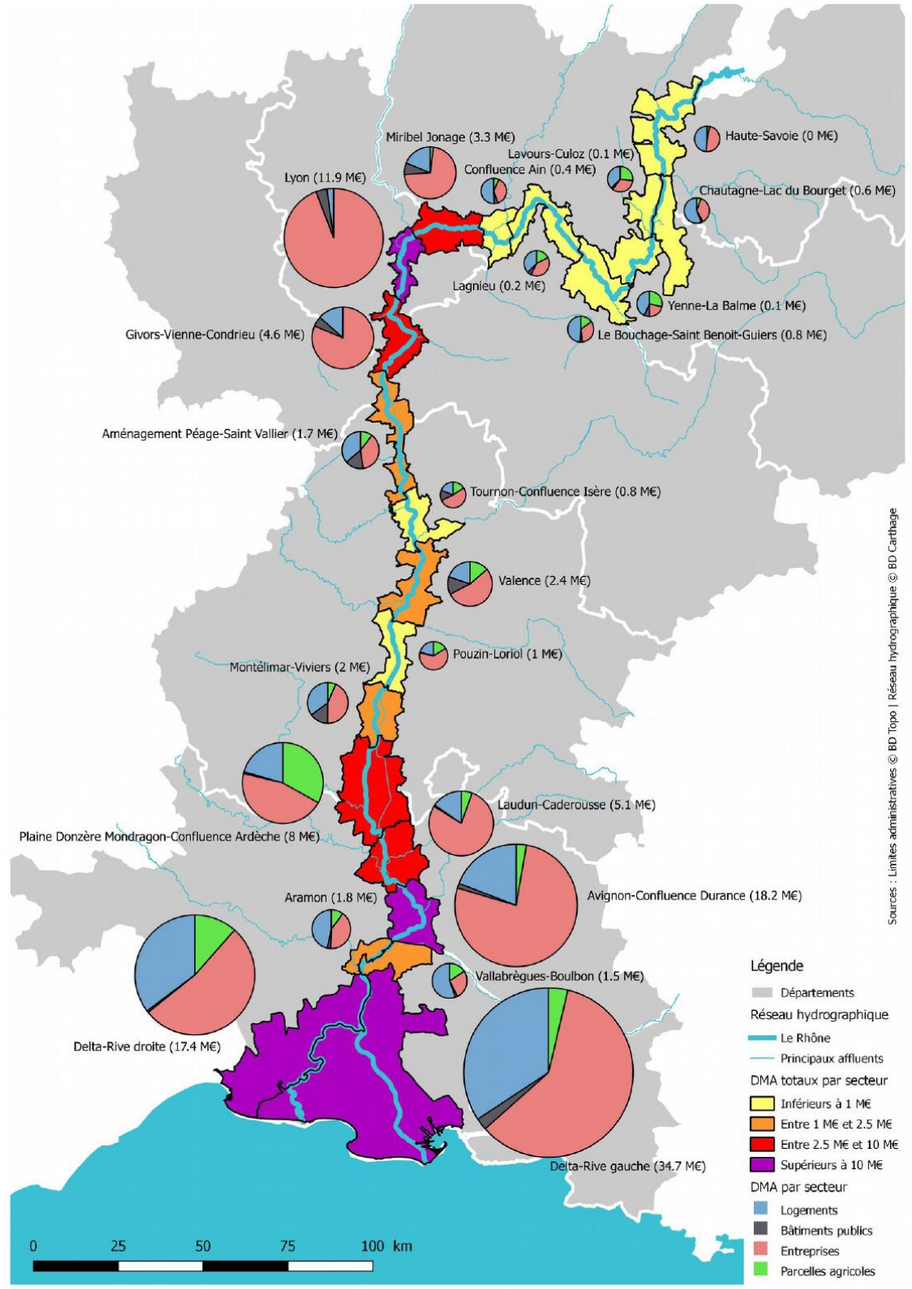


Figure 137: Vulnérabilité des enjeux aux inondations du Rhône et coût moyen annualisé des dommages (Plan Rhône – Analyse socio-économique et stratégie de réduction de vulnérabilité en particulier pour les activités économiques, 2018)

2.3 Enjeux sédimentaires liés à la sûreté et à la sécurité hydraulique

2.3.1 Analyse préalable des enjeux

Les enjeux sédimentaires liés à la sûreté et la sécurité hydraulique résultent 1) du fonctionnement hydrosédimentaire du Rhône et 2) de la nécessité d'assurer les conditions nécessaires au respect de i) la sûreté des ouvrages et la non-aggravation des risques (responsabilité des concessionnaires) et ii) de la sécurité des biens et des personnes (responsabilité des acteurs publics du territoire).

- **i) Responsabilité des concessionnaires**

Pour la concession CNR du Rhône, les cahiers des charges spéciaux de chaque ouvrage ont imposé depuis leur création d'entretenir les lits du Rhône et de ses affluents dans la limite des remous des aménagements, notamment pour éviter une hausse des niveaux d'eau lors des épisodes de crues. Pour EDF, SFMCP et les SIG, les contenus des cahiers des charges sont similaires.

Parmi les prescriptions, plusieurs types d'obligation peuvent conduire les concessionnaires à intervenir sur le lit du Rhône ou ses annexes :

- **Pour le bon écoulement des crues :**
  - **Dans les secteurs <u>non protégés</u> par les endiguements**, il s'agit du principe de non aggravation des niveaux en crue par rapport à l'état avant aménagement. Ainsi, les cahiers des charges spéciaux de la CNR précisent : « Le concessionnaire sera tenu d'entretenir, éventuellement par dragages, les profondeurs nécessaires à l'évacuation des crues du Rhône (…) sans surélévation par rapport au niveau atteint actuellement pour le même débit ».

    Les secteurs concernés par ce type d'obligation sont généralement situés dans les Vieux Rhône et dans les queues de retenues lorsque celles-ci ne sont pas endiguées. La condition nécessaire et suffisante de déclenchement d'une opération de dragage est que les lignes d'eau calculées en crue dépassent les lignes d'eau de référence. En complément, la politique d'entretien de la CNR vise à assurer des actions d'essartage et de charruage afin de :
    - gérer la végétation des lits mineurs pour favoriser la mobilité des matériaux,
    - maintenir, sur les berges et les espaces boisés, une végétation adaptée permettant le passage des crues sans élévation des niveaux.
- **Pour la sûreté géotechnique et hydraulique des ouvrages :**
  - **Dans les secteurs <u>protégés</u> par les endiguements**, il s'agit d'éviter un risque de rupture des barrages latéraux (retenue, canal de dérivation). En effet, toutes les retenues hydroélectriques et canaux de dérivation constituent des réservoirs d'eau perchés au-dessus du terrain naturel environnant, et dont les remblais en terre et les ouvrages de génie civil présentent potentiellement un risque de rupture (surverse, érosion interne, etc.). Le risque d'érosion interne s'applique non seulement lors des crues mais également pour tout débit courant ; ce risque « industriel » est donc permanent.

    L'objectif est de préserver une différence minimale entre la cote d'arase des digues et le niveau de la ligne d'eau de référence. Pour la concession de la CNR, cette marge ou revanche est fixée par les cahiers des charges spéciaux ou les dossiers d'exécution soumis à l'approbation de l'Administration. Elle est en général, pour une crue millénale (Q1000), de 0,50 m pour les zones non habitées et de 1,00 m pour les zones habitées.

    Par ailleurs, cet objectif se traduit par des mesures de surveillance et de maintenance qui visent à assurer la stabilité du génie civil. Les actions de gestion sédimentaires ne sont pas systématiquement menées directement pour cet enjeu : par exemple, un contre-canal pourra être dragué de façon à assurer sa fonction de drainage et limiter le risque des désordres dans la digue d'un barrage latéral ;
  - **Pour les grands barrages** tels que le barrage de Génissiat, il existe un risque supplémentaire qui est lié à la poussée des sédiments. En effet, des accumulations sédimentaires peuvent se produire contre le parement amont du barrage, ce qui peut induire une poussée supplémentaire sur le génie civil de l'ouvrage et imposer une contrainte non souhaitée. Ainsi, des inspections

par plongée sont menées (absence de vidange totale) ; des dragages peuvent être déclenchés pour cet objectif géotechnique sans que la question de l'écoulement des crues ne soit concernée.

- **Pour la bonne exploitation des ouvrages :**
  - L'entretien en parfait état des ouvrages de la concession qui ne font pas l'objet d'un classement ou qui ne sont pas soumis à un risque potentiel de rupture, mais qui sont essentiel à la bonne exploitation des ouvrages : contre-canaux, siphons, aqueducs, canalisations, prises d'eau, bassins, stations de pompage, stations de mesures, échelles limnimétriques, etc.
  - Ces obligations sont rattachées à la sûreté des ouvrages.

Les travaux, réalisés chaque année, concourent à la sécurité de la navigation et à la sûreté hydraulique pour laquelle la CNR est certifiée ISO 9001 depuis août 2001 (CNR, 2009).

Le tableau suivant résume les obligations des concessionnaires en termes de sûreté des ouvrages hydrauliques. Lorsque les conditions suivantes ne sont plus remplies, il est nécessaire d'intervenir, généralement sous forme de dragage afin de restaurer des conditions satisfaisantes.

Tableau 27 : Synthèse des obligations techniques pour le bon écoulement

Obligations	Lieu concerné	Conditions nécessaires
Bon écoulement des crues (I), non aggravation des lignes d'eau	Secteurs non protégés par les endiguements du Rhône (Vieux Rhône, queue de retenue)	• entretien des sections nécessaires à l'évacuation des crues du Rhône sans surélévation par rapport à la ligne d'eau de référence avant aménagement des chutes pour le même débit
Bonne tenue géotechnique et hydraulique des ouvrages (S)	Secteurs protégés par les endiguements du Rhône (retenue, canal usinier)	• préservation d'une différence minimale entre la cote d'arase des digues et le niveau de la ligne d'eau de référence. La revanche minimale en crue millénale (Q1000) est de 0,50 m pour les zones non habitées et de 1,00 m pour les zones habitées • surveillance et maintenance de l'état géotechnique et hydraulique des ouvrages
	Barrage de Génissiat	• surveillance et maintenance afin d'assurer la conformité du génie civil et des contraintes géotechnique du barrage de Génissiat
Bonne exploitation des ouvrages (S)	Contre-canaux, siphons, aqueducs, canalisations, prises d'eau, bassins, stations de pompage, stations de mesures, échelles limnimétriques, etc.	• parfait état de fonctionnement des ouvrages dans un objectif de bonne exploitation

- **ii) Responsabilité des acteurs publics du territoire**

Concernant les enjeux découlant du point ii), à notre connaissance il n'existe pas de situation où un enjeu hydrosédimentaire pourrait déclencher un dragage dans le Rhône sous la maîtrise d'ouvrage d'un acteur public du territoire. En l'état des connaissances, la base de données dragages ne mentionne pas d'action de ce type sous le motif « écoulement des crues » (cf. Mission 4).

L'absence d'enjeu de ce type s'explique par la prédominance des linéaires gérés par des concessionnaires du fleuve (92%), que ce soit pour le Rhône lui-même, ou pour les parties aval des affluents dans le domaine concédé.

Toutefois, deux opérations semblent faire exception :

- l'extraction de 1995 dans la fosse de la Feyssine dans l'agglomération lyonnaise (UHC#10-ALY), qui résultait de la compensation hydraulique de l'aménagement du remblai de la Cité Internationale. Ce site n'a pas fait l'objet de dragage depuis 1995 et s'il devait en faire l'objet, l'opération entrerait bien dans cette catégorie de dragage déclenchée par un enjeu de sécurité des biens et des personnes sous la responsabilité d'une compétence GEMAPI ;
- la Communauté de Communes du Hermitage Tournonais (aujourd'hui Arche Agglo) a procédé à un dragage du Doux en amont de la RD1086 (alors que la CNR procède à des dragages réguliers en aval de la RD1086). Cette opération ne figure pas dans la base de données dragages mais entre bien dans cette catégorie de dragage déclenchée par un enjeu de sécurité des biens et des personnes sous la responsabilité d'une compétence GEMAPI.

Il est possible qu'il existe d'autres opérations de dragages menées sur des affluents par des collectivités GEMAPI, en amont des linéaires concédés, et sans que l'information n'ait été transmise et intégrée à la base de données.

2.3.2 Enjeux hydrosédimentaires par type de tronçon

Cette partie résume les enjeux sédimentaires qui sont observés sur le Rhône en fonction des types de tronçons exposés à des risques hydrauliques. Le propos est illustré par la Figure 138.

- **R) Les retenues de barrage hydroélectrique**

Les retenues de barrage hydroélectrique peuvent présenter un enjeu sédimentaire fort pour l'écoulement des crues. En effet, la réduction de pente qu'elles induisent favorise la sédimentation sur une grande partie de leur linéaire, avec un gradient granulométrique d'amont (grossiers) en aval (sableux, fins), ce qui peut réduire les sections d'écoulement efficaces, rehausser les lignes d'eau pour un même débit et menacer la stabilité géotechnique des ouvrages.

Le phénomène de sédimentation est provoqué par l'abaissement de la pente d'écoulement liée à la présence de la retenue ; cette réduction de la pente a lieu pour des débits courants, de hautes eaux, et également de petites crues, la transparence totale des ouvrages n'étant obtenue que pour des crues bien supérieures à la crue décennale, en général d'occurrence centennale. Les accompagnements de chasses suisses sur le Haut-Rhône (APAVER) peuvent également favoriser la sédimentation dans les retenues en amont de Lyon (Chautagne / 05-CHA ; Lavours / 06-BEL ; Champagneux / 07-BRC ; Villebois / 08-SAB) ; toutefois ces phénomènes sont mieux gérés depuis la mise en place des APAVER (2016) pour la retenue de Génissiat, alors que les retenues en aval continuent à accumuler les sédiments fins (cf. rapport de Mission 4).

Les enjeux sédimentaires au sein des retenues sont différenciés selon les complexes hydroélectriques ; néanmoins, des tendances générales se dégagent :

- **Les queues de retenues** peuvent être sensibles si le Vieux Rhône situé en amont (ou ses affluents) apporte des sédiments grossiers qui ne peuvent être totalement remobilisés au sein de la retenue : cas du secteur du pont de la Loi en aval du Vieux Rhône de Chautagne / 05-CHA ; cas de la retenue de Champagneux au droit de Peyrieu (secteur Les Bessons) / 07-BRC ; cas de la fosse de la Feyssine à Lyon (10-ALY). Les opérations de dragage dans ces secteurs de queue de retenue sont souvent davantage motivées par l'enjeu « navigation » que par l'enjeu « sûreté » (cf. §.8.2.3) ;
- **les secteurs de retenue au droit de confluences** peuvent être des secteurs majorants pour les enjeux de sûreté des ouvrages du fait des dépôts des sédiments du Rhône et de ceux du ou des affluents : cas de la retenue de Chautagne et de la confluence avec le Fier (05-CHA) ; cas de la retenue de St-Vallier (14-STV) et de la confluence de la Cance (secteur de Laveyron).
- **Les parties aval de retenue** sont assez peu sensibles aux enjeux « écoulement des crues » du fait des capacités de remobilisation des sédiments fins au sein de la retenue et de la restauration des capacités hydrauliques lors des crues fortes qui pourraient présenter un risque. Cependant, certaines retenues sont plus exposées que d'autres : Chautagne / 05-CHA ; Lavours / 06-BEL ; Champagneux / 07-BRC ; Villebois / 08-SAB) et peuvent nécessiter des dragages dans cet objectif ; à noter que pour d'autres retenues (Vaugris / 10-VAU ; Péage-de-Roussillon / 13-PDR), les dragages sont déclenchés par l'enjeu « navigation » avant l'enjeu « géotechnique » (cf. 8.2.3) ;

Pour assurer la bonne tenue géotechnique des ouvrages (O) au sein de la retenue, des dragages sont donc menés pour rétablir un état conforme au cahier des charges, avec plusieurs configurations types :

- **R.S1) dans la queue de la retenue** (Peyrieu secteur Les Bessons / 07-BRC, pont de la Loi en aval de l'UHC#05-CHA, etc.) ;
- **R.S2) au droit d'une confluence** (Fier / 05-CHA ; Cance-Laveyron / 14-STV) ;
- **R.S3) dans la partie aval de la retenue** (Chautagne / 05-CHA ; Lavours / 06-BEL ; Champagneux / 07-BRC ; Villebois / 08-SAB, etc.) ;

Pour la retenue de Chautagne (05-CHA), l'importance des enjeux sédimentaires fait que les dragages portent à la fois sur la partie aval de la retenue (R.S1) et sur la zone de confluence avec le Fier (R.S2).

En complément, des ouvrages annexes (contre-canaux, siphons, aqueducs, canalisations, prises d'eau, bassins, stations de pompage, stations de mesures, échelles limnimétriques, etc.) peuvent nécessiter des interventions afin d'assurer leur bon fonctionnement. Certaines de ces opérations sont communes avec l'enjeu « hydroélectricité » (R.H5 / différents équipements de monitoring des ouvrages : échelle limnimétrique, sondes, etc. ; cf. 8.3.2).

- **R.S4) en parallèle au linéaire de la retenue, entretien des ouvrages annexes** (contre-canal de Vaugris / 12-VAU ; contre-canal de péage-de-Roussillon (13 / PDR) ;

• CU) Le canal usinier (ou canal de dérivation)

Le canal usinier (ou canal de dérivation) d'une usine hydroélectrique comprend un canal d'amenée en amont de l'usine, et un canal de restitution en aval de l'usine. Ces canaux ont été conçus à l'origine pour ne laisser entrer que des sédiments fins (limons et sables) et pour fonctionner en autonomie sédimentaire, par auto-curage. A l'entrée de chaque canal de dérivation (hormis sur l'ouvrage de Jons-Cusset / UHC#10-ALY), il existe un seuil de fond côté canal d'amenée qui dirige les sédiments les plus grossiers vers le barrage de dérivation et le Vieux Rhône. A la confluence de l'Isère dans le canal de Bourg-lès-Valence, un épi sous-fluvial favorise le transit des sables de l'Isère via le barrage de l'Isère.

Sur son linéaire, un canal d'amenée peut subir des phénomènes de dépôt (sables, limons) au gré des apports amont ; le diagnostic met en évidence qu'il s'agit d'une respiration du fond et que celui-ci retrouve ultérieurement son niveau initial, en fonction de l'hydrologie (cas de la retenue de Vallabrègues / 22-VAL). A l'approche de l'usine, la sédimentation est parfois plus marquée du fait des surlargeurs imposées par les garages d'écluse. Ce sont alors les dragages de ces derniers qui permettent de rétablir l'équilibre du canal d'amenée.

On notera toutefois des exceptions à ce fonctionnement par auto-curage :

- **CU.S1) En cas d'engravement à l'entrée du canal :** le canal de Jonage (UHC#10-ALY), qui n'est pas pourvu d'un seuil sous-fluvial à son entrée, et qui laisse entrer environ ¼ des apports grossiers du Rhône alimenté par l'Ain (10 000 m³/an sur 30-40 000 m³/an). Ces matériaux se déposent dans les deux premiers kilomètres en aval de la diffluence au barrage de Jons et pourraient déclencher des enjeux de sûreté des ouvrages : érosion des berges de la partie amont du barrage latéral (classe C), rehaussement de la ligne d'eau, fonctionnement du déversoir d'Herbens / classe C). EDF estime en 2019 que cet enjeu nécessitera des travaux de dragage à moyen terme (2023-2025) ;
- **CU.S2) En cas de surlargeur dans le canal usinier :** par exemple, le canal d'amenée de Belley (UHC#06-BEL) présente des surlargeurs locales liées au relief des versants et à l'endiguement (lac du Lit-au-Roi, lac de Bart) qui favorisent très fortement la sédimentation fine, a fortiori sous l'influence des APAVER qui apportent des quantités de limons et sables. Un tel phénomène pourrait menacer à terme la stabilité géotechnique des ouvrages ;
- **CU.S3) En cas d'apport sédimentaire important d'un affluent :** le canal de Bourg-lès-Valence (UHC#15-BLV) reçoit les apports sédimentaires (sables fins) de l'Isère, dont une grande partie est libérée lors des chasses des ouvrages de la Basse Isère. Le canal usinier est dimensionné pour évacuer les apports courants, mais certaines chasses espacées (2008, 2015) peuvent apporter des quantités importantes de sédiments qui viennent se déposer en amont immédiat de la confluence et diminuent la capacité hydraulique (capacité du lit en amont du pont de l'A7 réduite à Q10 au lieu de Q60). Un dragage a été réalisé en 1998 et n'a pas eu à être renouvelé depuis car les dépôts ont été repris ou se sont concentrés dans le canal usinier (2008, 2015).

• UE) Les usines-écluses

Dans la continuité des canaux usiniers, les usines-écluses sont conçues pour faire transiter les sédiments fins admis dans le canal. Toutefois, les ouvrages annexes tels que les garages d'écluse sont un lieu privilégié de sédimentation du fait de leur configuration ; les actions déclenchées le sont pour le motif « navigation » et non pour le motif « écoulement des crues ».

Cependant, l'enjeu sûreté des ouvrages porte également sur le volet géotechnique. Ainsi, le barrage de Génissiat, du fait de ses dimensions, est surveillé car il peut présenter des risques géotechniques en cas de sédimentation au pied du parement amont de l'ouvrage :

- **UE.S1) Parement amont d'un grand barrage** (Génissiat / 03-GEN).

• RC) Les Vieux Rhône ou Rhône court-circuités

Les Vieux Rhône se décomposent généralement en un tronçon amont aux écoulements libres et courants, et un tronçon aval sous l'influence du remous de la retenue aval. La répartition entre les deux faciès est très variable selon les configurations locales et les débits.

Lorsqu'il existe un transport solide résiduel par charriage au sein d'un Vieux Rhône, le tronçon aval sous l'influence de la retenue aval pourra être plus sensible aux phénomènes de dépôt ; ce processus peut être à l'origine d'un enjeu de sécurité publique car la section d'écoulement est réduite par rapport à l'état de référence avant aménagement hydroélectrique. Le concessionnaire est alors dans l'obligation de remédier à cette situation, si besoin par dragage. Le tronçon courant amont peut également être sensible aux dépôts, voire aux divagations latérales (cf. §.2.2.2).

Par le passé, les Vieux Rhône qui ont présenté de tels enjeux sont essentiellement le Vieux Rhône de Beauchastel au niveau et en amont de la restitution (16-BEA), le Vieux Rhône de Montélimar dans la partie courante sous le barrage de Rochemaure (18-MON), et le Vieux Rhône de Donzère (19-DZM) à hauteur de Pont-Saint-Esprit. On notera que plusieurs Vieux Rhône sont dragués pour un enjeu « navigation » qui peut cacher un enjeu « écoulement des crues » sous-jacent : Vieux Rhône de Montélimar en aval du port Lafarge-Ciments (18-MON), Vieux Rhône de Caderousse avec le port de l'Ardoise (20-CAD), Bras d'Avignon avec le port du Pontet (21-AVI), etc.

Même si ce type d'opération dans un Vieux Rhône ne semble plus s'être renouvelé depuis 2007, les enjeux restent importants ou potentiels pour plusieurs secteurs, notamment sur Pont-Saint-Esprit (19-DZM). Par ailleurs, de nouveaux secteurs à enjeu pourraient apparaître avec le retour des sédiments sur certains affluents : Vieux Rhône de Beaucaire via les apports du Gardon (22-VAL), etc. ou suite à des actions de restauration par réinjection sédimentaire.

Enfin, les Vieux Rhône peuvent être concernés par les apports sédimentaires d'affluents, a fortiori si ces apports sont grossiers et susceptibles de modifier les conditions hydrauliques du RCC.

Dans les Vieux Rhône, la notion de sûreté des ouvrages (S) n'intervient plus. Pour assurer le bon écoulement des crues (I) au sein des Vieux Rhône, des dragages sont menés pour rétablir un état des lignes d'eau conforme à l'état de référence antérieur à la mise en eau des barrages :

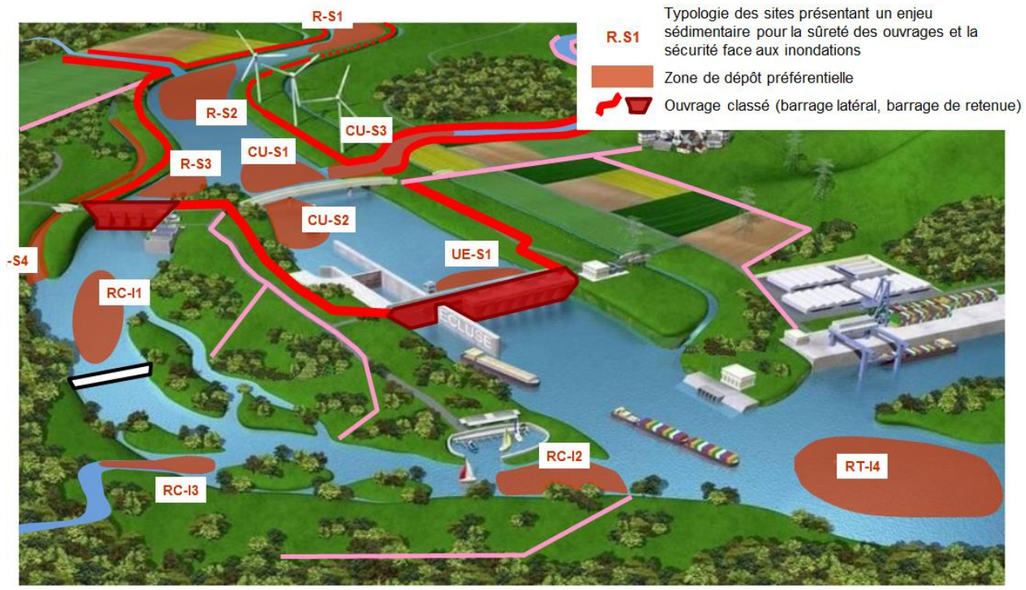
- **RC.I1) Linéaire de Vieux Rhône courant** (Montélimar / 18-MON, Donzère-Mondragon / 19-DZM) ;
- **RC.I2) Linéaire de Vieux Rhône sous influence de la retenue aval** (Beauchastel / 16-BEA, Donzère-Mondragon / 19-DZM) ;
- **RC.I3) Les secteurs de confluence** (Mialan / 15-BLV, Escoutay / 18-MON, Gardon / 22-VAL, etc.).

• RT) Le Rhône total ou Rhône libre

Les sections courantes du Rhône ne sont pas nombreuses (UHC#09-VUL, UHC#23-ARL, UHC#24-GRH, UHC#25-PRH). L'absence d'ouvrage en travers de ces unités pourrait laisser penser à un équilibre sédimentaire. En réalité, seul le tronçon de St-Vulbas (UHC#09-VUL) semble en équilibre voire en léger déstockage sédimentaire. Les autres unités subissent des phénomènes de sédimentation qui sont naturels du fait de leur implantation dans le delta du Rhône.

Dans tous ces linéaires, les enjeux « écoulement des crues (I) » peuvent exister mais les opérations de dragage sont déclenchées avant tout par l'enjeu « navigation », comme en particulier à la diffluence Petit Rhône / Grand Rhône.

- **RT.I3) Linéaire de Rhône total** (Palier d'Arles / 23-ARL, Gd Rhône / 24-GRH, Pt Rhône 25-PRH).



R.S1 : sûreté d'ouvrage en queue de retenue
R.S2 : sûreté d'ouvrage au droit d'une confluence
R.S3 : sûreté d'ouvrage en partie aval de la retenue
R.S4 : sûreté d'ouvrage pour ouvrages annexes
CU.S1 : sûreté d'ouvrage par engravement entrée canal
CU.S2 : sûreté d'ouvrage par surlargeur du canal usinier
CU.S3 : sûreté d'ouvrage au droit d'une confluence
UE.S1 : parement amont d'un grand barrage
RC.I1 : linéaire de Vieux Rhône courant
RC.I2 : linéaire de Vieux Rhône sous influence aval
RC.I3 : confluence entre affluent et Vieux Rhône
RT.I4 : linéaire de Rhône total

Figure 138 : Synthèse schématique des enjeux sédimentaires pour la sûreté des ouvrages hydrauliques

Type de tronçon homogène	Lieu	Importance socio-économique	Fréquence d'intervention	Importance des volumes	CALCUL	Sûreté ouvrages (S)
RETENUE	Queue de retenue	3	2	2	2,3	R.S1
RETENUE	Confluence affluent	3	2	3	2,7	R.S2
RETENUE	Amont barrage	3	2	3	2,7	R.S3
RETENUE	Ouvrages annexes (contre-canaux, e	3	2	1	2,0	R.S4
CANAL USINIER	Entrée canal usinier	3	0	0	0,0	CU.S1
CANAL USINIER	Surlargeur	3	0	0	0,0	CU.S2
CANAL USINIER	Confluence affluent	3	3	2	2,7	CU.S3
USINE-ECLUSE	Barrage-usine et organes mobiles	3	2	3	2,7	UE.S1

SECURITE INONDATION (I)

Type de tronçon homogène	Lieu	Importance socio-économique	Fréquence d'intervention	Importance des volumes	CALCUL	Sécurité inondation (I)
VIEUX RHONE	Linéaire courant	3	1	2	2,0	RC.I1
VIEUX RHONE	Linéaire remous	3	1	2	2,0	RC.I2
VIEUX RHONE	Secteur de confluence	3	2	3	2,7	RC.I3
RHONE TOTAL	Linéaire courant	3	2	2	2,3	RT.I4
RHONE TOTAL	Diffluence PRH/GRH	3	0	0	0,0	RT.I5

2.3.3 Synthèse des opérations de gestion sédimentaire répondant aux enjeux de sûreté-sécurité

Les opérations de gestion sédimentaire répondant à un enjeu de sûreté-sécurité sont de deux types :

- Opérations de dragages d'entretien ;
- Opérations de chasse et/ou d'accompagnement de chasse en retenues.

Dans la base de données des dragages exploitée en Mission 4, les opérations répondant aux enjeux de sûreté et de sécurité hydraulique sont rassemblées sous le motif unique de « écoulement des crues ».

Pour l'écoulement des crues, et d'une manière générale pour les enjeux de sûreté-sécurité / inondations, les volumes de dragages sur 1995-2018 qui s'élèvent à 9 315 629 m³ sur 1995-2018 (soit 388 151 m³/an en moyenne) sont répartis sur 93 sites (sur 263 au total, soit 35%), et ont fait l'objet de 334 opérations sur 947 (35 %).

Les dragages ont lieu en très grande partie (2/3 des volumes) au niveau des confluences des affluents :

- Sur les 241 affluents du Rhône, 62 (soit 26%) sont concernés par des opérations de dragages à leur confluence, pour un volume annuel moyen de 253 862 m³/an ;
- Le deuxième type de site concerne les retenues, en général les queues de retenues, dans lesquelles la revanche de sécurité des systèmes d'endiguement n'est plus assurée à cause d'une sédimentation (17 sites, 94 110 m³/an) ;
- Les autres localisations sont certains Vieux Rhône, ce type d'intervention n'ayant plus eu lieu depuis 2007, et d'autres ouvrages, tels que les siphons, aqueducs, contre-canaux, barrage sur annexe, déversoir, etc.

Par ailleurs, des chasses sont menées sur les ouvrages suisses tous les 3 à 4 ans, et accompagnées par les ouvrages du Haut-Rhône français (APAVER). Ces opérations sont rendues nécessaires par la sédimentation continue des réservoirs (22% de comblement pour la retenue de Verbois, 51% de comblement pour la retenue de Génissiat, et par l'impossibilité d'atteindre une pente d'équilibre au sein de la retenue sans menacer le bon fonctionnement des ouvrages ou la pérennité d'enjeux riverains. Les chasses ont donc également vocation à répondre à des enjeux d'exploitation (cf. PARTIE D / §.8.3.6).

Le rapport de Mission 4 peut être consulté pour toute précision sur les opérations réalisées sur 1995-2018.

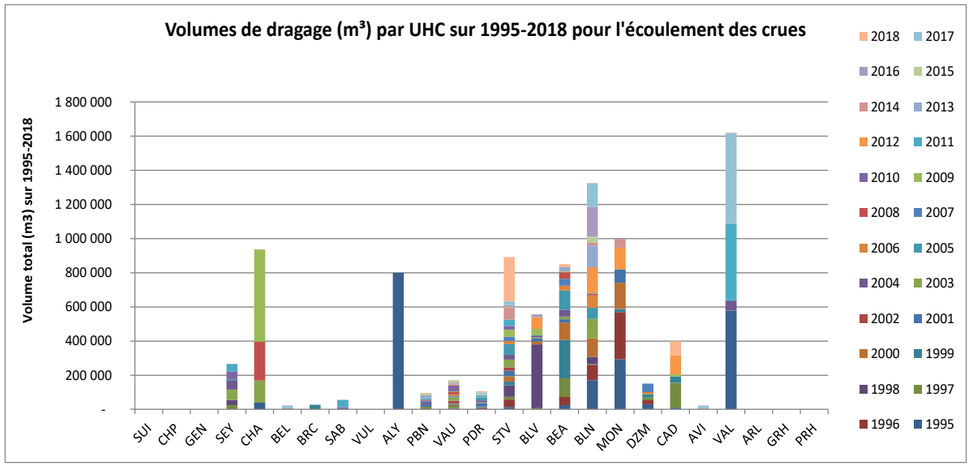
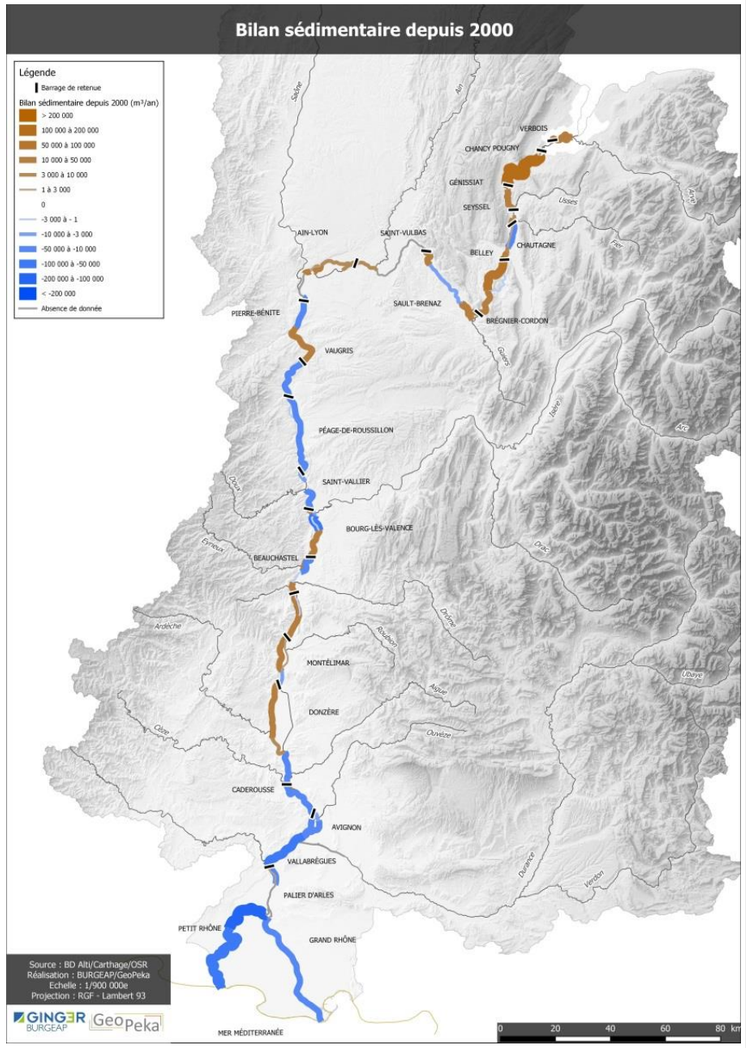


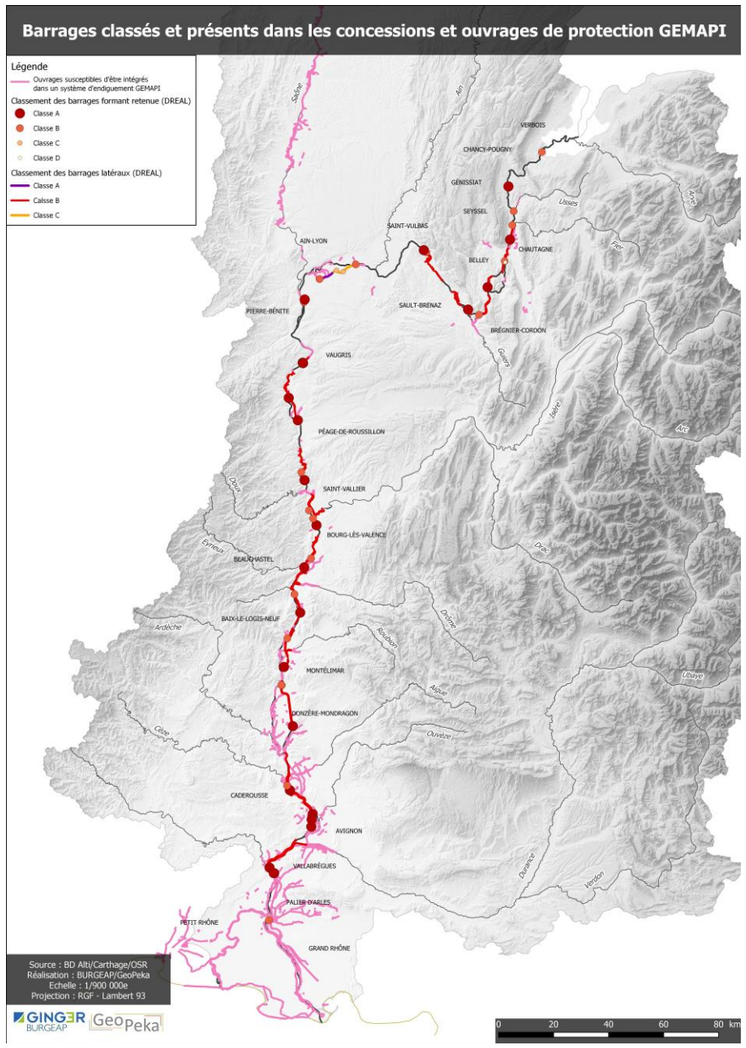
Figure 139 : Volumes de dragage par UHC sur 1995-2018 pour la navigation (toutes localisations)

2.3.4 Synthèse graphique des enjeux

Cf. page suivante.

Fonctionnement hydrosédimentaire global (MISSION 2)	Enjeux de sûreté-sécurité (MISSION 3)	Opérations de gestion « écoulement de crue » (MISSION 4)





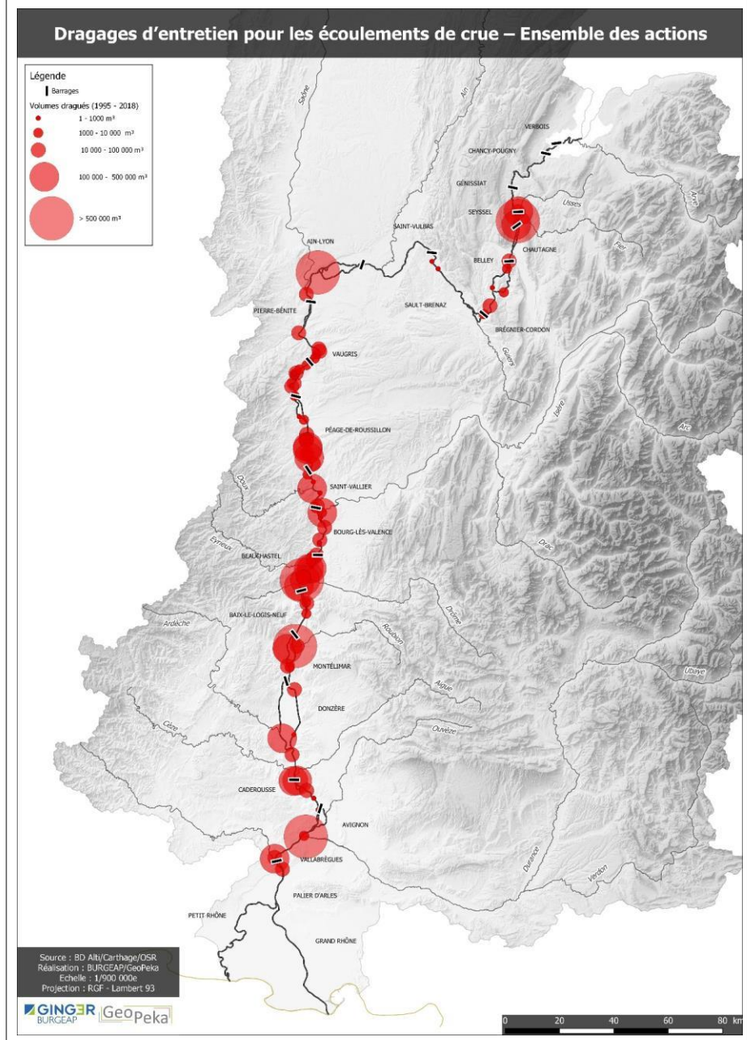


Figure 140 : Synthèse cartographique des enjeux sédimentaires liés aux risques hydrauliques

3 Les enjeux de sûreté nucléaire

3.1 Obligations des CNPE

Pour les CNPE, les installations relèvent de la réglementation des Installations Nucléaires de Base, qui ont fait l'objet du décret n°63-1228 du 11 décembre 1963 modifié jusqu'en 2006 et la loi n°2006-686 du 13 juin 2006. L'autorisation principale est délivrée après l'organisation d'une enquête publique et obtention de l'avis de l'ASN : il s'agit du décret d'autorisation de création (DAC). Le DAC couvre notamment les aspects « sûreté », comme auparavant, mais aussi les prélèvements d'eau et les rejets.

Les obligations de bon fonctionnement des ouvrages, de production et de sûreté imposent une surveillance stricte de l'état des prises d'eau qui assurent le prélèvement d'un débit minimal et le refroidissement des installations. En effet, le bon fonctionnement des tranches du point de vue de la production, mais surtout du point de vue de la sûreté, est directement lié au niveau des sédiments présents dans le chenal d'amenée puisqu'il conditionne les débits entrants et l'efficacité des circuits de refroidissement. Aussi, l'entretien régulier des ouvrages et des matériels de prise d'eau, et en particulier du chenal d'amenée, constitue une opération nécessaire dès que les critères de déclenchement sont atteints.

Par ailleurs, les installations de CNPE ont l'obligation de prendre en compte des risques hydrauliques liés aux inondations et à une éventuelle rupture d'un ouvrage hydroélectrique situé en amont.

3.2 Enjeux hydrosédimentaires liés à la sûreté nucléaire

Les enjeux hydrosédimentaire liés à la sûreté nucléaire sont de plusieurs ordres et portent sur une échelle régionale voire nationale :

- **Sûreté en termes de production d'énergie**. cet aspect est développé sous l'angle socio-économique en PARTIE D / §.4.3 et les enjeux hydrosédimentaires qui y sont liés sont développés en PARTIE D / §. 8.3.3 ;
- **Sûreté en terme de prélèvement d'eau et de refroidissement des installations** : cet aspect est également développé sous l'angle socio-économique en PARTIE D / §.5.1 et les enjeux hydrosédimentaires qui y sont liés sont développés en PARTIE D / §. 8.4.2 ;
- **Sûreté hydraulique des installations** face aux inondations et face à un éventuel risque de rupture d'un ouvrage hydroélectrique situé en amont.

Concernant la sûreté des prélèvements d'eau et du refroidissement des installations, la PARTIE D / §. 8.3.3 rappelle les débits minimum dans le Rhône et à la prise d'eau nécessaires à la sûreté des installations.

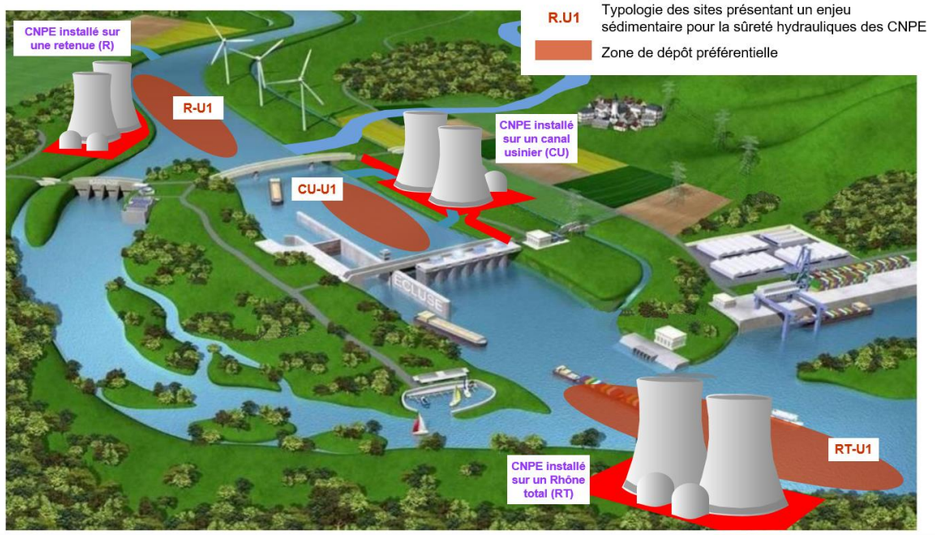
Concernant l'enjeu de sûreté hydraulique des installations, certaines particularités ont été établies concernant les 4 CNPE de la vallée du Rhône :

- **CNPE du Bugey** (UHC#09-VUL) : toute la plateforme est en remblai au-dessus des plus hautes eaux ; pour se protéger d'un débordement du fleuve, dont l'origine pourrait être une crue ou une vague de submersion suite à une rupture de barrage, le site de Bugey dispose d'une protection le long du Rhône, composée de la butte anti-bruit (autour des tours aéro-réfrigérantes), d'un muret, de batardeaux et d'obturateurs positionnés sur les réseaux d'évacuation d'eaux de pluie du site. D'après les informations collectées auprès de la DREAL, ces ouvrages ne sont pas identifiés dans la base de données des ouvrages de protection ou barrages latéraux, et ne font pas l'objet d'un classement au titre des décrets « digues » ;
- **CNPE de St-Alban** (UHC#13-PDR) : Le CNPE de St-Alban est localisé en rive gauche de la retenue de St-Pierre-de-Bœuf, l'ensemble de la plateforme étant en remblai au-dessus des plus hautes eaux. Les barrages latéraux de la retenue de St-Pierre-de-Bœuf viennent se refermer sur ce remblai. Les branches de ces barrages latéraux dans l'emprise de l'INB ne font pas partie du système d'endiguement de la concession CNR et sont identifiés par les services de la DREAL comme ouvrages de protection susceptibles d'être classés ;
- **Pour le CNPE de Cruas-Meysse** (UHC#18-MON), l'ensemble de la plateforme est en remblai au-dessus des plus hautes eaux, en continuité avec les barrages latéraux de la retenue de Rochemaure sous concession CNR ; ce remblai est identifié par les services de la DREAL comme ouvrage de protection susceptibles d'être classé ;
- **Pour le CNPE du Tricastin** (UHC#19-DZM), la plateforme n'est pas en remblai. Elle est protégée par une digue en continuité des barrages latéraux du canal de Donzère-Modragon sous concession CNR. Cette digue est identifiée par les services de la DREAL comme ouvrage de protection susceptible d'être classé.

Le fonctionnement hydrosédimentaire du Rhône, en cas de sédimentation au droit des CNPE, pourrait être à l'origine d'une dégradation des ouvrages de protection cités précédemment (rehaussement de la ligne d'eau, érosion latérale, etc.). Cependant, à ce jour, aucune intervention de dragage n'a été réalisée pour cet objectif puisque d'une part les CNPE (en dehors de celui du Bugey) bénéficient de la gestion sédimentaire opérée par la CNR dans les retenues (Cruas-Meysse, St-Alban) et le canal usinier (Tricastin), et que d'autre part les opérations de dragage dans les chenaux de prise d'eau participent à la gestion sédimentaire au droit des plateformes (cf. PARTIE D / §. 8.4.2).

Cet enjeu de sûreté hydraulique est donc conservé pour mémoire :

- **R.U1) CNPE installé sur une retenue** (St-Alban / 13-PDR ; Cruas-Meysse / 18-MON) ;
- **CU.U1) CNPE installé sur un canal usinier** (Tricastin / 19-DZM) ;
- **RT.U1) CNPE installé le long d'un Rhône total** (Bugey / 09-VUL).



R.U1 : CNPE en bordure de retenue
CU.U1 : CNPE en bordure de canal usinier
RT.U1 : CNPE en bordure de Rhône total

Figure 141 : Synthèse schématique des enjeux sédimentaires pour la sûreté hydraulique des CNPE

SURETE HYDRAULIQUE DES CNPE (U)

Type de tronçon homogène	Lieu	Importance sûreté-sécurité	Fréquence d'intervention	Importance des volumes	CALCUL	Sûreté hydraulique des CNPE (U)
RETENUE	Prise d'eau CNPE	3	3	2	2,7	R-U1
CANAL USINIER	Prise d'eau CNPE	3	3	2	2,7	CU-U1
RHONE TOTAL	Prise d'eau CNPE	3	3	2	2,7	RT-U1

3.3 Synthèse des opérations de gestion sédimentaires

Les opérations de dragages sont menées avant tout pour assurer la sûreté des prises d'eau et des débits de des circuits de refroidissement. Les actions menées sont présentées en PARTIE D / §. 8.3.3.

4 Les enjeux de sûreté en alimentation en eau potable

4.1 Obligations des captages en eau potable

Les captages (ou champs captants) en eau potable sont déclarés d'utilité publique (DUP) et leurs gestionnaires ont une obligation d'approvisionner en eau leurs abonnés dans des conditions satisfaisantes établies dans le Code de la Santé Publique et le Code de l'Environnement.

Notamment, les gestionnaires assurent la continuité de la fourniture de l'eau qui doit présenter des volumes adaptés au besoin et des qualités imposées par la réglementation en vigueur. Ces conditions s'appliquent en dehors de circonstances temporaires et limitées dans le temps (travaux sur le réseau par exemple) devant faire l'objet d'une information appropriée et de mesures d'adaptation le cas échéant, et en dehors de circonstances exceptionnelles (pollution majeure, inondation, incendie, etc.).

Cependant, on notera qu'il est rarement mentionné dans une DUP de captage, en dehors de l'existence de périmètres de protection, les conditions physiques auxquelles l'hydrosystème doit répondre afin de garantir le bon fonctionnement du captage ; par exemple : débit minimal dans le cours d'eau, niveau minimal de la nappe, section minimale au droit d'une prise d'eau superficielle, protection contre l'inondabilité des captages, état granulométrique des fonds (risque de colmatage), etc. Ainsi, les gestionnaires ont des obligations de résultats (délivrance d'une eau potable de qualité et en quantité) mais ne disposent pas de tous les moyens de gestion de la ressource en eau.

4.2 Importance de la nappe alluviale du Rhône pour l'alimentation en eau potable

La nappe alluviale du Rhône constitue une ressource majeure, voire unique, pour de nombreuses collectivités : 90 % des prélèvements de ces collectivités proviennent de cette ressource nappe alluviale (ANTEA, SAFEGE, et SEPIA Conseils 2010).

Parmi les ouvrages prélevant dans cette nappe pour la production d'eau potable, les 12 principaux en termes de volume sont les suivants (dans l'ordre décroissant ; données Agence de l'Eau de 2017) :

- Métropole de Lyon (80 969 800 m³/an)
- Nîmes-Beaucaire (14 981 000 m³/an)
- Sorgues (12 180 200 m³/an)
- Avignon – Seignone (9 727 400 m³/an)
- Grigny (5 690 100 m³/an)
- Ternay – Méandre de Chasse (4 878 600 m³/an)
- Arles – Saint-Hippolyte (4 238 300 m³/an)
- Mornas (3 987 100 m³/an)
- Balan (3 056 000 m³/an)
- Villeneuve-lès-Avignon (2 630 800 m³/an)
- Péage-de-Roussillon (2 377 400 m³/an)
- Valence – Mauboule (2 265 500 m³/an)

Le plus important prélèvement est celui de la Métropole de Lyon à Vaulx-en-Velin (champ captant de Crépieux-Charmy) qui représente près de 50 % des prélèvements totaux destinés à l'AEP dans la vallée du Rhône ; c'est également le plus grand champ captant d'Europe. La nappe est ainsi sollicitée tout au long du linéaire du Rhône par de nombreux puits et champs captants (tableau ci-dessous).

Le Tableau 28 récapitule les principaux captages en nappe alluviale pour l'AEP dans la vallée du Rhône. Les 12 principaux listés précédemment sont identifiés en gras.

Comme l'illustre la Figure 147, on notera que près des deux tiers des captages sont situés en bordure de retenue (48% ; 12 cas) ou de canal usinier (12% ; 3 cas), c'est-à-dire dans un contexte de nappe alluviale stabilisée par les aménagements du fleuve. Pour les situations restantes, les captages sont situés : le long d'affluents (8% ; 2 cas), avec une nappe alluviale du Rhône probablement influencée par cet affluent ; le long d'un Rhône total courant (4% ; 1 cas) ou le long de RCC (28% ; 7 cas). Dans ces derniers cas le long des Vieux Rhône, on peut constater que la totalité des captages bénéficie d'un soutien de la ligne d'eau : influence de la retenue hydroélectrique située en aval, présence d'un seuil en aval. Il n'existe donc aucun captage dans une zone courante de RCC.

Enfin, pour le seul captage situé en bordure d'un Rhône total courant (Arles St-Hippolyte), il est situé en bordure d'UHC, à distance du Rhône et sous l'influence d'une nappe secondaire (nappe alluviale de la Crau). Il dépend donc probablement peu des niveaux de nappe alluviale du Rhône.

Globalement, ces principaux captages sont donc installés dans des conditions hydrogéologiques relativement stables, favorisées par la présence d'ouvrages situés en aval qui contrôlent les niveaux d'eau (barrage de retenue, canal de dérivation, seuil en tronçon court-circuité, seuil en Rhône total, etc.), ce qui favorise le pilotage des aménagements de production d'eau potable et limite les risques en cas d'étiage sévère.

Par ailleurs, l'importance des volumes produits pour l'eau potable rappelle l'enjeu stratégique de la nappe alluviale du Rhône pour les agglomérations de la vallée (Lyon, Valence, Montélimar, Avignon) et pour une multitude de communes petites et moyennes. Cet enjeu conduit à considérer, même s'il existe peu d'études sur le sujet, qu'il n'existe pas d'alternative possible pour les installations existantes, tout au moins pour des coûts raisonnables.

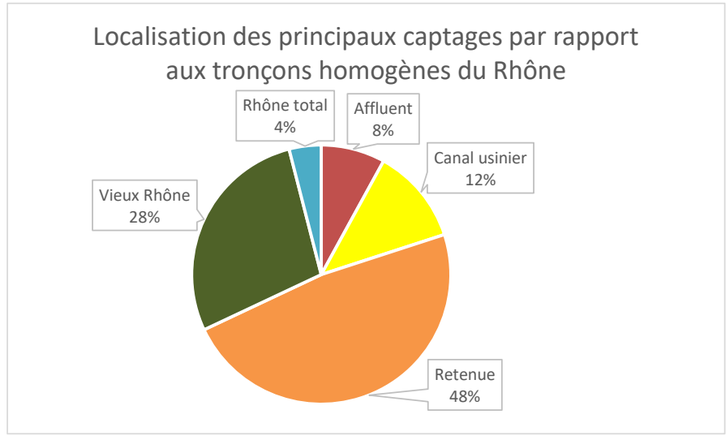


Figure 142 : Localisation des principaux captages AEP par rapport aux tronçons homogènes du Rhône

4.3 Enjeux hydrosédimentaires liés à l'alimentation en eau potable

Le paragraphe précédent rappelle que la nappe alluviale du Rhône alimente en eau potable les grandes agglomérations de la vallée et une multitude de communes petites et moyennes. Ces gestionnaires doivent assurer un service public de premier ordre et ne disposent généralement pas d'alternative simple pour les plus importants en volumes prélevé. Il existe donc un enjeu global de sûreté de l'alimentation en eau potable pour ces principaux captages.

Cet enjeu global se traduit par des enjeux de sûreté plus locaux et plus techniques. Les conditions générales de relations nappe / rivière (Paran et al., 2015) et le retour d'expérience des actions de gestion sédimentaire développé dans le rapport de Mission 4 conduisent à considérer que les enjeux sédimentaires liés à la sûreté des captages AEP peuvent intervenir principalement sous trois formes :

- **Sûreté en terme de prélèvement d'eau** : cet aspect est développé sous l'angle socio-économique en partie PARTIE D / §.5.1 et les enjeux hydrosédimentaires qui y sont liés sont développés en partie PARTIE D / §. 8.4.2 ;
- **Sûreté des installations face aux risques hydrauliques** : inondations, mobilité du lit, pouvant conduire à une dégradation d'ouvrage ;
- **Sûreté du champ captant vis-à-vis de la recharge effective de l'aquifère ;**
- **Sûreté du champ captant vis-à-vis des pénétrations au sein des périmètres de protection**.

UHC	Dpt	Commune	Maître d'ouvrage	Nom de l'ouvrage	TH	Rive Rhône	Contexte RCC particulier	En bordure de Rhône concédé ?
10-ALY	01	Balan	Communauté de communes du canton de Montluel	Puits dans Lône de la Chaume	R	RD		OUI
10-ALY	01	**Balan**	Syndicat intercommunal eau potable de l'est lyonnais	Puits du Rhône	R	RD		NON
10-ALY	01	Miribel	Syndicat intercommunal des eaux du nord-est de Lyon	Puits station du Four à Chaux	RCC	RD	Seuil du PK14	NON
10-ALY	38	Anthon	Syndicat intercommunal production des eaux du nord-ouest Isère	Puits station St-Nicolas	R	RG		NON
10-ALY	69	**Vaulx-en-Velin**	Métropole de Lyon	Champ captant de Crépieux-Charmy	RCC	RD	Seuils de TEO	NON
12-VAU	69	**Grigny**	SIE Monts du Lyonnais et basse vallée du Gier	Zone de captage de l'Ile du Grand Gravier	R	RD		OUI
12-VAU	69	**Ternay**	Syndicat mixte eau potable Rhône sud	Ensemble captage nappe zone du méandre Chasse	R	RG		OUI
13-PDR	38	**Le-Péage-de-Roussillon**	Syndicat intercommunal de gestion eau et assainissement du Roussillon (SIGEARPE)	Puits station les Iles	CU	RG		OUI
14-STV	07	Arras-sur-Rhône	Syndicat intercommunal AEP Cance doux	Puits lieu-dit les Châtaigniers et Varogne	R	RD		OUI
14-STV	07	Peyraud	Syndicat intercommunal eau Annonay Serrières	Puits lieu-dit Terre Carrée	R	RD		OUI
16-BEA	26	Bourg-lès-Valence	Ville de Bourg-lès-Valence	Puits dans station de Combeaux	R	RG		OUI
16-BEA	26	**Valence**	Ville de Valence	Puits Mauboule n°1	R	RG		OUI
17-BLN	07	Le Pouzin	Syndicat intercommunal à la carte Ouvèze Payre	Puits	A	RD		OUI
18-MON	26	Montélimar	Ville de Montélimar	Puits lieu-dit la Dame	CU	RG		OUI
19-DZM	26	Pierrelatte	Ville de Pierrelatte	Puits dans alluviale du Rhône	CU	RD		OUI
20-CAD	30	Codolet	Syndicat eau et assainissement de la basse Tave	Puits du Clavelet	R	RD		OUI
20-CAD	84	**Mornas**	Syndicat intercommunal Rhône Aygues Ouvèze	Captage des Brassières et le Grand Moulas	R	RG		OUI
21-AVI	84	Avignon	Syndicat intercommunal Rhône Ventoux	La Barthelasse	RCC	RD	Remous retenue aval	OUI
21-AVI	84	**Sorgues**	Syndicat intercommunal Rhône Ventoux	La Jouve	RCC	RG	Remous retenue aval	OUI
21-AVI	84	**Sorgues**	Syndicat intercommunal Rhône Ventoux	La Motte	RCC	RD	Remous retenue aval	OUI
22-VAL	30	**Villeneuve-lès-Avignon**	Communauté d'agglomération du Grand Avignon	Fort Saint-André	R	RD		OUI
22-VAL	30	Beaucaire	Ville de Beaucaire	Forage dans la nappe les Arves	RCC	RD	Seuil de Beaucaire	OUI
22-VAL	30	**Beaucaire, Comps**	Ville de Nîmes	Champ captant de la Ville de Nîmes	RCC	RD	Seuil de Beaucaire	OUI
22-VAL	84	**Avignon**	Syndicat intercommunal Rhône Aygues Ouvèze	Captage de la Seignone	A	RG		OUI
24-GRH	13	**Arles**	Syndicat Mixte de Gestion de la Nappe Phréatique de la Crau	Puis de Saint-Hippolyte	RT	RG		OUI

Légende TH (tronçons homogènes) : R= Retenue, RT=Rhône total, CU=Canal usinier, RCC = Vieux Rhône, A=Affluent

Tableau 28 : Principaux ouvrages prélevant de l'eau potable dans la nappe alluviale du Rhône

- **Exposition des installations de captages aux inondations ou divagation du lit**

Les lieux de captages d'eau potable en nappe alluviale sont par définition situés dans l'espace alluvial et sont potentiellement situés en zone inondable et ainsi exposés aux conséquences des crues : inondation des puits, inondation des installations de production et de traitement, risque de pollution post-crue, etc. Il appartient à chaque gestionnaire de captage d'identifier les risques d'inondation et de prendre le cas échéant des mesures de réduction de la vulnérabilité des installations.

Les flux sédimentaires et leur propre dynamique peuvent potentiellement venir aggraver ces risques d'inondation, notamment les sédiments grossiers qui ont la capacité structurante de modifier la morphologie du lit et d'impacter les niveaux d'eau en crue. Comme il a été montré dans la partie §.2.1, les gestionnaires des concessions s'assurent que les conditions hydrauliques et de navigation restent satisfaisantes et interviennent sous forme de dragage lors que cela est nécessaire.

Aussi, si un captage AEP est situé en bordure d'un périmètre concédé, il bénéficie de la gestion sédimentaire opérée par les concessionnaires et ne voit pas de majoration des risques d'inondation auxquels ses installations seraient potentiellement exposées en cas de sédimentation excessive. Ceci est valable notamment aux abords de retenues de barrages (R) et de canaux usiniers (CU) qui représentent 60% des principaux captages (cf. Figure 147). Pour les captages le long de RCC, une grande partie est située le long de Vieux Rhône faisant partie d'une concession, en l'occurrence de la concession CNR : 5 cas sur 7 (28% du total). Pour ces 5 cas, le gestionnaire du captage bénéficie également de dragages opérés par le concessionnaire.

Par exemple :

- les captages du Syndicat intercommunal Rhône Ventoux sur Avignon (Barthelasse, Sorgues), situés en bordure du bras court-circuité d'Avignon, bénéficient des opérations de dragages réalisées par la CNR pour l'entretien du chenal navigable vers le port du Pontet et le bassin de retournement.
- pour les captages de Nîmes-Beaucaire, des mesures de gestion ont été réalisées par le passé à la confluence du Gardon, mais les apports de cet affluent ayant été soutirés, aucun dragage n'a été réalisé depuis 1995. Toutefois, avec le comblement des fosses d'extractions en amont, un retour des sédiments est possible ; il déclencherait alors un dragage par la CNR qui bénéficierait indirectement aux captages de Nîmes-Beaucaire.

Au total, 21 des 25 principaux captages du Tableau 28, soit 84% des ouvrages, sont situés dans un territoire concédé qui fait déjà l'objet de mesures de gestion sédimentaire pour la sûreté des ouvrages, la navigation, ou l'exploitation des ouvrages. Les 4 captages complémentaires sont tous situés dans l'UHC#10 d'Ain-Lyon, avec deux installations dans la retenue (Balan, Anthon), et 2 installations le long du Rhône court-circuité (Canal de Miribel). Les 2 premières installations ne présentent pas d'enjeu sédimentaire car la retenue de Jons est transparente aux sédiments, ce qui ne cause aucune évolution des lignes d'eau ; par ailleurs, l'effet retenue limite les risques de divagations latérale du Rhône.

Pour les 2 installations le long du canal de Miribel, la situation est plus sensible :

- Le captage de Miribel est situé en arrière d'une section du Canal de Miribel qui est chenalisée et endiguée du côté du captage ; sur le plan sédimentaire, le lit est relativement stable car il est stabilisé en aval par le seuil du PK14. Ces éléments conduisent à penser que le captage n'est pas sensible actuellement à une majoration des risques hydrauliques, toutefois les évolutions altimétriques du lit sont à surveiller avec le retour des flux sédimentaire constaté sur le canal de Miribel (BURGEAP, 2017) ;
- Pour le champ captant de Crépieux-Charmy, propriété de la Métropole de Lyon, la situation est plus complexe. En effet, le champ captant est situé entre les bras du canal de Miribel et du Vieux Rhône de Neyron (cf. fiche UHC#10-ALY). Le phénomène d'engravement du Vieux Rhône de Neyron, s'il devait se poursuivre, serait à l'origine d'une inondabilité majorée des champs captants et d'une divagation du lit mineur. Dans ce cas, les installations de production d'eau potable seraient menacées dans la durée, comme cela a été le cas depuis 2010 avec la destruction par deux fois de la station d'alerte.

  On notera que ce champ captant est, compte tenu de son importance, le seul site de production d'eau potable sur le fleuve qui ne bénéficie pas de mesures de gestion pour un autre objectif et par

un autre acteur (sûreté des ouvrages hydroélectriques, entretien du chenal navigable, etc.). Une réflexion actuellement est en cours sur le site, qui doit probablement combiner des opérations de gestion sédimentaire et des mesures de réduction de la vulnérabilité du champ captant si celles-ci sont techniquement et financièrement possibles.

Ainsi, si un captage est situé le long d'un Vieux Rhône qui a subi des aménagements passés (extractions, chenalisation) et qui présente une activité sédimentaire matérialisée par un retour des sédiments, il peut être exposé à une majoration des risques d'inondation et de mobilité latérale du lit qui peuvent en augmenter la vulnérabilité. C'est cet enjeu de sûreté qui est l'un des motifs du plan de gestion sédimentaire par la Métropole de Lyon sur le site de Crépieux-Charmy et du delta de Neyron.

- **RC.A1) risques hydrauliques en bordure d'un RCC aménagé et actif sur le plan sédimentaire** (champ captant de Crépieux-Charmy / 10-ALY).

- **Relations nappe rivière et recharge de l'aquifère**

Les relations nappe/rivière sont complexes et très variables dans le temps et en fonction des débits (Paran et al., 2015) : zone de méandres, zone de mouille ou de radier, zone de confluence, paléochenal, échanges avec annexes comme les zones humides.

Les flux sédimentaires peuvent venir interférer avec ces relations par les sédiments grossiers et sableux d'une part, et par les sédiments fins d'autre part :

- **Les sédiments grossiers et sableux** ont un rôle structurant pour le lit alluvial. La dynamique d'évolution tridimensionnelle qui en résulte fait partie du fonctionnement naturel d'un cours d'eau et peut être considérée a priori comme favorable aux relations nappe/rivière, tout au moins dans l'entretien de cette fonctionnalité au cours du temps. Cependant, dans une configuration locale aménagée, artificialisée, privée de sédiments par des interventions passées (extractions, rupture de flux), un apport nouveau en sédiments grossiers, dans le cadre par exemple d'une restauration de continuité sédimentaire plus en amont sur le cours d'eau principal ou un affluent, peut être une cause de modification des relations nappe-rivière. Si un tel processus se développe dans l'aire d'alimentation d'un captage AEP, il est possible que le captage subisse des effets négatifs. Par exemple, l'apport de sédiments grossiers va remplir partiellement la section du lit et ainsi diminuer les surfaces d'échanges entre la rivière et la nappe, sans qu'il soit possible d'éroder les berges pour réactiver des échanges par ailleurs.

  Il peut donc exister un enjeu sédimentaire grossier qui conduise à diminuer la productivité d'un champ captant via une diminution des échanges nappe / rivière. Dans les principaux captages recensés dans le Tableau 28, les captages exposés potentiellement à des flux de sédiments grossiers sont ceux qui se trouvent le long d'un RCC avec une activité sédimentaire et qui ne bénéficient pas d'opérations de dragage pour un autre objectif (sûreté, navigation). On retrouve également dans ce cas le captage de Miribel et surtout le champ captant de Crépieux-Charmy (Métropole de Lyon). Ce dernier site est par ailleurs sensible aux dépôts de sédiments grossiers peuvent modifier les répartitions de débits au niveau de diffluences entre plusieurs bras du Rhône, ce qui modifie également les relations nappe / rivière et les conditions de recharge de l'aquifère.

  - **RC.A2) rôle des sédiments grossiers dans la recharge de la nappe en bordure d'un RCC aménagé et actif sur le plan sédimentaire** (champ captant de Crépieux Charmy / 10-ALY).

- Les sédiments fins n'ont pas autant de rôle dans la structuration morphologique du lit du Rhône que les sédiments grossiers (excepté dans les retenues). Cependant, les sédiments fins, s'ils sont présents en excès et ne sont pas remobilisés dans un fonctionnement cyclique (érosion, dépôt), peuvent colmater un lit grossier et limiter les échanges avec la nappe et la recharge de l'aquifère. Un tel constat a été observé sur le champ captant de Crépieux-Charmy (10-ALY), qui est favorable aux dépôts de fines dans les anciennes fosses d'extraction, après les chasses suisses de 2003 qui ont été l'un des facteurs de colmatage du lit et qui ont conduit à des travaux de décolmatage en 2007.

  Parmi les captages recensés dans le Tableau 28, tous les sites localisés en parallèle de retenue ou de RCC, voire de certains affluents sous l'influence d'une retenue, sont potentiellement sensibles à ce type de phénomène, soit environ 80% des captages. En effet, on peut considérer que les phénomènes de colmatage par des sédiments fins sont négligeables dans les canaux usiniers, a fortiori parce que ceux-ci sont drainés et ne participent pas à la recharge de l'aquifère, et dans les sections de Rhône total.

  En dehors des travaux de 2007 mentionnés ci-dessus, il ne semble pas que cet enjeu ait été à l'origine d'autres opérations de dragage. Toutefois, comme mentionné précédemment, cela s'explique par le fait que, en dehors du champ captant de Crépieux Charmy, la plupart des captages sont en situation de bénéficier de dragage motivés par d'autres objectifs (sûreté, navigation).

  - **RC.A3) rôle du colmatage par les sédiments fins dans la recharge de la nappe en bordure de RCC** (Captage de Miribel / 10-ALY ; Champ-captant de Crépieux-Charmy / 10-ALY) ;
  - **R.A3) rôle du colmatage par les sédiments fins dans la recharge de la nappe** en bordure de retenue (captage de Grigny / 11-PBN ; captage de Ternay-Chasse / 12-VAU, etc.).
  - **CU.A3) rôle du colmatage par les sédiments fins dans la recharge de la nappe** en bordure de canal usinier (captage du Péage-de-Roussillon / 13-PBN ; captage de Montélimar / 18-MON, etc.) ;
  - **RT.A3) rôle du colmatage par les sédiments fins dans la recharge de la nappe** en bordure de Rhône total.

  Enfin, on rappellera que cette sensibilité de l'alimentation des aquifères nécessite des précautions dans la mise en œuvre des dragages et de la restitution des sédiments qui est interdite à moins de 1 km d'un captage, sauf avis contraire d'un hydrogéologue agréé (cf. rapport de Mission 4). Cette précaution est sécuritaire : en effet, étant donné que les opérations de dragages en sédiments fins ne représentent que de l'ordre de 1,6% par UHC en moyenne des flux de MES transitant dans le Rhône, le risque de modification des relations nappe / rivière par des restitutions de sédiments fins post-dragage est faible et dépend de configurations locales et temporelles : effet d'accumulation des sédiments fins dans une retenue ; restitution après une crue qui aurait remobilisé des sédiments fins, etc.

  En dehors du rôle de la chasse suisse de 2003 sur le colmatage du Vieux Rhône de Neyron, aucun souci n'est signalé par les services d'Etat (ARS, DREAL) ou des gestionnaires.

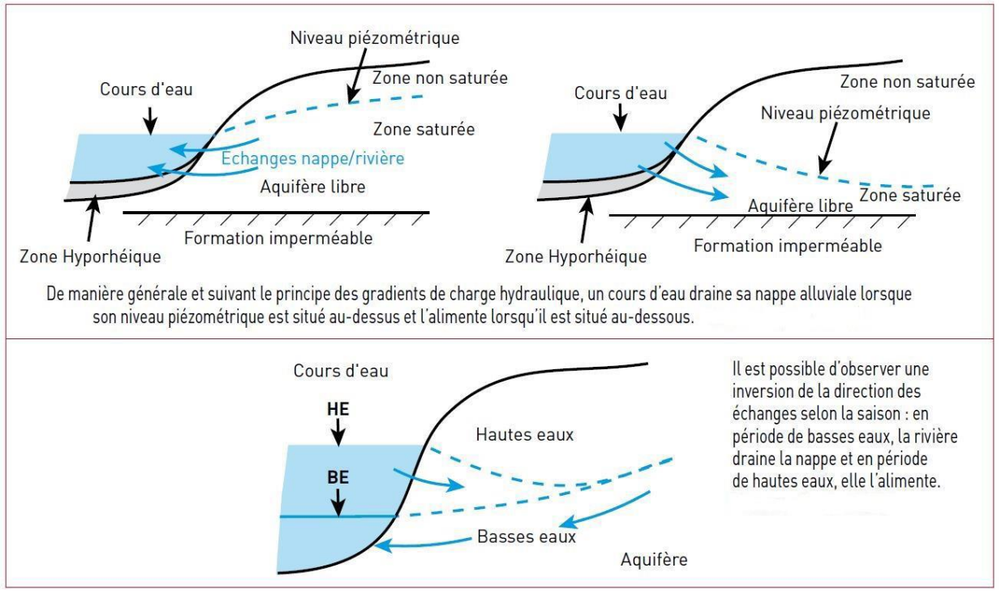


Figure 143 : Interface nappes/rivières et variabilité des échanges au cours du temps (Bravard & Clémens, 2008)

• Sûreté du champ captant vis-à-vis des pénétrations dans les périmètres de protection

Cet enjeu particulier n'a pas été étudié systématiquement sur l'ensemble des captages de la vallée du Rhône.

Il apparaît ici car un cas concret existe pour le champ captant de Crépieux-Charmy (10-ALY ; Métropole de Lyon). En effet, les apports sédimentaires grossiers, mentionnés précédemment pour les enjeux de sûreté face aux risques hydrauliques et de recharge de l'aquifère, en se déposant dans le delta de Neyron et le Vieux Rhône de Neyron qui constituent des anciennes zones d'extractions, forment des bancs d'alluvions et des chenaux de faible profondeur d'eau. Ces configurations sont à l'origine de pénétrations humaines au sein du périmètre de protection immédiat du champ captant ; celles-ci sont a priori non malveillantes et s'expliquent par la proximité du Grand Parc de Miribel Jonage. Toutefois, la réglementation de protection du périmètre immédiat n'est formellement pas respectée, malgré la mise en place d'une clôture.

Compte tenu du fonctionnement du site de Crépieux-Charmy, il est probable que les autres grands captages de la vallée ne soient pas concernés, du fait d'implantations en bordure de retenue ou de canaux usiniers, à de tels enjeux qui prennent leur origine dans le fonctionnement sédimentaire.

- **RC.A4) rôle des sédiments grossiers dans la sûreté des périmètres de protection** (champ captant de Crépieux Charmy / 10-ALY).

• Conclusion sur les enjeux de sûreté en alimentation en eau potable

Les analyses précédentes démontrent qu'il existe deux types de risques hydrosédimentaires pour les captages d'eau potable :

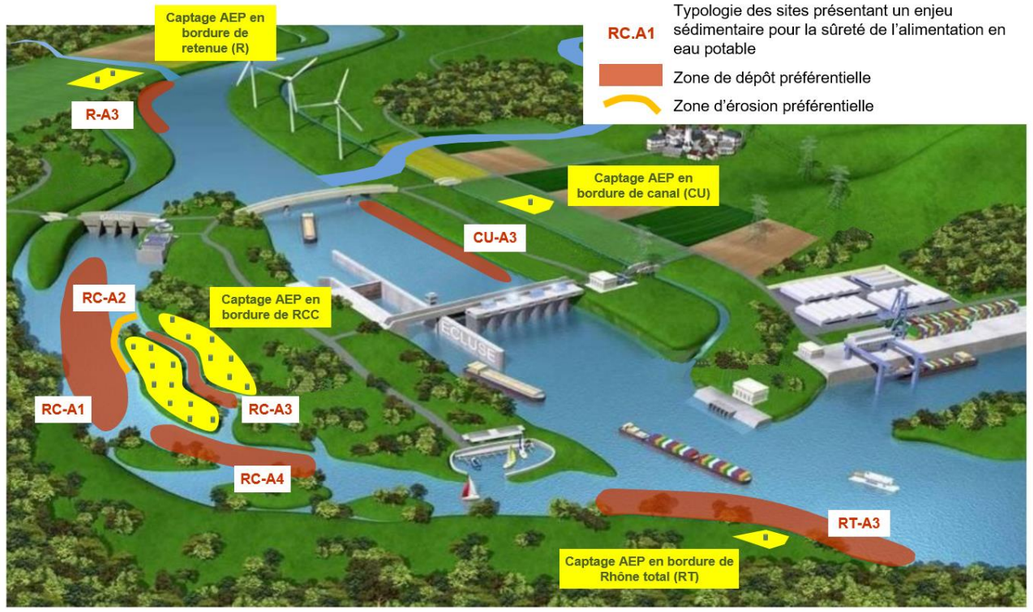
- **Des risques liés aux sédiments fins**, en lien avec les relations nappe / rivière et la recharge des aquifères. Ces risques peuvent affecter potentiellement la plupart des captages, en particulier ceux qui sont situés à proximité des retenues, et dans certains Vieux Rhône sensibles à la sédimentation ;
- **Des risques liés aux sédiments grossiers**, en lien avec les évolutions morphologiques structurantes que cette nature de sédiments est capable d'imposer en cas d'excédent sur un site, en particulier un site qui aurait été privé de flux sédimentaire par le passé (extractions) et qui verrait aujourd'hui revenir des sédiments depuis l'amont. Compte tenu des aménagements de chenalisation et de la faiblesse du charriage dans les retenues ou canaux usiniers, ces risques vont se concentrer dans les linéaires de Vieux Rhône courants et possédant un charriage résiduel.

Dans les deux cas, il existe très peu de situations où l'enjeu AEP seul déclenche des actions de dragages car généralement d'autres motifs comme la sûreté hydraulique des barrages ou l'entretien du chenal navigable vont apparaître en premier et déclencher des interventions. Plusieurs captages d'importance régionale (Nîmes-Beaucaire / 22-VAL, Sorgues / 21-AVI, Avignon / 21-AVI, etc.) bénéficient de telles conditions implicites.

Le seul site avéré qui déclenche aujourd'hui des opérations de dragages pour l'enjeu AEP est celui du champ captant de Crépieux-Charmy (Métropole de Lyon ; 1,4 millions d'habitants / 10-ALY), qui représente le plus grand captage de la vallée du Rhône (mais également du territoire européen) et dont la sûreté en alimentation en eau potable est menacée par un cumul de conditions particulièrement défavorables :

- Le développement du champ captant depuis les années 1960, dans des conditions sans charriage entretenues par des carriers jusqu'en 1992, et dont le fonctionnement actuel se retrouve exposé au retour des sédiments depuis les années 2000, sans solution simple pour adapter la vulnérabilité des installations ;
- L'implantation du champ captant à proximité de bras courants d'un tronçon court-circuité (RCC) et soumis à un charriage intense (30 000 m³/an en entrée de site) ;
- L'absence d'autres usages ou enjeux qui auraient pu motiver des interventions de dragages avant que l'enjeu AEP n'en ait besoin (absence de risque hydraulique, absence de navigation, etc.) ;
- Une sensibilité aux apports actuels en sédiments grossiers qui menacent d'aggraver l'inondabilité des captages, de faire divaguer le lit en direction des installations, de procéder à des répartitions de débits défavorables entre différents bras secondaires, et de diminuer la recharge de la nappe.
- Une sensibilité au colmatage par les sédiments fins résultant de la présence d'anciennes fosses d'extraction qui favorisent la sédimentation ;
- La proximité de l'agglomération lyonnaise et d'un parc de loisirs (Grand Parc de Miribel Jonage) qui conduisent à des pénétrations dans les périmètres immédiats du champ captants qui sont facilitées par la formation de bancs d'alluvions et de hauts fonds.

Plus largement, les captages de la Métropole de Lyon sur le site de Crépieux-Charmy ne disposent pas dans leur Déclaration d'Utilité Publique d'éléments précisant les conditions morpho-fluviales nécessaires (débits totaux, répartitions de débits, état morphologique, etc.) pour que ce site de production d'eau potable, qui présente un caractère industriel avec de forts enjeux de sûreté tout comme un complexe hydroélectrique ou un CNPE, fonctionne de façon satisfaisante.



RC.A1 : Rôle des sédiments grossiers / hydraulique
RC.A2 : Rôle des sédiments grossiers / recharge nappe
RC.A3 : Rôle des sédiments fins / recharge nappe
RC.A4 : Rôle des sédiments grossiers / périmètres
R.A3 : Rôle des sédiments fins / recharge nappe
CU.A3 : Rôle des sédiments fins / recharge nappe
RT.A3 : Rôle des sédiments fins / recharge nappe

Figure 144 : Synthèse schématique des enjeux sédimentaires pour la sûreté de l'alimentation en eau potable

SURETE AEP (A)

Type de tronçon homogène	Lieu	Importance socio-économique	Fréquence d'intervention	Importance des volumes	CALCUL	Sûreté AEP (A)
RETENUE	Captage AEP en nappe	2	0	0	0,0	R.A3
CANAL USINIER	Captage AEP en nappe	2	0	0	0,0	CU.A3
VIEUX RHONE	Captage AEP en nappe	3	2	2	2,3	RC.A1-A2-A3-A4
RHONE TOTAL	Captage AEP en nappe	2	0	0	0,0	RT.A3

PARTIE D. **ENJEUX LIES AUX USAGES SOCIO-ECONOMIQUES**

1 Introduction

Le chapitre suivant a pour objet de :

- Situer les usages socio-économiques présents actuellement sur l'axe Rhône dans une perspective historique (cf. chapitre 2) ;
- Décrire et caractériser brièvement les usages socio-économiques présents sur l'axe Rhône : la navigation (cf. chapitre 3), la production d'énergie (cf. chapitre 4), les prélèvements d'eau (cf. chapitre 5), les carrières alluvionnaires (cf. chapitre 6), les usages touristiques (cf. chapitre 7), et la pêche professionnelle et amateur (cf. chapitre 7.2) ;
- Identifier les interactions potentielles entre ces usages socio-économiques et les sédiments (cf. chapitre 8).

2 Perspective historique sur les usages socio-économiques

2.1 Repères historiques

Le fleuve Rhône est devenu progressivement un objet économique, social et patrimonial en lien avec les sociétés riveraines. Afin d'optimiser la navigation, mais également dans la perspective d'exploiter la puissance de ses flots, le Rhône a été aménagé très tôt, dès le 15ème ou le 16ème siècle dans certains secteurs, et plus fortement et de manière globale à partir de la première moitié du 19ème siècle. En effet, le fleuve Rhône a fait l'objet de trois périodes de grands projets d'aménagement, à savoir :

- La défense contre les inondations, dès le Moyen-Age jusqu'au début du 20ème siècle ;
- L'amélioration de la navigabilité avec, fin 19ème - début 20ème siècles, la construction des ouvrages Girardon (dont l'objectif était de faciliter la navigation – le tirant d'eau à l'étiage passant de 0,40 m avant les travaux à 1,25 m ensuite) (Laferrère, 1983) ;
- La construction des ouvrages hydro-électriques dans la seconde moitié du 20ème siècle, qui est détaillée ci-après (d'après Acthys Diffusion, 2017).

Le Tableau 29 présente les grandes étapes de l'aménagement du Rhône.

2.2 Navigation

La vallée du Rhône a toujours été une voie de communication majeure à l'échelle européenne. La succession des travaux d'aménagement pour la navigation, de natures et d'ambitions très différentes, ont eu des effets sur la morphologie fluviale qui leur sont propres. On peut dissocier d'une part les travaux de correction du lit naturel conduits par Girardon et ses successeurs, et d'autre part les aménagements CNR en dérivation, pour la création d'une voie navigable permanente à grand gabarit.

En effet, à partir de 1840 et suite à la crue de 1856, avec le développement de la navigation à vapeur, les opérations visent à améliorer la navigabilité sur le fleuve, notamment pour la sécurisation des secteurs dangereux et l'extension des périodes favorables à la navigation. Les aménagements les plus efficaces et structurants sont réalisés après 1884, avec la mise en œuvre des techniques dites « Girardon ».

Tableau 29 : Repères historiques de l'aménagement du Rhône

Date		Repère
1754	C	Crues et inondations catastrophiques du Rhône déclenchant les premiers travaux de maîtrise des crues
1760	C	Fin des travaux du canal de Miribel pour la maîtrise des crues
1832	N	Ouverture du canal de Miribel pour la navigation
1899	H,N	Mise en service de la centrale hydroélectrique de Cusset, première du Rhône et du canal de Jonage pour la navigation
1921	S	Loi du Rhône (programme d'aménagement du fleuve)
1933	S	Création de la CNR et de la concession du Rhône
1938	S	Création du port de Lyon par la CNR (première réalisation de la CNR)
1944	C	Très fortes crues en Isère
1946	S	Création d'EDF
1948	H	Mise en service de la centrale hydroélectrique de Génissiat, ayant la capacité de production la plus importante du Rhône
1952	N	Mise en service de la première écluse à Bollène
1948-1987	H	Construction des 19 aménagements hydroélectriques actuels du Rhône français
1972-1986	E	Construction des CNPE du Rhône (4 CNPE encore en activité : Bugey 1972, Tricastin 1980, Cruas 1983, Saint Alban 1986)
1980	N	Mise en service de l'écluse de Vaugris qui permet d'assurer la continuité de la navigation sur le Rhône aval
2003	C	Plus forte crue historique du Rhône
2003	EnR	Création de CN'Air

C = crues, E = énergie nucléaire, H= hydroélectricité, N = navigation, S = socio-éco,

EnR = énergies renouvelables

Jusqu'à l'ouverture de l'écluse de Donzère-Mondragon en 1950, le trafic se maintient difficilement autour de 500 000 tonnes (Bravard et al. 2010). Les aménagements CNR réalisés à partir des années 1950 ont permis de créer une voie navigable moderne, opérationnelle 24h/24 et adaptée à des unités de tonnage important. Le tonnage a ainsi été multiplié par plus de 10 entre 1950 et 2000 (cf. Rapport Mission 1 de la présente étude). En effet, en 1970, le trafic atteint 3,5 millions de tonnes pour continuer à progresser jusqu'en 2007, le transport commercial sur l'axe Saône-Rhône s'élève à 6,4 millions de tonnes. De plus, un bond en avant est fait avec une évolution de 0,7 à 1,3 milliards de tonnes-kilomètres réalisé entre 1997 et 2007. Cette nouvelle dynamique est en grande partie due aux actions menées dans le cadre du Plan Rhône en 1994 (Bravard et al. 2010). Ce plan a permis :

- De mobiliser des moyens financiers (contrats de plan État-Régions) pour moderniser les plateformes portuaires et renouveler la flotte marchande ;
- D'approfondir le chenal de navigation de la Saône, de Chalon-sur-Saône à Saint-Jean-de-Losne, permettant la remontée des navires fluviomaritimes jusqu'à Pagny ;
- D'organiser la profession des navigants autour de structures commerciales plus compétitives (création de deux coopératives) ;
- D'avoir une meilleure prise en charge par le Port Autonome de Marseille, des escales fluviales à Fos, grâce à la création de nouveaux terminaux (silos céréaliers de Tellines), et à la réorganisation des opérations de manutention ;
- D'inciter de nouveaux chargeurs à s'installer bord à voie d'eau pour y développer des logistiques fluviales.

Par ailleurs, la loi du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement, dite Grenelle 1, a fixé comme objectif, d'ici 2022, d'augmenter la part du transport non routier et non aérien de marchandises de 14 % à 25 %. L'État accordera en matière d'infrastructures une priorité aux investissements concernant le réseau fluvial dit magistral et en particulier celui à grand gabarit pour le développer et le moderniser.

Tous ces aménagements ont contribué et favorisé le développement du Rhône en tant qu'infrastructure de mobilité durable au service d'activités économiques développées à l'échelle de son bassin versant. Afin de permettre une navigation fluviale au gabarit européen sur 310 km en aval de Lyon, le Rhône compte 14 écluses.

Les conséquences de ces aménagements sur le fonctionnement hydrosédimentaire sont importantes : sédimentation dans les retenues, nécessitant la mise en œuvre de chasses et/ou de dragages ; endiguement du Rhône dans les retenues ; création de tronçons court-circuités (ou Vieux Rhône) en débit réservé, etc.

Ces fonctionnements hydrosédimentaires décrits dans le rapport de Mission 2 sont confrontés dans le Chapitre 8 avec les usages socio-économiques afin d'en définir les enjeux.

2.3 Centrales hydroélectriques

Les aménagements hydroélectriques du Rhône ont débuté en 1871, à Bellegarde, sur le site des Pertes du Rhône, dans la retenue actuelle de Génissiat. Il s'agissait alors de turbines, actionnant des poulies.

Puis vint l'ouvrage hydroélectrique du Cusset, le premier aménagement hydroélectrique engagé sur le Rhône. Mis en service en 1899, il est à l'époque le plus puissant aménagement hydroélectrique du monde avec 7 MW. Il est dans un premier temps exploité par la société Lyonnaise des forces motrices du Rhône, puis par EDF à partir de 1946 dans le cadre de la loi de nationalisation de l'électricité.

Le projet d'aménagement du Rhône se met ensuite lentement en place sur ce fleuve à fort potentiel hydroélectrique. La « loi Rhône » est votée en 1921 pour le développement de la production hydroélectrique, de la navigation et de l'irrigation. L'objectif est que les revenus de la production d'hydroélectricité puissent créer une activité économique et ainsi dégager des revenus pouvant, à leur tour, financer les activités de navigation et les activités agricoles. La CNR est créée une dizaine d'année plus tard en 1933 pour la mise en place de ces objectifs. Après 1945 et jusqu'à la fin des années 1980, le Rhône va connaitre les bouleversements les plus importants, dans le contexte économique, social, et culturel des « Trente Glorieuses » (cf. Rapport de Mission 2).

Ainsi, en 1948 le barrage de Génissiat est mis en service. Avec une puissance de 423 MW, il est encore aujourd'hui l'ouvrage ayant la plus grande capacité de production du Rhône. Jusque dans les années 1980, la CNR construit et met en service les 18 complexes hydroélectriques actuellement existants sur le Rhône. La CNR est le seul exploitant des ouvrages hydroélectriques du Rhône français dans le cadre d'une concession unique, à l'exception de l'aménagement du Cusset qui reste géré par EDF pour des raisons historiques mentionné précédemment. Aujourd'hui, avec les ouvrages de Chancy-Pougny, Verbois et Seujet en Suisse, le Rhône compte 22 complexes hydro-électriques (dont 19 en France).

2.4 Centres nucléaires de production d'électricité (CNPE)

Les travaux du parc électronucléaire du Rhône débutent en 1965 avec la centrale de Bugey (sur la commune de Saint-Vulbas), elle est mise en service entre 1972 (unité n°1) et 1979 (unités n°4 et 5). Les 3 autres CNPE (Saint-Alban, Cruas-Meysse, Tricastin) sont mis en service entre les années 1980 et 1986.

A partir de 1946 et jusqu'en 2001, EDF est désigné comme l'unique acteur du service public de l'électricité. A ce titre, il exploite les centrales et conserve les recettes de l'électricité vendue à un tarif unique en France (péréquation tarifaire).

Dans un proche avenir (2030), le devenir du système nucléaire rhodanien, dont les installations auront entre 40 et 50 ans, devra être défini.

2.5 Energies renouvelables

Avec la libéralisation du tarif de l'électricité en 2000, la CNR devient un producteur indépendant qui gère directement tous ses actifs de production. En 2003, la filiale CN'Air (filiale de CNR) est créée en 2003 (site internet de la CNR). Elle a pour vocation le développement, l'investissement, la réalisation et l'exploitation de nouveaux moyens de production d'électricité renouvelable (éolien, hydraulique et photovoltaïque) en France et en Europe. La CNR a mis en service ses premiers parcs éoliens, en 2006, à Fos-sur-mer (Bouches-du-Rhône), puis à Beaucaire (Gard). Aujourd'hui la CNR dispose de 48 parcs éoliens qui totalisent une puissance installée de 598,5 MW (site internet de la CNR).

EDF dispose également de plusieurs sites éoliens, notamment sur le site du CNPE de Cruas.

2.6 Prélèvements d'eau

Les prélèvements d'eau réalisés sur le Rhône, sont destinés à l'alimentation en eau potable (AEP), l'irrigation (gravitaire et non-gravitaire), les activités industrielles (notamment le refroidissement des centrales nucléaires).

Les captages destinés à l'AEP se sont essentiellement développés avec l'aménagement du Rhône dans les années 1950-60. Toutefois, quelques aménagements importants ont été installés avant cette période, et leur plan de gestion doivent être repensés.

C'est notamment le cas du champ captant de Comps à Beaucaire qui alimente la ville de Nîmes depuis 1872 pour suppléer les captages historiques au cœur de la ville (source de la Fontaine), dont le champ captant est composé de plusieurs puits d'une profondeur de l'ordre de 20 m installés sur une ancienne terrasse du Rhône et captant l'aquifère des alluvions du Rhône.

Plus récent, mais problématique dans la gestion des sédiments, le champ captant de Crépieux-Charmy (le plus grand d'Europe) installé sur les bords du Vieux Rhône et qui alimente une partie de l'agglomération lyonnaise. Celui-ci a été installé par la Communauté Urbaine de Lyon en 1967, dans un espace occupé également par des activités importantes et régulières d'extractions de granulats, entrainant une gestion drastique des sédiments. Suite à l'arrêt de cette activité en 1992, la gestion sédimentaire du Rhône a été négligée par les acteurs locaux (collectivités, services d'Etat) avant que les premiers enjeux ne réapparaissent en 2002, conduisant la Métropole de Lyon à réaliser des opérations de dragage pour libérer le champ captant, en attendant la mise en place d'une gestion sédimentaire plus globale (cf. fiche UHC#10-ALY).

Concernant l'irrigation (qui était l'une des trois missions que l'Etat confia à la CNR en 1933 avec la navigation et la production d'hydroélectricité lors de la concession du Rhône) celle-ci a été assurée par des sociétés vouées à irriguer différentes régions françaises via les ressources en eau du Rhône, et qui se sont développées au cours des décennies suivantes (Tableau 30).

Tableau 30 : Principales sociétés d'irrigation sur le Rhône concernées par mesures de gestion sédimentaire

Opérateurs – Sociétés d'irrigation	Date création	Secteurs concernés
Syndicat Mixte d'Hydraulique Agricole du Rhône	1966	Département du Rhône
Syndicat Mixte d'Aménagement Rural de la Drome (SMARD)	1970	Département de la Drôme
Compagnie Nationale d'Aménagement de la Région du Bas-Rhône et du Languedoc (groupe BRL)	1955	Basse vallée du Rhône et Languedoc-Roussillon
Société du canal de Provence	1955	Départements du Var et des Bouches-du-Rhône Ville de Marseille

Enfin, les prélèvements d'eau pour les activités industrielles expliquent largement l'implantation historique de ces activités le long du Rhône et ses affluents, pour utiliser l'eau dans les procédés mis en œuvre (teinturerie, papeterie, refroidissement…), bénéficier de l'énergie hydraulique et de sa capacité de refroidissement. Dans le même temps, les eaux polluées issues des fabrications, des lavages, voire des écoulements de pluie sur des zones souillées, étaient directement rejetées au fleuve. La qualité de l'eau du Rhône se trouve donc impactée par des rejets passés lors du développement industriel au cours du 20ème siècle. Ces industries représentent aujourd'hui plusieurs secteurs (agroalimentaire, chimie, mécanique, papeterie, pétrochimie, pharmacie, traitement des métaux, teinturerie, cimenterie, traitement des déchets…) et sont localisés notamment à Lyon, au Péage-du-Roussillon ainsi qu'à Fos-sur-Mer.

De manière générale, les prélèvements et usages de l'eau qui se sont implantés dans une certaine configuration morphologique de la rivière due à la présence d'activités qui ont disparu ou évolué, doivent à présent être identifiées et analysées précisément en termes de gestion sédimentaire.

2.7 Exploitation des granulats

2.7.1 Le contexte au niveau national

Les granulats sont utilisés pour répondre aux besoins des secteurs du bâtiment et des travaux publics pour la construction des bâtiments et des infrastructures de transport.

Les granulats sont la ressource naturelle la plus consommée après l'eau (et l'air), soit 20 kg de granulats par habitant et par jour (soit plus de 7 tonnes par habitant et par an). Toutefois, si la demande en granulat a fortement augmenté depuis les années 1970, l'accès à la ressource minérale, lui, s'est nettement complexifié pour les producteurs de granulats.

La concurrence avec d'autres usages des sols s'est progressivement accrue : les fonds de vallées − ou plaines alluviales − à proximité des zones urbaines par exemple, qui constituaient un terrain d'implantation privilégié pour les carriers, ont été de plus en plus convoités pour l'extension des zones urbaines, l'implantation d'infrastructures de transport et le développement de zones récréatives et de loisirs.

De la même manière, certains espaces a priori vierges de vocation spécifique (fonds de vallée, coteaux en friche…) pouvaient être consacrés à l'activité extractive sans grande difficulté dans les années 1970, d'autres priorités leur sont aujourd'hui assignées : maintien de continuités écologiques, d'espaces verts périurbains, conservation des milieux et préservation des ressources en eau, etc.

L'arrêté ministériel du 22 septembre 1994 a interdit toute exploitation dans le lit mineur des cours d'eau, et celui du 24 janvier 2001 dans l'espace de mobilité de ces derniers. Le souci croissant de protection de la nature, des paysages et de la ressource en eau a donc rendu plus difficile l'accès aux ressources alluvionnaires (UNPG, 2011).

Les granulats sont extraits sur l'ensemble du bassin, et tout particulièrement à proximité des grands pôles économiques et urbains tels que Lyon, Marseille ou Grenoble. En 2017, le bassin Rhône Méditerranée présentait une production de 93,5 millions de tonnes de granulats, soit près de 30 % de la production nationale. L'ancienne région Rhône-Alpes est la première région productrice de granulats (y compris à l'échelle des grandes régions). Au niveau national, une forte diminution de la production de granulats est observée depuis 2007 (de 7,2 t/hab. en 2007 à 5 t/hab. en 2017), même si une reprise récente est constatée (depuis 2015) (source : projet de SDAGE 2022-2027).

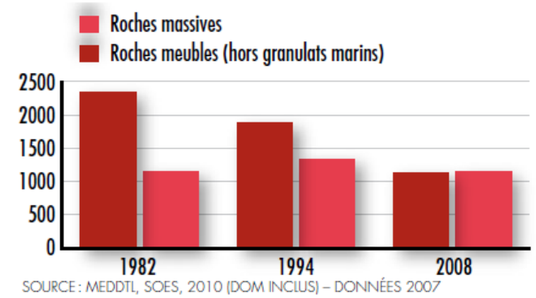


Figure 145 : Nombre de sites de production par types de roches (UNPG, 2011)

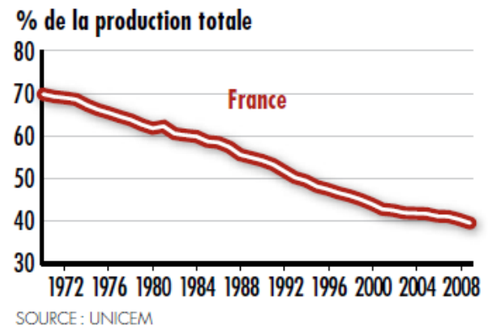


Figure 146 : Part de roches meubles dans la production totale (UNPG, 2011)

2.7.2 Extractions dans lit du Rhône

Les extractions dans le Rhône ont été étudiées par ACTHYS en 2017 pour le linéaire en aval de Lyon. Les estimations varient entre 34 et 48 millions de m³ (hm³) sur la période 1854-2009. Sur la période la plus active de 1971 à 1986, ce sont plus de 30 millions de m³ qui ont été extraits en 15 ans – soit 63 % du total des extractions réalisées entre 1954 et 2009 (Acthys Diffusion 2017).

Le travail mené en Mission 2 à l'échelle des différentes UHC a permis de réduire les incertitudes sur les volumes. Les résultats sont présentés dans le Tableau 31. Les estimations sont évaluées à la hausse entre 43 et 55 hm³ notamment du fait de l'intégration des extractions en amont de Lyon.

Sur la période 1954-2009, le site le plus sollicité est le Rhône aval (Palier d'Arles et inférieur) avec près de 9 hm³, suivi du Péage-de-Roussillon et Donzère-Mondragon compris entre 6 et 7 hm³ chacun. Pierre-Bénite, Vaugris, et Vallabrègues constituent un autre ensemble avec des volumes compris entre 4 et 5 hm³. A eux seuls ces 6 sites représentent près des trois-quarts du volume total. Un troisième groupe constitué de Bourg-lès-Valence, Montélimar et Avignon échelonne ses prélèvements entre 2 et 3 hm³. Sur les autres sites, le total des extractions est équivalent ou inférieur au million de m³.

Tableau 31 : Synthèse par UHC des volumes de sédiments extraits du Rhône entre 1954 et 2009

			Volumes ACTHYS (2017) (10^3.m3)			Volumes estimés dans le SDGS (2020) (10^3.m³)		
N°	Code	UHC	ACTHYS - volumes effectifs	ACTHYS - volumes incertains	ACTHYS - volume total	SDGS - volumes effectifs	SDGS - volumes incertains	SDGS - volume total
01	SUI	Seujet-Verbois	ND	ND	ND	-	-	-
02	CHP	Chancy-Pougny	ND	ND	ND	-	-	-
03	GEN	Génissiat	ND	ND	ND	509	-	509
04	SEY	Seyssel	ND	ND	ND	-	-	-
05	CHA	Chautagne	ND	ND	ND	-	-	-
06	BEL	Belley	ND	ND	ND	370	130	500
07	BRC	Brégnier-Cordon	ND	ND	ND	570	-	570
08	SAB	Sault-Brénaz	ND	ND	ND	338	-	338
09	VUL	Saint-Vulbas	ND	ND	ND	250	-	250
10	ALY	Ain-Lyon	ND	ND	ND	2 625	-	2 625
11	PBN	Pierre-Bénite	4 137	710	4 847	4 159	710	4 869
12	VAU	Vaugris	2 650	2 000	4 650	2 637	2 000	4 637
13	PDR	Péage de Roussillon	3 646	2 964	6 610	4 670	2 284	6 954
14	STV	Saint-Vallier	947	100	1 047	947	1 137	2 084
15	BLV	Bourg-lès-Valence	1 751	361	2 112	2 140	-	2 140
16	BEA	Beauchastel	327	71	398	638	-	638
17	BLN	Baix-Le-Logis-Neuf	180	645	825	980	30	1 010
18	MON	Montélimar	2 755	512	3 267	3 579	130	3 709
19	DZM	Donzère-Mondragon	3 927	2 102	6 029	5 259	1 518	6 777
20	CAD	Caderousse	974	119	1 093	1 090	-	1 090
21	AVI	Avignon	1 772	1 327	3 099	2 274	1 327	3 601
22	VAL	Vallabrègues	3 391	1 257	4 648	3 389	1 257	4 646
23	ARL	Palier d'Arles	7 631	1 138	8 769	6 700	350	7 050
24	GRH	Grand Rhône	-	212	212	-	212	212
25	PRH	Petit Rhône	-	488	488	-	488	488
	TOTAL		**34 088**	**14 006**	**48 094**	**43 124**	**11 573**	**54 697**

ND : non déterminé

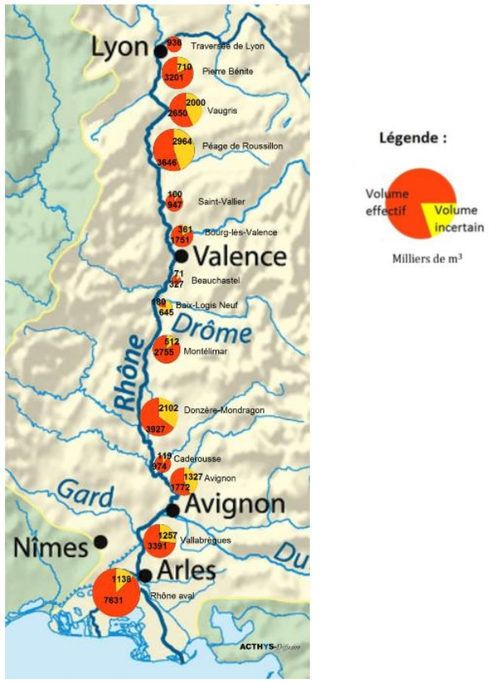


Figure 147 : Carte par site des volumes de sédiments extraits du Rhône en aval de Lyon entre 1954 et 2009 (source : Acthys Diffusion 2017)

2.7.3 Extractions en fond de vallée

Les extractions en lit majeur dans la vallée du Rhône sont très peu documentées. Logiquement, les larges fonds de vallée comblés avec des matériaux grossiers ont été exploités par le passé, mais il n'existe pas de donnée de synthèse.

Les prélèvements étaient utilisés pour les besoins locaux en granulats. Des prélèvements ont également été réalisés pour l'aménagement des barrages hydroélectriques. Les traces qui subsistent de ces exploitations sont d'anciennes gravières plus ou moins abandonnées dans l'espace du lit majeur.

Les volumes exploités se chiffrent probablement en millions de m³. Certaines UHC ont été plus particulièrement concernés :

- Plaine de Chautagne (05-CHA) : prélèvements pour la constitution du canal usinier d'Anglefort, ayant laissé en place plusieurs anciennes gravières ;
- Ile de Miribel Jonage (10-ALY) : de nombreux prélèvements et anciennes gravières qui ont donné naissance aux différents plans d'eau de l'actuel Grand Parc de l'Ile de Miribel-Jonage ;
- Baix-le-Logis-Neuf (17-BLN) : nombreuses anciennes gravières en lit majeur le long du Vieux Rhône ;
- Montélimar (18-MON) : nombreuses anciennes gravières en lit majeur le long du Vieux Rhône ;
- Donzère-Mondragon (19-DZM) : quelques anciennes gravières en lit majeur.



Figure 148 : Chapelet d'anciennes gravières le long du canal d'Anglefort en Chautagne (source : Géoportail)

3 La navigation

3.1 Présentation générale

3.1.1 Voies navigables, gestionnaires et concessionnaires

En tant que rivière domaniale, le Rhône est la propriété de l'Etat et sa gestion globale est confiée à VNF.

Pour la navigation, au titre de la concession générale et des missions que l'Etat lui a confiées, la CNR est le principal concessionnaire du Rhône en France. Quelques secteurs sans ouvrage hydroélectrique sont confiés à VNF : le Rhône de l'aval de la restitution de la dérivation de Sault-Brenaz à l'aval du pont de Jons ; le canal de Miribel ; le Petit Rhône de Fourques à la Mer Méditerranée. Enfin, EDF est concessionnaire de la dérivation de Jonage vers l'usine de Cusset.

Certaines parties du domaine concédé à la CNR font, en outre, l'objet d'une gestion au plus près du terrain, confiée aux Chambres de Commerce et de l'Industrie pour les ports de commerce[25] et de plaisance[26], ou aux communes et communautés de communes pour les bases de loisirs[27]. Au total, 29 sites industriels et portuaires sont gérés par la CNR depuis Lyon jusqu'à Beaucaire, dont la surface cumulée représente plus de 1 600 ha, et sont loués à des entreprises ou activités qui sont alors gestionnaires des terrains qu'elles occupent au titre de « locataires ».

En aval de la diffluence Petit Rhône / Grand Rhône à proximité d'Arles, le Rhône est navigable jusqu'à Port-Saint-Louis-du-Rhône et connecté au trafic maritime en Méditerranée. Sur le Petit Rhône, le chenal de navigation est entretenu jusqu'à l'écluse de Saint-Gilles située en sa rive droite. Un permis de mer est nécessaire pour naviguer sur le Grand Rhône (de l'embouchure jusqu'au pont de Trinquetaille à Arles) et sur le Petit Rhône (de l'embouchure jusqu'au pont de Saint-Gilles).

Entre Lyon et la diffluence Petit Rhône / Grand Rhône, le permis de navigation fluviale est nécessaire (il permet également de naviguer jusqu'aux embouchures). Il faut également s'acquitter de la vignette VNF pour naviguer sur le Rhône (Bravard et al. 2010). Deux zones se distinguent sur ce linéaire du Rhône, présentant des enjeux importants : 1) le tronçon entre Lyon et Gervans présente de grands ports marchands ; 2) de Caderousse jusqu'à l'embouchure du Rhône, il existe d'importants ports marchands mais également une forte fréquentation par les plaisanciers.

Sur le Haut-Rhône, entre Genève et Lyon, le Rhône n'est pas emprunté par les navires marchands.

Le seul affluent navigable de la vallée du Rhône est la Saône, qui est gérée par VNF et navigable au-delà de Chalon-sur-Saône et permet de constituer l'axe majeur de navigation fluviale « Rhône-Saône ». En basse vallée du Rhône, des canaux sont connectés au Rhône comme le Canal d'Arles ou le Canal du Rhône à Sète dont la gestion est assurée par VNF. Dans le Haut-Rhône, le canal de Savière permet de relier le Rhône au Lac du Bourget.

La carte ci-dessous illustre les différentes infrastructures pour la navigation marchande et de plaisance.

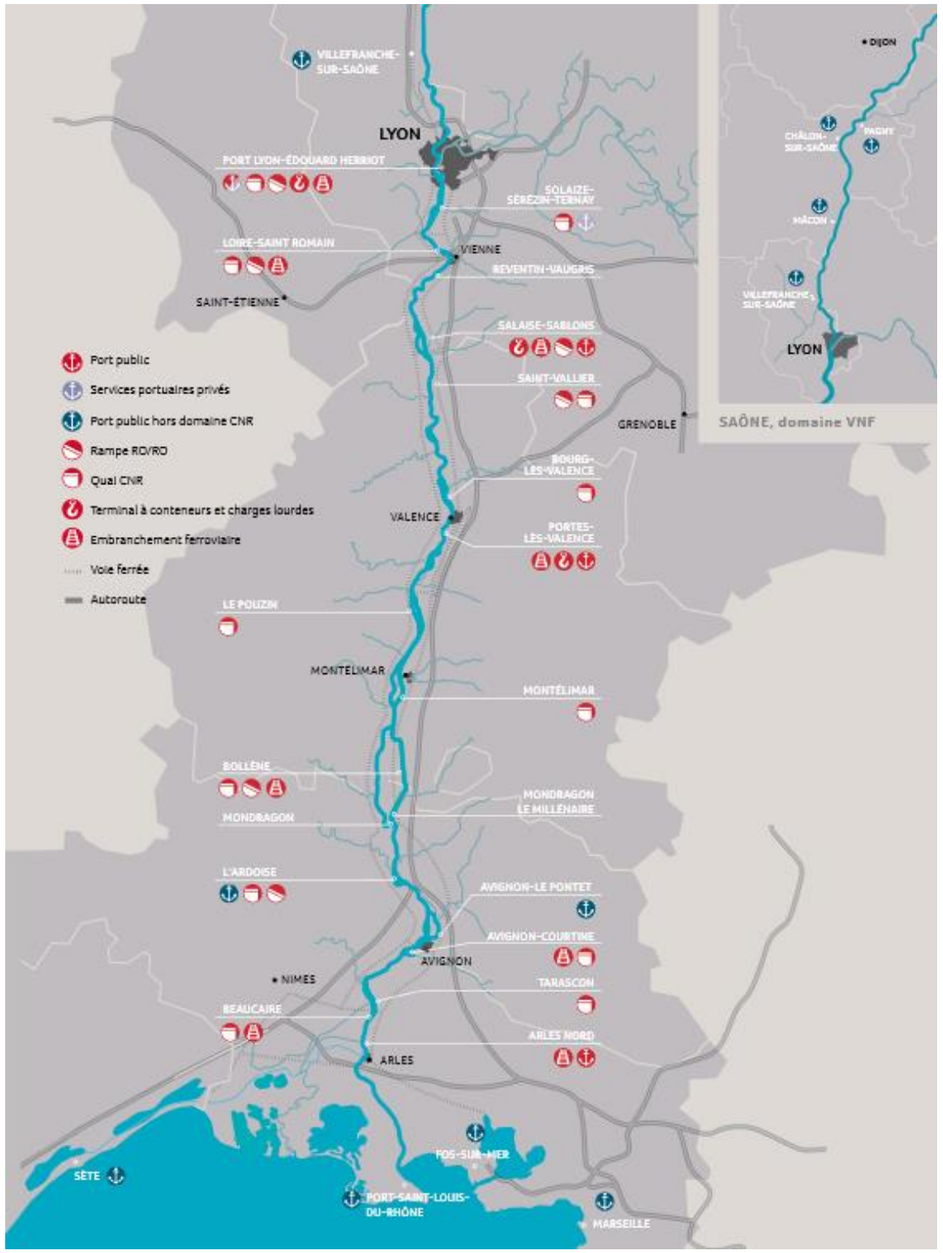


Figure 149 : Cartographie des sites industriels, portuaires et de plaisance (Source : Site internet de la CNR)

[25] Vienne, Valence, Arles…
[26] Valence l'Epervière et Roches-de-Condrieu
[27] Condrieu, base de loisirs de la Vallée Bleue, Massignieu-de-Rive.

3.1.2 Obligations des concessionnaires pour la navigation

• Cahier des charges général de concession CNR

En matière de navigation, le concessionnaire s'engage (cf. Art.1 du cahier des charges général ; Annexe 1) :

- à améliorer la sécurité et la fiabilité de la voie navigable ;
- à assurer la qualité et la continuité du service ;
- à rétablir, à des fins touristiques, la voie navigable à l'amont de Lyon.

Il concourt également au développement du transport fluvial.

La synthèse du cahier des charges général de la concession CNR établie en partie 2.2 permet d'extraire les obligations du concessionnaire en matière de navigation. Les principaux articles concernant l'usage de navigation sont les articles 7 (caractéristiques de la voie navigable, ports, zones d'activités) et 15bis (exploitation des ouvrages), sachant qu'un défaut d'exploitation d'ouvrage peut entraîner un enjeu de sûreté-sécurité (article 30).

Tableau 32 : Contenu principal du cahier des charges général CNR en lien avec la navigation

Art.	Titre	Contenu principal
1er	Contenu de concession	Grandes missions de la concession : hydroélectricité, navigation, irrigation
1erbis	Objectifs en matière d'environnement	Dans l'exercice des missions de la concession, prise en compte des objectifs environnementaux : gestion équilibrée de l'eau, préservation/restauration des milieux, gestion durable des espaces
1erter	Schéma directeur	Etablissement d'un schéma directeur sur la période 2003-2023. Cf. ci-après.
7	Dispositions relatives à la navigation et au flottage	Caractéristiques générales de la voie navigable en amont de Lyon et en aval de Lyon : largeurs de chenal, mouillages, rayons de courbure, surlargeurs, tailles d'écluses, définition des PHEN et PBEN. Dispositions particulières fixées dans les CCS Modalités de construction et d'exploitation par le concessionnaire de ports publics réalisés le long de la voie navigable Entretien, amélioration, exploitation du seuil et de l'écluse de Villeurbanne (UHC#10-ALY)
10	Exécution et entretien des ouvrages	Les ouvrages (…) seront entretenus en parfait état. (…) L'exécution et l'entretien des ouvrages de la concession seront effectués par les soins du concessionnaire
14	Respect de la réglementation	Respect de la réglementation existante : police des eaux, navigation (…) protection contre les inondations (…), la salubrité publique, l'alimentation en eau (…), l'irrigation, la conservation de la faune et de la flore, la circulation des poissons migrateurs, la protection des sites et paysages, ainsi que la sauvegarde du patrimoine architectural.
15bis	Exploitation des ouvrages	Maintien des ouvrages en bon état d'entretien et de fonctionnement (sécurité, retour des ouvrages à l'Etat). Consignes d'exploitation. Avertissement du service de contrôle en cas d'anomalie grave, crue exceptionnelle, investigations spéciales.
16	Exploitation de la voie navigable	Conditions de l'exploitation et de l'entretien en vue de la navigation et les obligations relatives à la sauvegarde des intérêts généraux fixées par les cahiers des charges spéciaux
30	Sécurité et sûreté	Rechercher du plus haut niveau de sûreté des ouvrages pour garantir la sécurité du personnel exploitant, des utilisateurs et des riverains. Le concessionnaire tient un registre, une consigne de surveillance, un rapport de synthèse sur la surveillance et l'auscultation des barrages

• Schéma directeur 2003-2023 de la concession CNR

Le schéma directeur établit le programme d'actions, envisagé en 2003 au moment de la signature de l'avenant à la convention de concession, afin de répondre aux missions initiales de la concession, ainsi qu'aux missions d'intérêt général. Le texte de 2003 figure en Annexe 2.

Pour la navigation, les principales orientations du schéma directeur sont les suivantes :

- Fiabilité, sécurité et disponibilité des ouvrages
  - En l'aval de Lyon, fiabilité des ouvrages permettant réduire les périodes d'indisponibilité de la voie navigable ;
  - Doublement, de l'écluse des sites de Bollène et Châteauneuf.
- Remise en navigabilité du Haut-Rhône
  - Construction, sur chacun des quatre aménagements de Sault-Brénaz (sous réserve que la continuité soit assurée jusqu'à l'écluse de Villeurbanne), Brégnier-Cordon, Belley et Chautagne, d'une écluse aux caractéristiques principales fixées par l'article 7 du cahier des charges général, aux paragraphes 1°, 2° et 3° du I. ;
  - Etablissement et balisage du chenal de navigation entre Sault-Brénaz et Seyssel.
- Amélioration de la qualité du service de navigation
  - Mise en place d'un système de prévision et d'information destiné à renseigner à tout moment les utilisateurs de la voie d'eau sur les conditions de navigation ;
  - Etude des possibilités d'augmenter sur tout ou partie de la voie navigable (…) le nombre de jours où le mouillage atteint ou dépasse 3,50 mètres.
- Contribution au développement du transport par voie navigable
  - Document-cadre de développement, partenariats, développement de zones portuaires et de zones d'activités en lien avec la voie d'eau.

• Cahier des charges de la concession de Cusset (EDF)

La synthèse du cahier des charges de l'ouvrage de Cusset établie en partie 2.2 permet d'extraire les obligations du concessionnaire en matière de navigation. Le principal article concernant l'usage de navigation est l'article 31 (modernisation, entretien, exploitation, écluses, mouillage).

Tableau 33 : Contenu principal du cahier des charges EDF en lien avec la navigation

Art.	Titre	Contenu principal
17	Caractéristiques de la prise d'eau	Cotes de retenue, débit réservé (30 m³/s, 60 m³/s pour soutenir la nappe phréatique d'après le protocole de 1998.
30	Curage	Curage de la retenue si besoin pour assurer le bon fonctionnement de l'ouvrage, conserver le libre écoulement des eaux et maintenir la capacité utile de la retenue. Curage du tronçon court-circuité si besoin pour permettre l'écoulement normal des crues
31	Navigation	Modernisation, entretien, exploitation, des écluses de Jonage et de Cusset dans le but de rétablir la navigation de plaisance sur le canal de Jonage et dans un délai de 10 ans (à partir de 2002). Gabarit de bateau de type Freycinet (38,50 m x 5,05 m). Mouillage de 2 m pour un débit turbiné supérieur ou égal à 200 m³/s

- **Cahier des charges de la concession de Chancy-Pougny (SFMCP)**

Les conditions du cahier des charges sont résumées au §. 2.2. et ne portent pas spécifiquement sur la navigation.

L'ouvrage de Chancy-Pougny n'est pas équipé d'écluse, bien que l'ouvrage ait été conçu initialement dans cet objectif. La navigation pratiquée est de type plaisancier (cf. fiche UHC#02-CHP).

- **Cahier des charges des concessions Verbois et Seujet (SIG)**

Les conditions du cahier des charges sont résumées au §. 2.2. et ne portent pas spécifiquement sur la navigation.

L'ouvrage de Verbois n'est pas équipé d'écluse. La navigation pratiquée concerne la plaisance (excursions fluviales) et les activités industrielles pour ce qui concerne le transport fluvial des déchets vers l'usine des Chenevières (cf. fiche UHC#01-SUI).

L'ouvrage du Seujet est équipé d'une écluse qui permet de relier la retenue de Verbois au Lac Léman.

- **Cahier des charges de VNF sur le Petit Rhône**

En tant que gestionnaire du domaine public fluvial sur le Petit Rhône, VNF doit assurer les conditions de navigabilité sur le bras du Petit Rhône entre la diffluence et l'écluse de St-Gilles. Les conditions de mouillage sont de 2,50 m dans l'état actuel, et de 3 m dans une situation projetée.

A ces profondeurs de mouillage s'ajoutent 0,20 m de marge de gestion (sécurité vis-à-vis de la sédimentation) et 0,10 m de marge technique (précision des dragages). La largeur du chenal au plafond est de 34,20 m (cf. fiche UHC#25-PRH ; PGPOD VNF, 2019).

- **Navigabilité**

En termes de navigabilité, 3 secteurs du périmètre d'étude peuvent être distingués :

- **Sur le Rhône en amont de Lyon**, entre l'aval de l'aménagement de Sault-Brénaz et le barrage de Seyssel, la voie navigable est de catégorie I :
  - Pour les plus basses eaux navigables (PBEN), données pour un débit d'étiage conventionnel dépassé 355 jours par an en moyenne, la profondeur à assurer est de 2,70 m sur une largeur minimale de 16 m. Elle est de 3 m au passage des écluses ;
  - Pour les plus hautes eaux navigables (PHEN), données pour un débit de hautes eaux dépassé 10 jours par an en moyenne, le tirant d'air minimal à assurer est de 6 m ;
- **Sur le Rhône entre Lyon et Arles**, la voie navigable est de catégorie Vb sur 283 km :
  - Pour les plus basses eaux navigables (PBEN), la profondeur à assurer est de 3 m sur une largeur minimale de 60 m. Elle est de 3 m également au passage des écluses ; cette profondeur est portée à 4,25 m entre Arles Nord et Port-Saint-Louis-du-Rhône (catégorie Vb ; longueur 47 km) pour le trafic des navires fluviomaritimes ;
  - Pour les plus hautes eaux navigables (PHEN), le tirant d'air minimal à assurer est de 7 m ;
- **Sur le Petit Rhône**, la voie navigable est de catégorie IV sur 21 km :
  - Pour les plus basses eaux navigables (PBEN), la profondeur à assurer est de 2,50 m actuellement (3,00 m en projet) sur une largeur minimale de 34,20 m. Elle est de 3 m également au passage de l'écluse de St-Gilles.

La notion de plus hautes eaux navigables (PHEN) définie dans le cahier des charges général CNR (art. 7) est issue d'une volonté initiale de développer la navigation sur le Rhône et s'assurer sa navigabilité 355 jours par an, dans le respect d'une vitesse maximale du courant appréciée à 2 m/s environ. Dans l'histoire moderne de la navigation sur le Rhône, la navigation a été totalement interdite à une seule occasion, lors de la crue de décembre 2003, du fait de l'importance de la crue, des difficultés de navigation associées (vitesse du courant, balises moins visibles) et des flottants (bois mort, etc.) apportés en quantité par les affluents.

Cette notion de PHEN a évolué au cours des dernières années du fait de la question des risques associés et a été remplacée par la RNPC (restriction de navigation en période de crue). En effet, l'atteinte d'un niveau d'alerte RNPC (ex-PHEN) n'interdit pas strictement la navigation marchande, qui peut prolonger son parcours sous sa responsabilité tout en respectant les consignes de sécurité. En effet, les risques de navigation en hautes eaux portent sur le tirant d'air pour les ponts, ainsi que sur le tirant d'eau à proximité du barrage de dérivation après que le plan d'eau de retenue a basculé autour du point de réglage (cf. partie « Fonctionnement hydrologique et hydraulique » du rapport de Mission 2). Chaque équipage peut consulter les conditions de navigation en temps réel sur l'application InfoRhône de la CNR (communication CNR).

Notion de Contraintes techniques obligatoires

Des contraintes techniques obligatoires liées aux usages à l'origine des masses d'eau fortement modifiées sont définies au titre de l'Annexe 5-2 de l'Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface, pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement (cf. PARTIE B / §.4.1.2).

Pour la navigation, il existe 3 types de contraintes techniques obligatoires :

• Profondeur minimale/maintien d'une ligne d'eau : Pour la navigation, la CTO est de disposer d'une profondeur ou hauteur d'eau (mouillage) suffisante, qui se traduit le plus souvent par un maintien de la ligne d'eau constante (régulation hydraulique et barrage/écluses).

• Rectification, déplacement du tracé du cours d'eau/Chenal de navigation/Rayon de courbure : Pour la navigation, la géométrie du chenal (tracé en plan) est très contrainte, mais il existe une certaine marge de manoeuvre entre les paramètres largeur et rayon de courbure. Ainsi, à rayon de courbure plus court, une largeur plus ample est nécessaire. Ces contraintes sont plus ou moins faciles à satisfaire en fonction du gabarit et de l'importance/morphologie du cours d'eau. Le drainage des sols est très souvent accompagné, a minima, d'un recalibrage du cours d'eau, voire d'une rectification.

• Blocage lit mineur : Le blocage du lit mineur n'est, en théorie, pas indispensable à la navigation, mais, dans les faits, étant entendu que le cours d'eau doit passer sous les ponts et par les seuils/écluses, la marge de divagation au droit des ouvrages de navigation est quasi nulle.

3.1.3 Catégories de voies navigables

Les catégories de voies navigables citées précédemment (I et Vb) sont issues des documents suivants :

- Résolution n°92/2 relative à la nouvelle classification des voies navigables établie par la conférence Européenne des Ministres des transports (CEMT) ;
- Circulaire n° 95-86 du 6 novembre 1995 modifiant la circulaire n° 76-38 du 1er mars 1976 relative aux caractéristiques des voies navigables.

Le tableau ci-dessous résume ces catégories et la situation du Rhône.

Le linéaire du Rhône et ses canaux connectés présentent ainsi différents types de gabarits de navigation (selon le tirant d'eau et le tonnage) qui doivent être garantis par les gestionnaires (VNF) ou concessionnaires (CNR, EDF). Le respect de ces gabarits peut induire des opérations de dragages plus ou moins importantes et fréquentes selon les secteurs (cf. partie 8.2).

Tableau 34 : Gabarits des voies navigables (d'après données CEMT)

Classe européenne	Tonnage (tonnes)	Gabarit	Tirant d'eau minimal (m)	Taille d'écluse (L x l en m)	Linéaires représentatifs
Classe I	250-400	Petit Gabarit (gabarit Freycinet)	1,80 m à 2,20 m	40 x 5,25	Canal Rhône à Sète (entre St-Gilles et Beaucaire) De Seyssel à Lyon (pas de navigation marchande entre Lyon et Sault-Brénaz)
Classe II	400-1000	Moyen gabarit	2,5 m	-	-
Classe III				-	Canal du Rhône à Sète (900 t)
Classe IV	1000-1500	Grand Gabarit	3 m	190 x 12	Petit Rhône entre St-Gilles et Fourques (1 200 t) Ecluse de Barcarin et canal du Rhône au port de Fos-sur-Mer
Classe V	1500-6000		3 à 4,25 m	190 x 12 160 x 22	Rhône entre Lyon et Arles Gd Rhône entre Arles et Port-St-Louis-du-Rhône

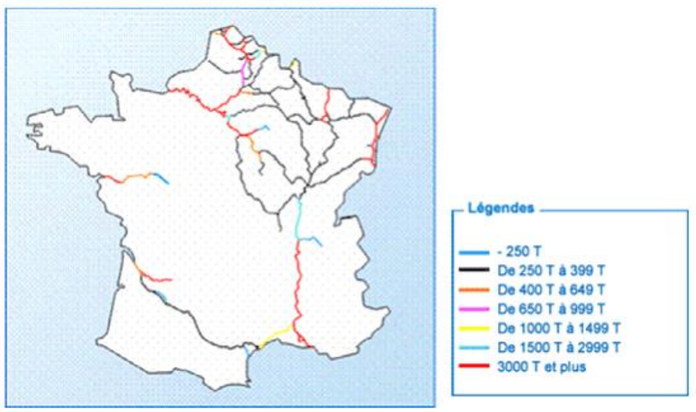


Figure 150 : Gabarit des voies navigables en France (source VNF)

3.1.4 Types d'embarcations

A chaque gabarit de navigation sont associés des types d'embarcation en mesure d'emprunter des voies navigables correspondantes. Le document ci-dessous récapitule les grands types d'embarcation (automoteurs/chalands, convois poussés, barges de poussage) et a été établi par l'Association mondiale pour des infrastructures de transport maritimes et fluviales (AIPCN).

Sur le Rhône, les embarcations les plus volumineuses sont des convois poussés avec deux barges, pouvant atteindre jusqu'à 6 000 tonnes (4400 tonnes de charge utile, soit 2200 tonnes par barge).

Les embarcations fluvio-maritimes peuvent transiter via l'écluse de Port-Saint-Louis-du Rhône jusqu'au port d'Arles-Nord avec un mouillage de 4,25 m. Si leur chargement est adapté pour un mouillage de 3 m, les embarcations fluvio-maritimes peuvent remonter jusqu'à Lyon, ainsi que sur la Saône jusqu'à Chalon-sur Saône.

Tableau 35 : Standardisation des voies navigables (source : AIPCN)

Tableau 3 – Proposition de standardisation des voies navigables
(Association Internationale Permanente des Congrès de Navigation)

Classes de voies navigables (1)	Automoteurs et chalands					Convois poussés					Barges de poussage				Hauteur minimale sous les ponts (m) (4)
	Dénomination	Longueur (m)	Largeur (m)	Tirant d'eau (m)	Tonnage (t)	Dénomination	Longueur (m)	Largeur (m)	Tirant d'eau (m)	Tonnage (t)	Dénomination	Longueur (m)	Largeur (m)	Tirant d'eau (m)	
I	Péniche	38 à 50	5,05	2,20	250 à 400										4,00
II	Kast Campinois	50 à 55	6,60	2,50	400 à 650										4,00 à 5,00
III	DEK	67 à 80	8,20	2,50	650 à 1 000										4,00 à 5,00
IV	RHK	80 à 85	9,50	2,50	1 000 à 1 500	1 barge E I	85	9,50	2,50	1 250	Europe I	70,00	9,50	2,50	5,25 ou 7,00
V a	Grands Rhênans	95 à 110	11,40(2)	2,80	1 500 à 3 000	1 barge E II	95 à 110	11,40	2,50 à 4,50	1 600 à 3 000	Europe II	76,50	11,40 (2)	2,80	7,00 ou 9,10
V b						2 barges E II	172 à 185	11,40	2,50 à 4,50	3 200 à 6 000					
VI a						4 barges E II a	185 à 195	22,80	4,50 (3)	8 000 à 12 000					
VI b						6 barges E II a	270 à 280 195 à 200	22,80 34,20	4,50 (3) 4,50 (3)	12 000 à 18 000 12 000 à 18 000	Europe II a	76,50	11,40 (2)	3,90	7,00 ou 9,10

(1) La classe d'une voie navigable est déterminée par les dimensions horizontales des bateaux ou convois poussés.
(2) Sur le bassin du Danube, cette largeur est généralement de 11 m.
(3) Tient compte des développements futurs.
(4) Hauteurs vérifiées pour le transport des conteneurs :
- 5,25 m pour les bateaux transportant 2 couches de conteneurs ;
- 7,00 m pour les bateaux transportant 3 couches de conteneurs ;
- 9,10 m pour les bateaux transportant 4 couches de conteneurs.

50 % des conteneurs peuvent être vides sinon un lestage est nécessaire.

Tableau 36 : Gabarit et dimensions des bateaux (source VNF)

Rhône 5	Voie d'eau concernée	Gabarit CEMT
Lyon -Arles	Limites géographiques	
⚲ 283 km ↥ 6,30 m ↧ 3,00 m	Distance (en km)	Hauteur libre (en m.) Mouillage (en m.)
12 écl. L :190 m l : 12 m	Nombre d'écluses	Long. max. des bateaux (en m.) Larg. max. des bateaux (en m.)

Gabarits et dimensions des bateaux						Symbolisation voie d'eau carte	
Gabarit (CEMT)	Longueur (en m.)	Largeur (en m.)	Enfoncement (en m.)	Tirant d'air (en m.)	Tonnage (en t.)	VNF	Non VNF
0*	–	–	–	–	–		
1	38,50	5,05	1,8 - 2,2	4	250 - 400		
2	50 - 55	6,6	2,5	4 - 5	400 - 650		
3	67 - 80	8,2	2,5	4 - 5	650 - 1 000		
4	80 - 85	9,5	2,5 - 4,5	5,25 - 7	1 000 - 1 500		
5	95 - 185	11,4	2,5 - 4,5	5,25 - 9,1	1 500 - 3 200		
6	95 - 200	22,8 - 34,2	2,5 - 4,5	9,1	3 200 - 18 000		
7	195 - 285	34,2	2,5 - 4,5	9,1	14 500 - 27 000		

** Non accessible à la navigation de commerce*

3.1.5 Bilan des ports présents sur le Rhône

Le Tableau 37 récapitule l'ensemble des ports, quais, appontements et halte fluviales présents sur le Rhône. Le tableau comprend deux colonnes : ports de commerce d'une part ; ports de plaisance et haltes fluviales d'autre part.

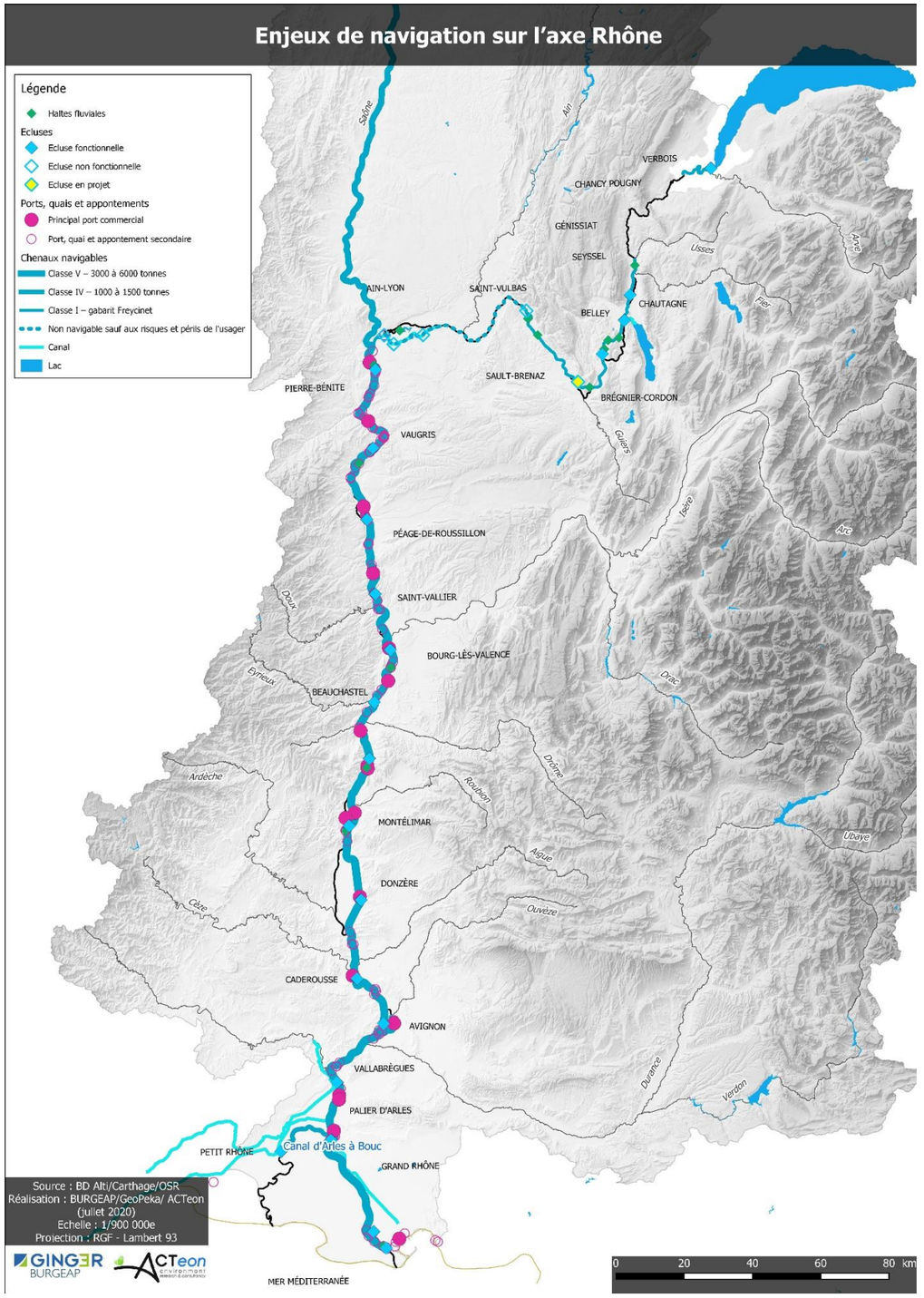
Les équipements sont illustrés par la Carte 23.

Les parties qui suivent apportent des commentaires complémentaires.

Tableau 37 : Synthèse des ports présents sur le Rhône

		Ports de commerce			Ports de plaisance et haltes fluviales				
UHC	Unité	Ports	TH	Configuration	Ports	Tronçon	Configuration	Nombre d'anneaux	Commentaires
01-SUI	Seujet-Verbois	-	-	-	-	-	-	-	
02-CHP	Chancy-Pougny	-	-	-	-	-	-	-	
03-GEN	Génissiat	-	-	-	-	-	-	-	
04-SEY	Seyssel	-	-	-	Port Gatalin	RC	Appontement	24	Ponton provisoire d'accès au Rhône au droit de la gare de Corbonod, au nord de Seyssel(01) pour opérations de confortement du barrage de Seyssel
05-CHA	Chautagne	-	-	-	-	-	-	-	
06-BEL	Belley	-	-	-	Port de plaisance de Chanaz Port de Massigneu-de-Rives Port de Virignin	R RC CU	Bassin Appontement Appontement	134 132 120	Lac du Bourget (14 ports et 2600 anneaux) est accessible via écluse en amont barrage du Lavours sur canal de Savières. Présence de haltes fluviales sur le périmètre (3 possédant respectivement 3, 8 et 8 anneaux)
07-BRC	Brégnier-Cordon	-	-	-	Port à Murs-et-Gélignieux	CU	Appontement	80	Présence d'autres petits ports (6 et 4 anneaux). Perspective d'évolution de la navigabilité touristique du Haut Rhône, projet non acté et pas de projets de construction de ports
08-SAB	Sault-Brénaz	-	-	-	Port de Vallée Bleue (Montalieu-Vercieu) Port fluvial de Briord	RC RC	Appontement Appontement	120 30	
09-VUL	St-Vulbas	-	-	-	-	-	-	-	
10-ALY	Jons-Cusset	-	-	-	-	-	-	-	
11-PBN	Pierre-Bénite	Port E.Herriot Lyon	R	Darses	-	-	-	-	Présence d'haltes fluviales sur le secteur (comprenant de 2 à 20 anneaux).
12-VAU	Vaugris	Port de Loire saint Romain (3 quais)	R	Darses	Port de Givors	RC	Appontement	21	Aménagement de pontons pour la plaisance à Vaugris. Halte nautique à Vienne.
13-PDR	Péage-de-Roussillon	Salaise	CU	Quais	Port des Roches-de-Condrieu	R	Bassin	207	
14-STV	Saint-Vallier	Saint-Vallier	R	Quais	-	-	-	-	
15-BLV	Bourg-lès-Valence	Bourg-lès-Valence	CU	Quais	Port de Tournon-sur-Rhône Port de Tain l'Hermitage	RC RC	Appontement Appontement	4 paquebots en même temps 2 paquebots en même temps	
16-BEA	Beauchastel	Port de Portes-lès-Valence	R	Quais	Port de l'Epervière	R	Bassin		Multiples petites haltes sur le secteur.
17-BLN	Baix-Logis-Neuf	Port de Pouzin	R	Quais	/				
18-MON	Montélimar	Port de la Coucourde Port Lafarge-Ciments Débarcadère de la centrale de Cruas Port fluvial de Montélimar	R RC R CU	Quai Quais Quai RoRo Quai	Halte nautique de Cruas Ports de plaisance de Viviers	R RC	Appontement Quai	69 places 18 bateaux	Il existe une dizaine de rampes à bateaux entre Cruas et Le
19-DZM	Donzère-Mondragon	Port de Bollène	CU	Quais	Port de Viviers	RC	Bassin	40 bateaux	Présence du port de Mondragon avec un quai et embranchement fluvial mais pas d'entreprise sur le port pour l'instant
20-CAD	Caderousse	Port de l'Ardoise	RC	Darses	Port de l'Ardoise	RC	Bassin		Port de plaisance au niveau de l'ardoise mais sans autre information. Base nautique avec 3 places dans
21-AVI	Avignon	Port du Pontet	RC	Quais	-	-	-	-	Présence de haltes
22-VAL	Vallabrègues	Site industriel des Radoubs à Tarascon	RT	Quai public	Port de Vallabrègue	RC	Bassin	15 places fonctionnelles	Présences de haltes de plaisance . Vallabrègues (25 places), Les Estères 40 places
23-ARL	Palier d'Arles	Arles-Nord SIP de Beaucaire	RT RT	Quais Quais	Port de Plaisance de Beaucaire	RC	Quai	230	
24-GRH	Grand Rhône	Port de Fos-sur-Mer	RT	Bassin	Port-Saint-Louis-du-Rhône (6 ports de plaisance) Port de Marseille-Fos	RT RT	Bassin Bassin	1000 8000	
25-PRH	Petit Rhône	-	-	-	Port Gardian aux Saintes-Maries-de-la-Mer	RT	Bassin	370	Au total sur ensemble Petit-Rhône et Canal du Rhône à Sète il est dénombrer 8 ports, 760 anneaux et 15 haltes.

R = retenue
CU = canal usinier
RC = Vieux Rhône ou RCC
RT = Rhône total ou libre



Carte 23 : Ouvrages liés à l'usage de navigation sur l'axe Rhône

3.2 Navigation marchande

3.2.1 Trafic fluvial

- **Présentation de la voie fluviale**

L'axe fluvial Rhône-Saône constitue une voie de communication importante pour les échanges commerciaux entre l'Europe et la Méditerranée. Le développement du transport fluvial sur cet axe s'est développé en partie pour répondre à un état de saturation des autres modes de transport (rail et route) sur le couloir rhodanien et saisir les réserves de capacité qu'offre le réseau fluvial pour accueillir du trafic commercial.

En aval de Lyon, la CNR a aménagé 330 km de voie navigable à grand gabarit, depuis le confluent du Rhône et de la Saône jusqu'aux écluses de Barcarin et de Port-Saint-Louis ouvrant sur la Méditerranée. Cette voie comporte 13 biefs d'une longueur moyenne de 25 km et 14 écluses pour franchir les centrales hydroélectriques (pour le transport fluvial de marchandises comme de passagers). Le dénivelé entre Lyon et la mer est de 162 m et la chute maximale des écluses varie entre 6,70 m et 23 m. D'une pente initiale relativement forte (0,5 ‰ en moyenne) comportant des zones de rapides, les aménagements de la CNR ont ainsi transformé le fleuve en une succession de paliers à faible pente, navigables en étiage comme en hautes eaux. La CNR a également créé à l'aval de Lyon, 21 sites industriels et portuaires multimodaux (dont 3 sites sans lien avec la voie d'eau), dont le Port de Lyon, qui favorisent le développement du trafic fluvial (CNR / DVPMIG 2018).

- **Volumes du trafic fluvial**

Le trafic fluvial est généré à 30 % par les ports publics (bien qu'en baisse significative) et à 70 % par les entreprises privées (CNR / DVPMIG 2018). La Saône représente le quart du trafic fluvial de l'axe Rhône-Saône, avec un trafic fluvio-maritime qui peut se faire jusqu'à Chalon-sur-Saône. Elle fait également l'objet de trafics qui lui sont propres en raison de l'implantation importante d'entreprises de BTP (entretien avec la CNR le 23/03/2018). La décomposition du trafic sur l'axe Rhône-Saône est présentée sur la Figure 151.



Figure 151 : Décomposition par section du trafic de marchandise sur le Rhône en 2018 (VNF, 2018b)

Le trafic fluvial de marchandises connait une tendance à la baisse sur les dernières années (-17 % entre 2014 et 2017 ; voir Figure 152) avec au total 4,44 Mt de marchandises acheminées entre Lyon et la Méditerranée en 2018 et 36 000 bateaux éclusés (Ministère de la transition écologique et solidaire, 2019). L'augmentation du trafic entre 2007 et 2010-2011 ne s'est pas confirmée et le trafic actuel est passé en dessous de celui de 2007.

La navigation fluviomaritime, qui permet d'éviter les ruptures de charges, parfois coûteuses, s'établit aux alentours de 800 000 tonnes sur la période 2009-2018, avec des variations assez importantes (Figure 154). Les principales marchandises faisant l'objet d'un transport fluvio-maritime sont les déchets (ferreux, non ferreux, pneus broyés, etc.) et les céréales. Les barges de format égal ou supérieur à 2 200 tonnes par convois poussés ont une obligation de rupture de charge à Marseille-Fos dans la mesure où ce sont des bateaux fluviaux qui ne peuvent naviguer en mer.

Concernant spécifiquement le transport fluvial en conteneurs, bien que la période 2007 à 2015 se soit caractérisée par une forte hausse (+ 63 %), celle-ci ne cesse de diminuer depuis 2015 (diminution de -13 % en EVP[28] en 2016 et de -6 % en 2017 ; voir Figure 153). Cette baisse est liée à différents facteurs (CNR / DVPMIG 2018) :

- une hausse du trafic maritime au Grand port maritime de Marseille (GPMM) qui provoque un manque de régularité dans le traitement des barges fluviales (seulement 6 % des conteneurs arrivant au GPMM repartent par le fleuve) ;
- une absence d'obligation pour les manutentionnaires de seuils minimaux de report modal ;
- une tarification pénalisante pour le mode fluvial. En effet, on constate un surcoût de taxe de manutention au terminal (THC - terminal handling charges) de 45 € environ par conteneur maritime, lié à la double manutention. Ce surcoût n'existe pas dans les ports étrangers Nord Européens grâce à une péréquation de la THC entre la route, le fer et le fleuve ;
- un manque d'attractivité de l'Axe Rhône-Saône dont le périmètre de chalandise porte sur un bassin centré sur la vallée du Rhône en aval de Lyon et fermé au-delà la Bourgogne.

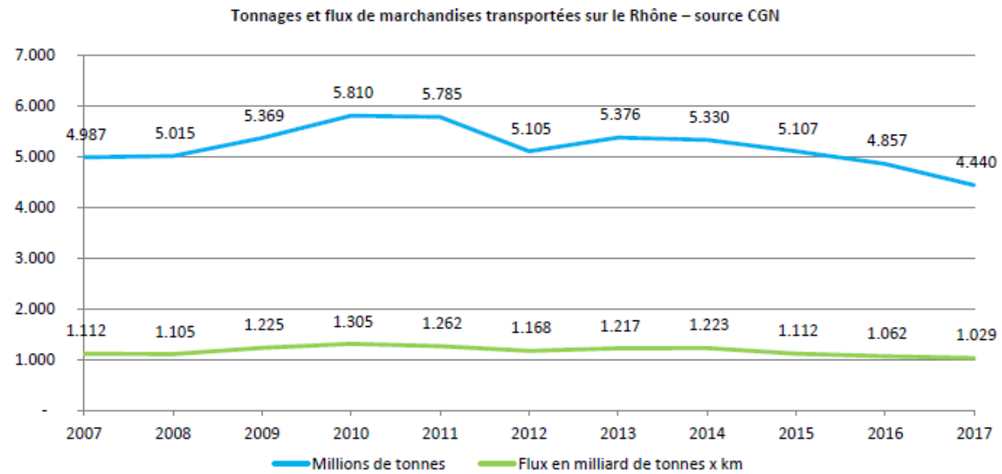


Figure 152 : Tonnage et flux de marchandises sur le Rhône en moyennes annuelles entre 2007 et 2017 (CNR / DVPMIG 2018)

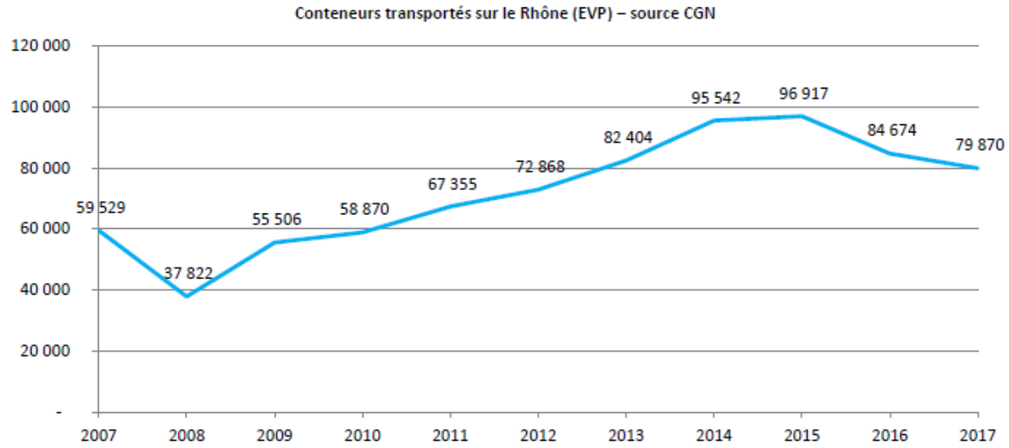


Figure 153 : Conteneurs transportés sur le Rhône (EVP) chaque année entre 2007 et 2017 (CNR / DVPMIG 2018)

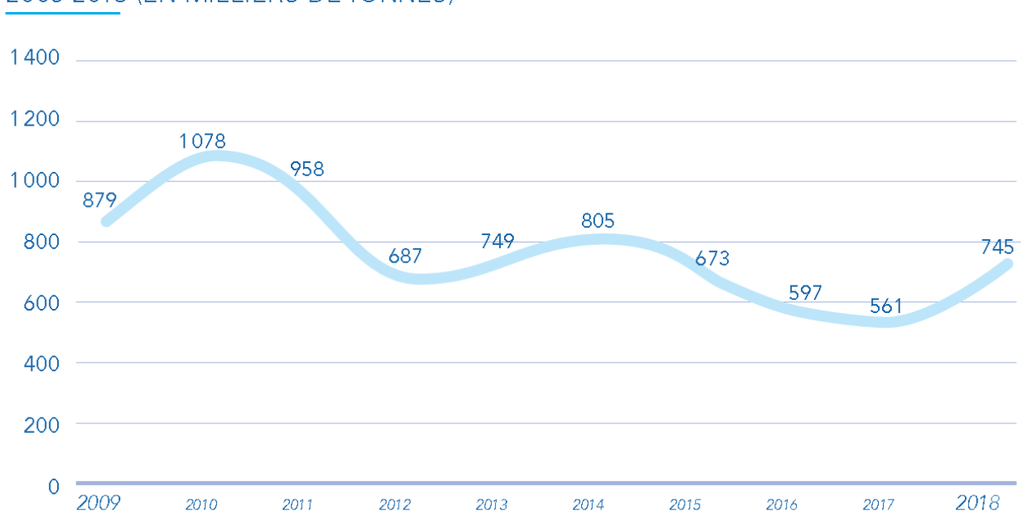


Figure 154 : Evaluation du trafic fluviomaritime entre 2009 et 2018 (VNF, 2018b)

[28] EVP = Equivalent Vingt Pieds, unité de mesure pour les conteneurs

- **Données économiques**

Le chiffre d'affaires de la navigation fluviale commerciale sur le bassin Rhône-Méditerranée est estimé, en 2013, à 15 millions d'euros et créant 545 emplois (estimations basées sur le tonnage) (Comité de bassin Rhône Méditerranée 2013). A titre de comparaison, au niveau national le chiffre d'affaires de la navigation fluviale commerciale est estimé pour la même année à 135 millions d'euros et 4 950 emplois (Comité de bassin Rhône Méditerranée 2013).

- **Matières transportées**

Les filières qui se prêtent au trafic fluvial sont notamment :

- les matières dangereuses (hydrocarbures, etc.) dont la plupart sont interdites au trafic routier ; un axe principal de trafic pour les hydrocarbures se développe entre Lavéra (port pétrolier de Martigues) et Lyon (Port Edouard Herriot) ;
- les conteneurs avec tout type de marchandises, dont 55 % d'import (provenant notamment de Chine) et 45 % d'export ;
- les déchets (ferreux et non ferreux) ;
- les matériaux de BTP (nobles ou recyclage) ;
- les céréales, notamment depuis la Bourgogne (Chalon-sur-Saône, St-Jean-de-Losne) ;
- les extractions d'alluvions en lit majeur. Le transport de ces produits issus des carrières alluvionnaires exploitées par de nombreuses entreprises (Pradier, Lafarge, Vicat, Cemex, etc.), représente une importante part du trafic fluvial (entretien avec la CNR le 23/03/2018).

L'entreprise CFT (Compagnie Fluviale de Transport) est le plus gros transporteur sur le fleuve (matériaux dangereux, conteneurs, vrac…). Elle possède sa propre flotte et affrète également des bateliers indépendants.

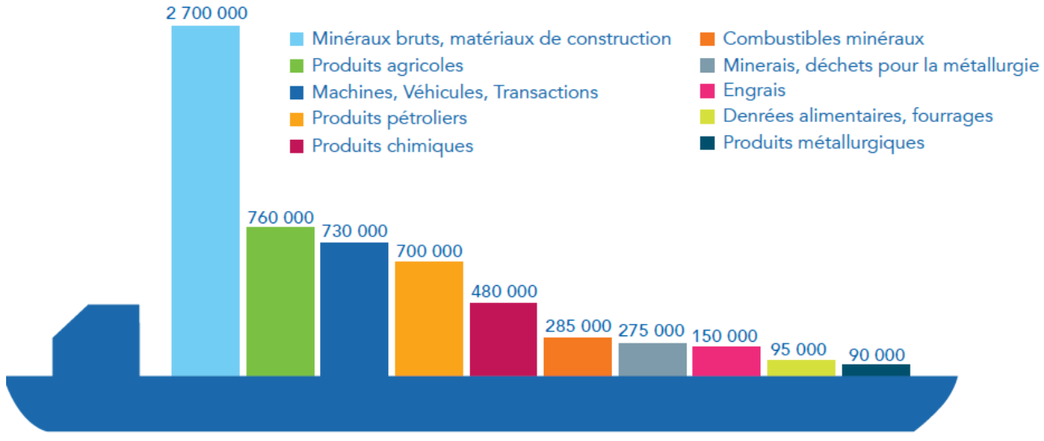


Figure 155 : Répartition des matières premières transportées par voie fluviale (VNF, 2018b)

3.2.2 Ports

Sur les 21 sites que compte l'axe Rhône-Saône et qui proposent une possible implantation pour des entreprises, 18 sites sont destinés au trafic fluvial ou multimodal. Ainsi, tous les 20 km environ en moyenne, un site industrialo-portuaire est accessible entre Lyon et la mer Méditerranée.

Il n'existe pas de port de marchandise sur le Haut-Rhône.

- **Port de Lyon Edouard Herriot**

Le port le plus important est le Port de Lyon Edouard Herriot (PLEH) avec une superficie de 184 ha où, en 2016, 70 entreprises étaient accueillies. En 2017, une hausse d'activité était relevée au Port de Lyon où le trafic, tous modes confondus (route, fer, fleuve, oléoduc) s'élevait à 12,2 millions de tonnes (+2 % par rapport à 2017), dont une hausse de 10 % par rapport à 2016 pour le trafic fluvial (CNR / DVPMIG 2018). Cette hausse du trafic s'explique par une forte reprise de l'activité du secteur BTP (+25 %), une baisse du trafic ferroviaire liée à la baisse d'activité sur Lyon terminal ainsi que d'une hausse du trafic d'hydrocarbures (+8 %) et du charbon (+89 % pour les entreprises Vicat et Michaud). Néanmoins, le trafic conteneurs, établi à 90 000 EVP (équivalent conteneur de vingt pieds), poursuit sa baisse (-4 % en 2017) après avoir augmenté dans les années 2000 et atteint un pic en 2014 et 2015.

- **Autres ports du bas Rhône**

Pour les autres ports en aval de Lyon (gérés par la CNR), le trafic était à la hausse en 2017 (+16 % par rapport à 2016) (CNR / DVPMIG 2018). Aujourd'hui, les deux seuls terminaux à conteneurs sont situés au Port de Lyon et ils sont gérés par Lyon Terminal. Si le port de Lyon arrivait à saturation, le site identifié pour créer un nouveau terminal à conteneurs à moyen/long terme serait le port de Salaise-Sablons (entretien avec la CNR le 23/03/2018). En plus du schéma portuaire, le Port de Lyon a initié en 2018, l'élaboration d'un schéma directeur portuaire pour les années 2030-2050.

Il est observé une baisse importante du trafic fluvial des trois ports publics (Salaise, Portes-lès-Valence et Arles) dans la Vallée du Rhône (-15 % entre 2016 et 2017), qui fait suite à plusieurs années consécutives de baisse et qui aboutit à 31 % des parts de marché en 2017 détenus par les ports publics contre 52 % en 2010 (hors Port de Lyon) (CNR / DVPMIG 2018). Parmi ces trois ports, le port de Salaise présente le trafic fluvial le plus important et constitue le second port après celui de Lyon (VNF, 2018). Ce port dispose d'une activité industrielle et logistique développée avec un pôle chimique d'envergure (Osiris). Le trafic du port de Portes-lès-Valence est aussi en hausse (CNR / DVPMIG 2018). Ces ports sont en sous-concession CNR jusqu'en 2023 et gérés par les CCI qui proposent des services de manutention (chargement et déchargement de bateaux), de stockage, voire de traction ferroviaire à des entreprises qui ne sont pas implantées en bord de voie d'eau. Il y a aussi deux ports publics hors concession (L'Ardoise et Le Pontet) qui sont gérés par VNF et exploités par la CCI (CNR / DVPMIG 2018 et entretien avec la CNR le 23/03/2018).

Le bassin du Rhône est ouvert sur les ports maritimes que sont Marseille-Fos et Sète. Le Grand port maritime de Marseille (GPMM) est organisé en bassins Ouest et bassin Est. Les bassins Ouest qui sont à Fos-sur-Mer se sont spécialisés dans l'industrie (conteneurs et vrac) ; quant aux bassins Est à Marseille, ils tendent à se spécialiser dans la navigation de plaisance.

Enfin, 12 quais publics répartis le long du Rhône en aval de Lyon sont utilisés au cas par cas par divers usagers : EDF (pour des colis lourds, pour des centrales nucléaires par exemple), trafic spot (matériaux de BTP), matériaux transportés lors d'un démantèlement d'une centrale, etc. Le trafic sur ces quais est en forte hausse depuis 2013 (passant de 2 % en 2013 du trafic à 12 % en 2017[29]) (CNR / DVPMIG 2018 et entretien avec la CNR le 23/03/2018).

- **Zones d'activités associées au transport fluvial**

A la fin 2017, 433 ha de surfaces de zones d'activités sont occupés (CNR / DVPMIG 2018). Il y reste 1250 ha disponibles pour de l'implantation immédiate (site internet de la CNR), par exemple à Salaise-

[29] Hors Port de Lyon

Sablons : il reste 38 ha disponibles et 50 ha en cours de développement avec des prospects identifiés. Toutes les zones d'activités, notamment les plus petites, ne disposent pas d'un accès direct au Rhône.

Sur les 5 dernières années, 45 entreprises au total se sont implantées sur des sites CNR font du transport fluvial. Certaines entreprises (telles que Total à Feyzin, Kem One à Pierre Bénite et Adisseo sur Saint-Clair-du-Rhône) sont implantées hors site, c'est-à-dire soit sur du foncier de la CNR avec des appontements spécifiques, soit sur leur terrain privé (mais la CNR reste propriétaire du bord du canal) (entretien avec la CNR le 23/03/2018). Sur l'ensemble du Rhône en 2018, cela représentait 220 entreprises, soit 5 500 emplois directs (hors CDD, intérim…), dont 1 300 emplois sur le port de Lyon (ces chiffres sont stables depuis le denier observatoire de l'emploi de 2014) (CNR / DVPMIG 2018).

- **Perspectives**

L'un des inconvénients du Rhône pour la navigation marchande est qu'il débouche sur un bassin fermé côté continent (liaison Rhône-Rhin abandonnée) : en conséquence, les ports du Nord de l'Europe créent une concurrence importante, autour du Rhin notamment, et impactent le trafic fluvial du Rhône, en raison de l'accès facilité aux marchés asiatiques par exemple. Néanmoins, en termes de trafic fluvial, il y a encore aujourd'hui un fort potentiel non exploité. Tout d'abord, l'émergence de nouveaux marchés, tel que la valorisation des déchets issus du BTP, permet d'accroitre le trafic fluvial.

En effet, en 2017 plus de 65 000 t de minéraux/déchets pour le terrassement du chantier IKEA de Vénissieux ont été transportées et traitées par Vicat (CNR / DVPMIG 2018). Ensuite, il est estimé que seulement le tiers du niveau de saturation de la navigation commerciale est atteint pour tout le Rhône (y compris le port de Lyon qui n'est pas encore à saturation) (entretien avec la CNR le 23/03/2018). A Lyon, le trafic de conteneurs pourrait monter à 150 000-200 000 EVP par an (donnée du schéma portuaire de bassin), alors que le trafic était de 73 000 EVP voie d'eau en 2017 (CNR / DVPMIG 2018). Les infrastructures actuelles (écluses) suffiraient en l'état si le trafic fluvial était multiplié par trois.

Toutefois, les sites sont très différents selon les territoires car il n'y a pas de développement des ports s'il n'y a pas de demande émise par les acteurs économiques, ce qui est représentatif de l'économie locale. A Valence, par exemple, le trafic des conteneurs a été développé car Leroy Merlin s'est implanté à proximité (entretien avec la CNR le 23/03/2018). L'une des possibilités pour une entreprise qui souhaiterait utiliser la voie d'eau est de s'implanter directement sur un site industriel et portuaire en bord de voie d'eau et de gérer sa logistique en propre par ce moyen de transport.

En conclusion, la navigation marchande est un moyen de transport sous-utilisé sur le Rhône et qui présente un potentiel important dépendant de l'économie locale. Ainsi, l'ensemble des gestionnaires des ports du bassin Rhône-Saône, ainsi que GPMM, CNR et VNF, se sont regroupés en 2015 en association (Medlink Ports) visant à développer le report modal sur le fleuve. En outre, plusieurs plans ont été développés pour soutenir le transport fluvial (VNF, 2018b) :

- le Plan Rhône, avec la signature du nouveau contrat de plan interrégional (CPIER) par l'ensemble de partenaires pour la période 2015-2020, avec un volet transport fluvial qui s'élève à 182 millions d'euros. Ce plan contribuera aux projets de développement du fret fluvial sur l'axe Rhône-Saône afin de répondre de manière durable à la demande croissante de déplacements dans la vallée du Rhône ;
- un plan d'aides au report modal mis en place par VNF au niveau national à destination des différents acteurs de la filière (chargeurs, logisticiens, etc.) ;
- le plan d'aide à la modernisation et à l'innovation proposé aux transporteurs par VNF pour soutenir le développement du transport fluvial de marchandises et doté de 16,6M€ au niveau national pour la période 2018-2022 au niveau national.

3.3 Tourisme fluvial

Le trafic de la plaisance est en plein essor sur le Rhône. Il est principalement géré par la CNR, VNF gérant celui sur la Saône (bassin fermé et gabarits Freycinet peu intéressants économiquement) et celui du Petit Rhône.

- **Sur le Haut-Rhône**

Entre l'aménagement des ouvrages hydroélectriques en aval de Seyssel (1980 à 1986) et les années 2000, la navigation sur le Rhône étaient limitée à chaque retenue d'ouvrage, sans connexion amont-aval.

A partir de 2003, la CNR a entrepris un programme de remise en navigabilité en amont de Lyon, sur une cinquantaine de kilomètres (du Lac du Bourget à Brégnier-Cordon, 57 km de voie navigable en continu). Des écluses ont été aménagées en 2010 au droit des usines hydroélectriques d'Anglefort (UHC#05-CHA) et Brens-Virignin (UHC#06-BEL). Les éclusages sont réalisés par les plaisanciers eux-mêmes, en mode semi-automatique. Un projet de construction d'une écluse (à Brégnier-Cordon, UHC#07-BRC) et de balisage du chenal de navigation est en cours ce qui permettra d'atteindre près de 90 kilomètres de parcours entre Sault-Brénaz et Seyssel et de relier la vallée Bleue (Montalieu-Vercieu) qui abrite le pôle portuaire le plus important situé sur le cours du Haut-Rhône. La navigation entre la confluence de l'Ain et Sault-Brénaz est possible aux risques et périls de l'usager.

Au niveau des infrastructures, en amont de Lyon on compte 6 ports de plaisance hors concession pour 536 emplacements, 2 haltes nautiques avec 9 emplacements et 7 pontons en amont de Lyon.

- **Sur l'axe Rhône-Saône**

L'axe Rhône-Saône compte actuellement 23 paquebots de croisière de 150 passagers, soit une fréquentation cinq fois plus importante qu'il y a 20 ans (site internet de la CNR). Ces croisières, en général d'une semaine à 3-4 étoiles du mois de mars à novembre, combinent navigation et visites de découverte organisées à terre. Ces croisières représentent en moyenne 200 000 passagers à l'année (Figure 156). Le trafic a beaucoup augmenté cette dernière décennie en nombre de bateaux. Il existe au moins 5 ou 6 opérateurs, et l'hivernage des bateaux se fait à Lyon et à Tain-l'Hermitage.

De plus, un schéma directeur de l'activité des paquebots de croisière fluviale adopté en 2014, avec une logique de multi-sites doit permettre de multiplier par deux les retombées économiques touristiques, en offrant les meilleures conditions d'accueil et de services aux escales afin que les opérateurs privilégient le plus souvent Lyon comme début et fin de croisière (Grand Lyon Communauté urbaine, 2014).

En plus des paquebots, il était dénombré en 2015, 18 péniches-hôtels circulant sur le Rhône et la Saône d'avril à octobre, dont la capacité d'accueil est inférieure à 50 personnes, proposant des croisières de 7 jours en moyenne combinant navigation et visites de territoire.

Par ailleurs, 55 bateaux promenades, proposent des circuits commentés d'une heure à une journée, avec ou sans restauration à bord, avec ou sans escale pour des visites à terre. Ces bateaux promenade circulent toute l'année (avec une haute saison entre mai et septembre) et ont des capacités d'accueil très variables (de 4 à 1 000 passagers), avec une capacité moyenne de 300 passagers sur l'axe Rhône-Saône.

La location de bateaux habitables est également disponible entre avril et octobre (avec une concentration entre mai et septembre). En 2015, 333 bateaux de location habitables (répartis sur 21 bases et 12 sociétés de location) étaient disponibles et pouvaient accueillir entre 2 et 12 passagers (CNR / DVPMIG 2018). Enfin, la plaisance privée est pratiquée toute l'année (en particulier entre juin et septembre) et en 2017, il était dénombré 14 821 plaisanciers et 89 090 éclusages (site internet de la CNR).

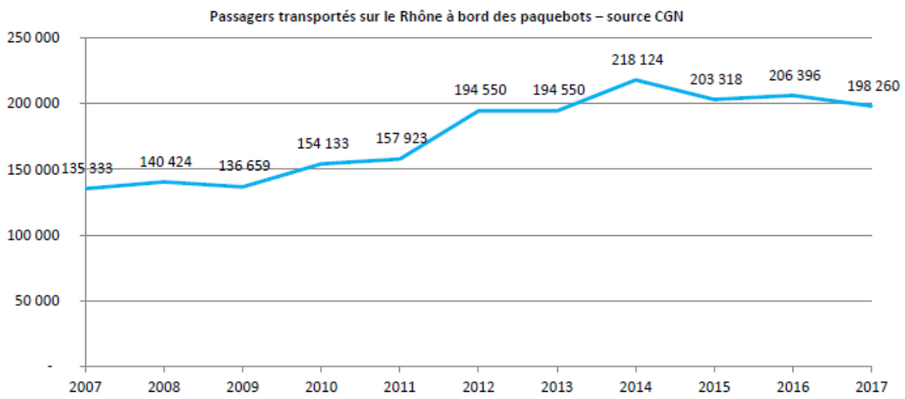


Figure 156 : Passagers transportés sur le Rhône à bord des paquebots par an entre 2007 et 2017 (source : CNR / DVPMIG 2018)

En aval de Lyon, 6 ports totalisent 752 emplacements dont deux ports sont dans le périmètre de la concession[30]. De plus, 8 haltes nautiques s'y trouvent, représentant 126 emplacements.

Pour les paquebots, il est dénombré 30 appontements sur le Rhône et la Saône dont 19 appontements sur le Rhône entre Lyon et Port-Saint-Louis-du-Rhône, soit 16 sur domaine concédé de CNR et 3 hors domaine (à Lyon sur le quai Claude Bernard, à Arles et Port-Saint-Louis). Ces 19 appontement ont totalisés en 2017 4 702 accostages ; Lyon et Avignon représentaient respectivement 17 % et 16 % de ces accostages (CNR / DVPMIG 2018). Pour les paquebots de 135 m, des projets d'appontement sont à l'étude à Arles, à Valence et à Vienne. L'activité paquebots fluviaux est celle qui a connu la croissance la plus forte au cours des dernières années (voir Figure 157) ; elle n'est présente que sur le Rhône et la Saône à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée (Comité de bassin Rhône Méditerranée, 2013).

- **Economie**

Au total, les retombées économiques pour le tourisme fluvial du bassin Rhône-Saône est stable ces dernières années et il est estimé à 225 millions d'euros en 2017 (VNF, 2017). Ces retombées économiques proviennent pour plus de 60 % de l'activité des paquebots fluviaux et de la plaisance privée (17 % des retombées économiques en 2017). Le reste est partagé entre bateaux de location habitables (9 %), bateaux promenades (8 %) et péniches hôtels (4 %).

Le nombre d'emplois générés par la navigation fluviale de plaisance sur le bassin Rhône-Méditerranée est estimé, en 2013, à 1 400 emplois (Comité de bassin Rhône Méditerranée, 2013). A titre de comparaison, au niveau national le nombre d'emploi généré par la navigation fluviale de plaisance est estimé pour la même année à 3 500 emplois (Comité de bassin Rhône Méditerranée, 2013), soit 40 % représenté par le bassin Rhône-Méditerranée.

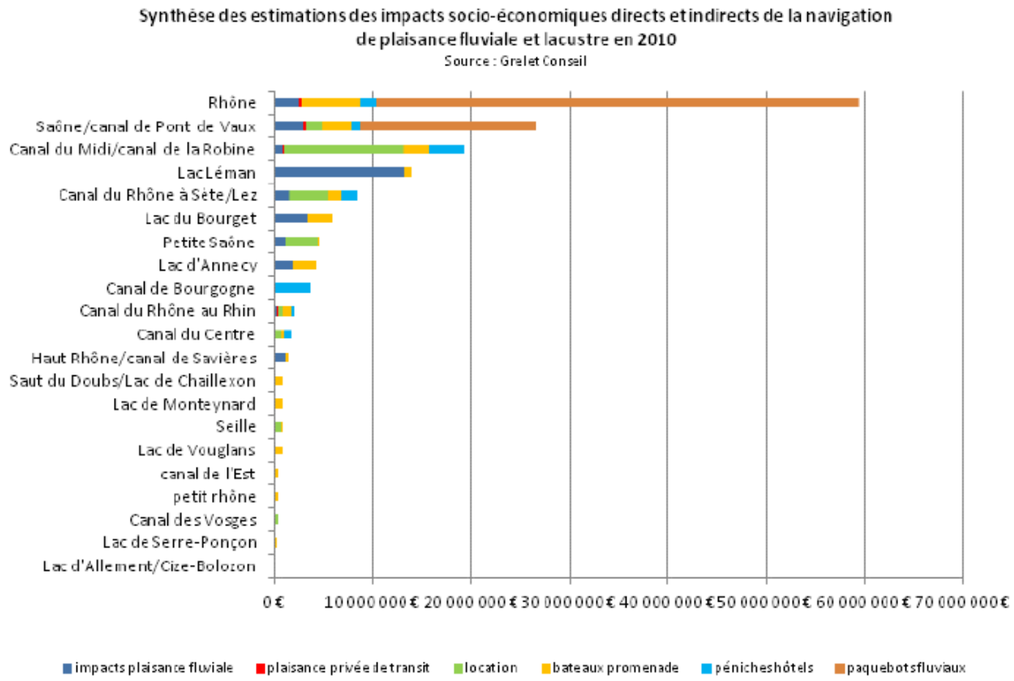


Figure 157 : Synthèse des impacts socio-économiques directs et indirects de la navigation de plaisance fluviale et lacustre en 2010 (source : Comité de bassin Rhône Méditerranée, 2013)

- **Perspectives**

Le tourisme fluvial est en phase de développement et de structuration sur l'axe Rhône-Saône, avec la mise en mise en place de haltes fluviales adaptées aux embarcations et la valorisation des territoires traversés par le Rhône.

A Lyon, un projet de Halte Paquebot (110 à 135 m de long) est à l'étude sur le quartier Général Frères avec la possibilité d'aménager à terme 6 nouveaux emplacements (3 emplacements de 2 bateaux de 150 m). Par ailleurs, un port de plaisance de 350 anneaux porté par le Syndicat Mixte de Bordelan va être créé sur la Saône, à Anse, afin de développer le tourisme fluvial (ouverture prévue en 2022-23) (entretien avec les services de la Métropole de Lyon le 29 mars 2018).

La CNR a pour objectif d'ouvrir le Haut-Rhône à la plaisance, avec la construction de 4 écluses de plaisance qui permettent de contourner les centrales hydroélectriques de Chautagne et Belley. Ce sont ainsi 57 km de voies navigables qui ont été ouverts en continu entre Seyssel et Brégnier-Cordon. Les écluses de Belley et de Chanaz facilitent aussi la connexion au lac du Bourget via le canal de Savières. La prochaine étape est la construction de l'écluse de Brégnier-Cordon et le balisage du chenal de navigation, dont les travaux sont programmés. Ce projet permettra d'atteindre près de 90 kilomètres de parcours et de relier la vallée Bleue (Montalieu-Vercieu) qui abrite le pôle portuaire de plaisance le plus important situé sur le cours du Haut-Rhône (site internet de la CNR).

[30] Les Roches-de-Condrieu avec 207 emplacements et Valence l'Epervière avec 420 emplacements en 2017.

4 La production d'énergie

4.1 Analyse globale des filières

4.1.1 En France

Le bassin Rhône-Méditerranée joue un rôle important dans le secteur de l'énergie et en particulier la production d'électricité. En effet, le Rhône compte sur sa partie française 19 complexes hydroélectriques (18 pour la CNR et 1 pour EDF) et 4 centrales nucléaires pour la production d'électricité (CNPE) gérés par EDF. Sur le linéaire suisse en aval de Genève, 3 autres ouvrages viennent s'ajouter.

La production électrique directement dépendante du bassin Rhône-Méditerranée s'élève en moyenne à 130 TWh, ce qui correspond à près d'un quart de la production électrique nationale et à environ 7 % de la consommation d'énergie annuelle des Français (toutes formes d'énergie confondues) (RTE, 2017).

La production électrique du bassin Rhône-Méditerranée provient à 31 % de la production hydroélectrique (40 TWh environ) et à 69 % de la production des CNPE (80 à 90 TWh environ). Sur le Rhône même, la production hydroélectrique s'élève à 16,3 TWh, soit 40 % de la production hydroélectrique du bassin (RTE, 2017). La centrale thermique de Provence dite centrale de Gardanne, dernière en activité dans le bassin du Rhône, a vu sa production passer sous le seuil des 1 TWh et n'est pas traitée dans la présente analyse.

Enfin, la CNR possède également 21 centrales photovoltaïques (77 MWc de puissance installée, soit 2 % de la production d'électricité de la CNR en 2017) et 48 parcs éoliens (598,5 MW, soit 13 % de la production d'électricité de la CNR en 2017) dont 35 sont situés hors des régions du bassin Rhône-Méditerranée.

4.1.2 Dans les Régions

La consommation d'électricité de la région Auvergne-Rhône Alpes était en 2017 de 67,7 TWh. Cela en fait la 2ème Région la plus consommatrice derrière l'Ile-de-France, tout en étant exportatrice nette de 37,2 TWh excédentaires. La dépendance au Rhône est forte puisque l'hydraulique et le nucléaire comptent pour respectivement 42 % et 49 % de la puissance installée.

La région PACA quant à elle est plus faible consommatrice avec 42,2 TWh en 2017 mais produit également moins (20 TWh), ce qui en fait une région importatrice.

La région Occitanie dans son ensemble est moins dépendante du bassin Rhône-Méditerranée qui se situe en partie sur le département du Gard. Elle a consommé 35,1 TWh en 2017 pour une production légèrement déficitaire de 33,4 TWh dont 28 % d'hydroélectricité (RTE, 2017).

Tableau 38 : Puissances et productions des centrales hydroélectriques et thermiques dans le bassin Rhône-Méditerranée en 2017 (RTE, données en ligne31)

Energies	Rhône	Bassin Rhône méditerranée
Hydroélectricité (TWh)	**16,34**	**40**
Capacités (GW)	*3,1*	*14*
Thermique dont nucléaire (TWh)	**90**	**90**
Capacités (GW)	*14,8*	*14,8*
Total (TWh)	**106**	**130**
% consommation électricité France 2017 (475 TWh)	22,3%	27,4%
% consommation énergie France 2015 (1881 TWh)	5,6%	6,9%

[31] http://bilan-electrique-2017.rte-france.com/territoire-et-regions/consommation-dans-les-regions-administratives/#

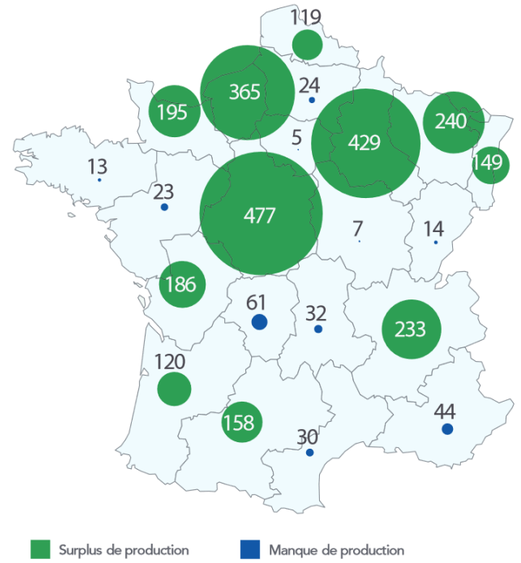


Figure 158 : Rapport production/consommation par région en 2014 (en %)

4.2 Production hydroélectrique

4.2.1 Obligations des concessionnaires pour l'hydroélectricité

- **Cahier des charges général de concession CNR**

En matière de production hydroélectrique, le concessionnaire s'engage (cf. Art.1 du cahier des charges général ; Annexe 1) à l'aménagement du fleuve en vue de l'utilisation de la puissance hydraulique, tout en assurant l'exécution simultanée d'une voie navigable et la maîtrise des prélèvements en eau.

La synthèse du cahier des charges général de la concession CNR établie en partie 2.2 permet d'extraire les obligations du concessionnaire en matière de production d'énergie. Les principaux articles concernant sont les articles 5 (prises d'eau), 15bis (exploitation des ouvrages) et 20 (obligation de produire de l'énergie).

Les principaux articles concernant l'usage de production hydroélectrique sont les articles 5 (prises d'eau), 15bis (exploitation des ouvrages) et 20 (obligation de produire de l'énergie), sachant qu'un défaut d'exploitation d'ouvrage peut entraîner un enjeu de sûreté-sécurité (article 30).

- **Schéma directeur 2003-2023 de la concession CNR**

Le schéma directeur établit le programme d'actions, envisagé en 2003 au moment de la signature de l'avenant à la convention de concession, afin de répondre aux missions initiales de la concession, ainsi qu'aux missions d'intérêt général. Le texte de 2003 figure en Annexe 2.

Pour la production hydroélectrique, les principales orientations du schéma directeur sont les suivantes :

- **Maximisation de la production hydroélectrique des ouvrages concédés**, en tenant compte des dispositions des cahiers des charges et des règlements d'eau, ainsi que d'éventuelles contraintes d'écoulement de la production sur le marché de l'électricité, à des conditions économiques acceptables ;

- **Analyse des impacts sur l'hydroélectricité** de chaque action inscrite dans le schéma directeur ;
- **Equipement de la restitution des débits réservés** par de petites centrales hydrauliques (PCH), lorsque c'est économiquement réalisable ;
- **Le concessionnaire contribuera ainsi au développement des énergies renouvelables** et à la diversification des modes de production d'électricité.

La diversification des modes de production renvoie notamment à la production d'électricité par les parcs photovoltaïques (cf. §.4.4) et les parcs éoliens (cf. §.4.5).

- **Cahier des charges de la concession EDF de Cusset**

La synthèse du cahier des charges de l'ouvrage de Cusset en partie 2.2 permet d'extraire les obligations du concessionnaire en matière de production d'énergie. Les principaux articles concernant sont les articles 4 (obligation de produire l'énergie) et 30 (dragage si besoin de la retenue).

- **Cahier des charges de la concession SFMCP (Chancy-Pougny)**

Les conditions du cahier des charges sont résumées au §. 2.2.

L'ouvrage de Chancy-Pougny est dans l'obligation de produire de l'hydroélectricité, d'assurer le bon fonctionnement et la sûreté des installations, et de pouvoir garantir le volume utile obtenu par marnage (marnage autorisé dans la retenue de 1,50 m) (cf. fiche UHC#02-CHP).

- **Cahier des charges des concessions SIG (Verbois, Seujet)**

Les conditions du cahier des charges sont résumées au §. 2.2.

L'ouvrage de Verbois est dans l'obligation de produire de l'hydroélectricité, d'assurer le bon fonctionnement et la sûreté des installations, et de pouvoir garantir le volume utile obtenu par marnage (marnage autorisé dans la retenue de 0,50 m) (cf. fiche UHC#02-CHP).

L'ouvrage du Seujet est dans l'obligation de produire de l'hydroélectricité et d'assurer le bon fonctionnement et la sûreté des installations.

- **Cahier des charges de VNF sur le Petit Rhône**

Sans objet.

Notion de Contraintes techniques obligatoires

Des contraintes techniques obligatoires liées aux usages à l'origine des masses d'eau fortement modifiées sont définies au titre de l'Annexe 5-2 de l'Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface, pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement (cf. PARTIE B / §.4.1.2).

Pour l'hydroélectricité, il existe 2 types de contraintes techniques obligatoires :

• Obligation d'un certain débit et chute : La production d'hydro-électricité se base sur la notion de puissance électrique qui est fonction d'un débit, d'une hauteur de chute et du rendement des turbines installées.

• Marnage fort saisonnier : Sur les retenues, cette contrainte est liée au stockage de la ressource pour la production d'hydro-électricité en périodes de forte demande énergétique (hiver ou été) ou le soutien d'étiage.

Tableau 39 : Contenu principal du cahier des charges général CNR en lien avec l'hydroélectricité

Art.	Titre	Contenu principal
1er	Contenu de concession	Grandes missions de la concession : hydroélectricité, navigation, irrigation
1erbis	Objectifs en matière d'environnement	Dans l'exercice des missions de la concession, prise en compte des objectifs environnementaux : gestion équilibrée de l'eau, préservation/restauration des milieux, gestion durable des espaces
1erter	Schéma directeur	Etablissement d'un schéma directeur sur la période 2003-2023
5	Prises d'eau	Caractéristiques fixées dans les CCS. Augmentation des débits réservés
15bis	Exploitation des ouvrages	Maintien des ouvrages en bon état d'entretien et de fonctionnement (sécurité, retour des ouvrages à l'Etat). Consignes d'exploitation. Avertissement du service de contrôle en cas d'anomalie grave, crue exceptionnelle, investigations spéciales.
20	Obligation de produire l'énergie	Production d'énergie dans la limite de la puissance dont il disposera au mieux des différents états du cours d'eau
30	Sécurité et sûreté	Rechercher du plus haut niveau de sûreté des ouvrages pour garantir la sécurité du personnel exploitant, des utilisateurs et des riverains. Le concessionnaire tient un registre, une consigne de surveillance, un rapport de synthèse sur la surveillance et l'auscultation des barrages

Tableau 40 : Contenu principal du cahier des charges EDF en lien avec l'hydroélectricité

Art.	Titre	Contenu principal
1er	Objet de la concession	Principaux ouvrages, débits, cotes nominales et puissance
2	Objet de l'entreprise	Objet principal : production d'énergie électrique
4	Obligation de produire l'énergie	Obligation de produire l'énergie dans la limite de la puissance disposée au mieux des différents états du cours d'eau, compte tenu des dispositions du présent cahier des charges et du règlement d'eau.
5	Equilibre de la concession	En cas de mesure d'intérêt public, remettant en cause l'équilibre général de la concession, les surcoûts seraient compensés ou indemnisés.
17	Caractéristiques de la prise d'eau	Cotes de retenue, débit réservé (30 m³/s, 60 m³/s pour soutenir la nappe phréatique d'après le protocole de 1998.
25	Entretien des installations	Tous ouvrages sont constamment entretenus en parfait état
27	Ecoulement des eaux	Qualité des eaux, manœuvre des vannes, repérage du niveau d'eau dispositifs de mesure, récupération des déchets, contrôle
30	Curage	Curage de la retenue si besoin pour assurer le bon fonctionnement de l'ouvrage, conserver le libre écoulement des eaux et maintenir la capacité utile de la retenue. Curage du tronçon court-circuité si besoin pour permettre l'écoulement normal des crues
48	Participation aux ententes	Participation financière au programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône

4.2.2 Vision globale de l'ensemble des aménagements du Rhône

La production hydroélectrique est une activité économique majeure du Rhône qui a été historiquement motrice pour son développement économique.

Le Rhône compte 19 aménagements hydroélectriques sur le territoire français, tous gérés par la CNR à l'exception de la centrale de Cusset gérée par EDF (Tableau 41; Carte 24 et Figure 159). Sur le territoire suisse, on dénombre 3 autres ouvrages (Seujet, Verbois, Chancy-Pougny), ce qui porte à 22 les complexes hydroélectriques du Rhône en aval de Genève.

De par leur fonctionnement et leur rôle sur le fonctionnement hydrosédimentaire, ces 22 complexes hydroélectriques ont été un critère majeur de la sectorisation du Rhône établie dans la présente étude (cf. rapport de Mission 2). En effet, sur 25 UHC au total, 4 ne possèdent pas d'ouvrage hydroélectrique : St-Vulbas (UHC#09-VUL), Palier d'Arles (UHC#23-ARL), Grand Rhône (UHC#24-GRH) et Petit Rhône (UHC#25-PRH). Les ouvrages de Verbois et Seujet en Suisse font partie de la même unité (UHC#01-SUI).

Les complexes hydroélectriques comptent *a minima* une usine de production principale, à laquelle peuvent s'ajouter une ou des petites centrales de production hydroélectrique (PCH).

Sur le Haut-Rhône français, les usines principales sont équipées en général de 2 groupes pour les ouvrages récents (#05-CHA, #06-BEL, #07-BRC, #08-SAB). L'usine de Génissiat est équipée de 6 groupes principaux et de deux groupes auxiliaires ; Seyssel 3 groupes ; Chancy-Pougny 5 groupes et Verbois 4 groupes. L'usine de Cusset est équipée de 15 groupes. Sur le Bas-Rhône, les usines principales sont équipées de 4 groupes en amont de l'Isère et 6 groupes en aval.

La puissance totale installée est de 3 241 MW sur le Rhône (dont 3 086,4 MW en France et 3 021,9 MW pour la CNR). La production d'énergie produite annuellement est au maximum de 17 241,8 GWh sur l'ensemble du Rhône (dont 16 500,8 GWh en France et 16 085,8 GWh pour la CNR).

De petites unités de production sont associées aux aménagements principaux :

- **des groupes de restitution, installés sur les barrages de retenue** des aménagements hydroélectriques au moment de leur constitution, et ayant vocation à turbiner le débit réservé ou une partie du débit réservé initial de l'ouvrage. Ces ouvrages ont des puissances installées comprises entre 1 et 5 MW :
  - Génissiat (UHC#03-GEN),
  - Champagneux, sur l'aménagement de Brégnier-Cordon (UHC#07-BRC),
  - Villebois, sur l'aménagement de Sault-Brénaz (UHC#08-SAB),
  - Jons sur l'aménagement de Cusset (UHC#10-ALY),
  - Saint-Pierre-de-Bœuf, sur l'aménagement de Péage de Roussillon (UHC#13-PDR),
  - Charmes, sur l'aménagement de Beauchastel (UHC#16-BEA),
  - Le Pouzin, sur l'aménagement de Logis-Neuf (UHC#17-BLN).
- **des petites centrales hydroélectriques (PCH)** construites à partir du début des années 2000 avec des puissances installées comprises entre 5 et 7 MW :
  - Motz, sur l'aménagement de Chautagne (en 2012), après suppression du groupe de restitution initial (UHC#05-CHA),
  - Lavours, sur l'aménagement du Belley (en 2014), après suppression du groupe de restitution initial (UHC#06-BEL),
  - Pierre-Bénite (en 2000) (UHC#11-PBN),
  - Le Pouzin, sur l'aménagement de Logis-Neuf (en 2017) (UHC#17-BLN),
  - Rochemaure, sur l'aménagement de Montélimar (en 2015) (UHC#18-MON),
  - Vallabrègues, sur l'aménagement de Vallabrègues (construction en 2021) (UHC#22-VAL).
- **des mini-centrales** (MCH) ayant une puissance inférieure à 1 MW, installées à partir des années 2010 :
  - seuil de Yenne de l'aménagement du Belley (en 2011) (UHC#06-BEL),
  - barrage de Sauveterre de l'aménagement d'Avignon (en 2017) (UHC#21-AVI).

En outre, le projet de prolongation de la concession du Rhône à la CNR prévoit (Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2019) :

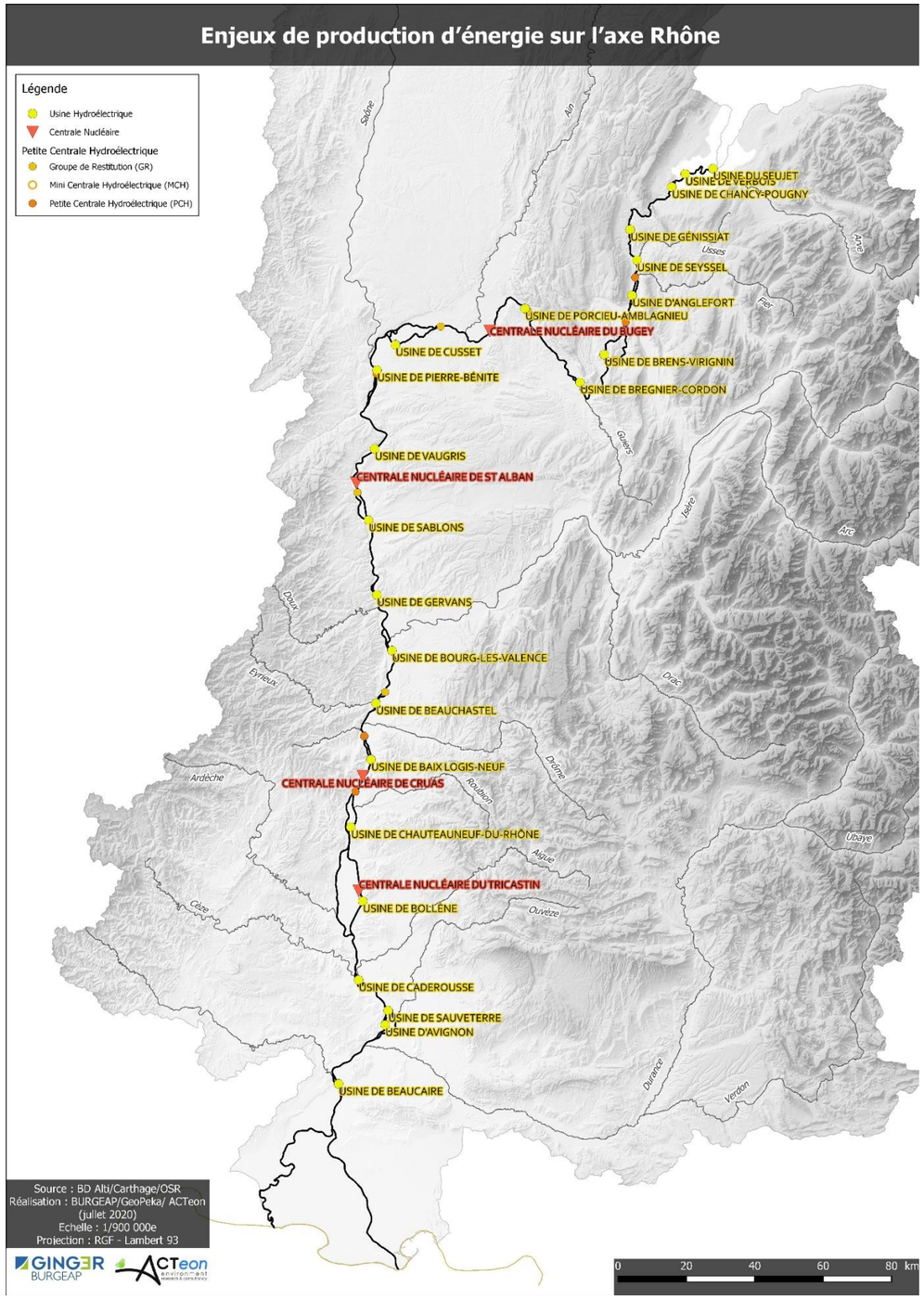
- la construction de 6 PCH supplémentaires sur des barrages existants : Péage de Roussillon, Saint-Vallier, Bourg-lès-Valence, Beauchastel, Donzère-Mondragon, Caderousse ;
- la restauration et l'équipement de 5 seuils le long du Rhône à des fins énergétiques ;
- l'étude et la réalisation éventuelle d'un nouvel aménagement hydroélectrique en amont du confluent de l'Ain ainsi que l'augmentation des capacités de production de l'usine hydroélectrique de Châteauneuf-du-Rhône.

Tableau 41 : Production hydroélectrique sur le Rhône (d'après documentation CNR, 2015 ; actualisé en 2019)

UHC	Aménagements	Mise en service	Sites de production	Exploitant	N°	Puissance installée (MW)	Puissance totale installée (MW)	Prod. annuelle (GWh)	Nb de groupes	% / France (Puissance)	% / France (Production)	Rang France (Puissance)	Rang France (Production)
01-SUI	Seujet-Verbois	1995	Seujet	SIG		5,6	5,6	25	3				
		1943	Verbois	SIG		100,	100,0	466	4				
02-CHP	Chancy-Pougny	1924	Chancy-Pougny	SFMCP		49,	49,0	250	5				
03-GEN	Génissiat	1948	Génissiat (usine)	CNR	1	420,	423,0	1 786	6+2	13,7%	10,8%	1	2
		1948	Génissiat (barrage)			3,0			1				
04-SEY	Seyssel	1951	Seyssel	CNR	2	45,	45,0	166	3	1,5%	1,0%	19	19
05-CHA	Chautagne	1980	Anglefort	CNR	3	90,	95,8	487	2	3,1%	3,0%	12	13
		2012	Motz (PCH)			5,8			1				
06-BEL	Belley	1982	Brens-Virignin	CNR	4	90,	95,5	453	2	3,1%	2,7%	13	14
		2014	Lavours (PCH)			5,0			1				
		2011	Seuil Yenne			0,5			1				
07-BRC	Brégnier-Cordon	1983	Brégnier-Cordon	CNR	5	70,	75,4	324	2	2,4%	2,0%	15	17
		1984	Champagneux			5,4			1				
08-SAB	Sault-Brénaz	1986	Sault-Brénaz	CNR	6	45,	46,3	249	2	1,5%	1,5%	18	18
		1986	Villebois			1,3			1				
09-VUL	-		-	-		-	-	-	-	-	-		
10-ALY	Jons-Cusset	1899	Cusset	EDF		63,	64,5	415	15	2,1%	2,5%	17	15
		1899	Jons			1,5			1				
11-PBN	Pierre-Bénite	1966	Pierre-Bénite	CNR	7	84,	91,4	528	4	3,0%	3,2%	14	12
		2000	Pierre-Bénite (PCH)			7,4			1				
12-VAU	Vaugris	1980	Vaugris	CNR	8	72,	72,0	332	4	2,3%	2,0%	16	16
13-PDR	Péage-de-Roussillon	1977	Sablons	CNR	9	160,	160,7	885	4	5,2%	5,4%	9	8
		1977	St-Pierre-de-Bœuf			0,7			1				
14-STV	Saint-Vallier	1971	Gervans	CNR	10	120,	120,0	668	4	3,9%	4,0%	11	11
15-BLV	Bourg-lès-Valence	1968	Bourg-lès-Valence	CNR	11	180,	180,0	1 082	6	5,8%	6,6%	7	7
16-BEA	Beauchastel	1963	Beauchastel	CNR	12	192,	192,7	1 211	6	6,2%	7,3%	6	6
		1965	Charmes			0,7			1				
17-BLN	Baix-Logis-Neuf	1960	Logis-Neuf	CNR	13	215,	221,7	1 223	6	7,2%	7,4%	4	5
		1991	Le Pouzin			1,0			1				
		2017	Le Pouzin (PCH)			5,7			1				
18-MON	Montélimar	1957	Châteauneuf-du-R.	CNR	14	295,	301,5	1 628	6	9,8%	9,9%	3	3
		2015	Rochemaure (PCH)			6,5			1				
19-DZM	Donzère-Mondragon	1952	Bollène	CNR	15	348,	348,0	2 032	6	11,3%	12,3%	2	1
20-CAD	Caderousse	1975	Caderousse	CNR	16	156,	156,0	843	6	5,1%	5,1%	10	10
21-AVI	Avignon	1973	Avignon	CNR	17	126,	178,7	857	6	5,8%	5,2%	8	9
		1973	Sauveterre			52,			2				
		2017	Sauveterre (MCH)			0,7			1				
22-VAL	Vallabrègues	1970	Beaucaire	CNR	18	210,	218,2	1 269	6	7,1%	8,1%	5	4
		> 2021	Vallabrègues			8,2		63	1				
23-ARL	-	-	-	-	-								
24-GRH	-	-	-	-	-								
25-PRH	-	-	-	-	-								
Total Rhône CNR						**3021,9**	**3021,9**	**16085,8**					
Total Rhône France						**3086,4**	**3086,4**	**16500,8**		100,0%	100,0%		
Total Rhône						**3241,**	**3241,**	**17241,8**					

215,	usine hydroélectrique principale
1,0	groupe de restitution
5,7	petite centrale hydroélectrique récente (PCH)
0,7	mini centrale hydroélectrique récente (MCH)

La PCH de Vallabrègues, en construction à partir de 2021, est intégrée dans le tableau ci-dessus des ouvrages existants en 2019.



Carte 24 : Ouvrages de production d'énergie sur l'axe Rhône

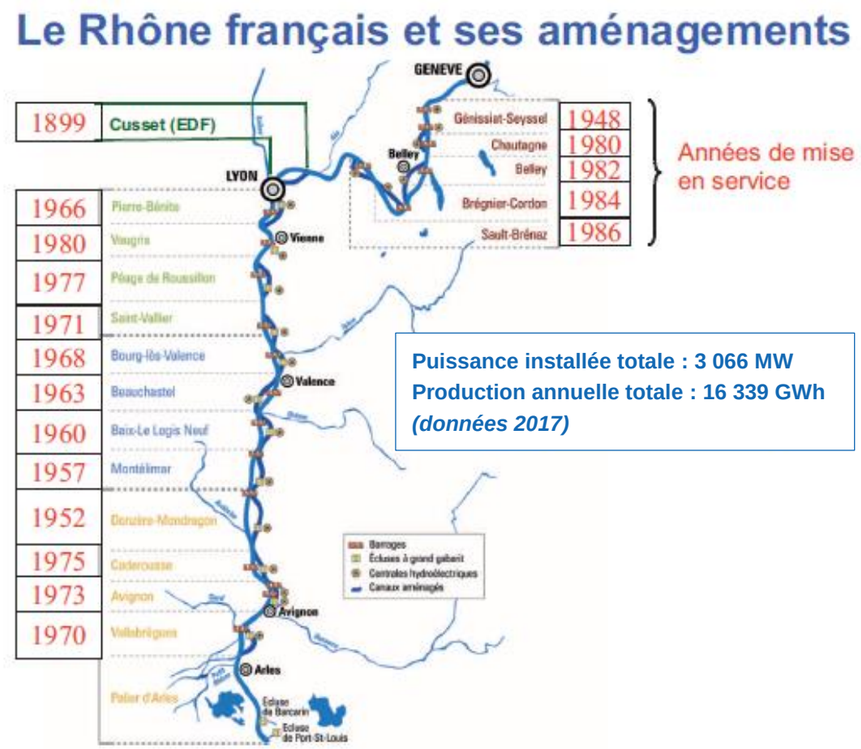


Figure 159 : Les aménagements hydroélectriques sur le Rhône et les dates de mise en service (Source : Doutriaux, 2006)

4.2.3 Données-clés pour la CNR

- **Eléments économiques**

L'hydroélectricité représentant 85 % de la production électrique de la CNR (auxquels viennent s'ajouter l'éolien et le solaire photovoltaïque). Le modèle économique de la CNR est particulier puisque c'est la seule entreprise à reverser à l'Etat une « redevance hydraulique » proportionnelle à son chiffre d'affaire de l'activité. Celle-ci était de 107 M€ en 2017 et a présenté une chute depuis 2012 (185 M€) parallèlement à la baisse des revenus de la vente de l'hydroélectricité. Deux facteurs expliquent cette forte diminution des revenus de l'hydroélectricité : la baisse du prix de l'électricité sur le marché européen et les conditions climatiques défavorables (CNR, 2017).

Tableau 42 : Chiffres-clé économiques de la CNR et de l'hydroélectricité du Rhône (CNR, 2017)

Année	Employés	CA brut (M€)	Dont vente hydroélectricité (M€)	Résultat net (M€)	Redevance hydraulique (M€)	Impôts et taxes (M€)
2012	1372	1400	812	217	185	189
2013	1361	1344	841	211	185	212
2014	NC	1157	664	139	NC	NC
2015	NC	1097	611	105	NC	NC
2016	NC	1056	584	93	NC	NC
2017	1372	1238	446	30	107	NC

NC : information non communiquée

- **Modulation de la production**

La CNR dispose de faibles marges de manœuvre de modulation de la production électrique. Celle-ci se fait essentiellement via l'apport de la chute de Génissiat dont la retenue associée a une capacité de 56 millions de m³ (et retient environ 20,3 millions m³ de sédiments, majoritairement fins) (cf. rapport de Mission 4). Dans la retenue de Génissiat, la tranche utile est de 5,70 m, ce qui représente un volume de 16 millions de m³ environ.

Une modulation de la production électrique a également lieu par les gestionnaires suisses au niveau du lac Léman. Un surplus est stocké dans le lac Léman en période de consommation électrique basse et relâché en périodes de pointe.

La production n'est pas modulée par des opérations de pompage à de fins de stockage. En revanche, l'ouvrage de Génissiat fonctionne avec du marnage/stockage pour optimiser la production en fonction des débits entrants provenant de la partie Suisse.

En aval du barrage de Génissiat, l'éclusée est amortie partiellement dans la retenue de Seyssel (marnage de 5 m environ), elle peut ensuite être turbinée sur les ouvrages du Haut-Rhône jusqu'à Sault-Brénaz.

Chaque ouvrage de la vallée a de plus la possibilité d'assurer un « marnage énergétique » avec une tranche utile de l'ordre de 0,20 à 0,50 m dans les retenues, qui permet d'augmenter le débit en énergie placée (environ 100 m³/s sur 3-4 heures). Si tous les ouvrages sont coordonnés, on peut ainsi procéder à des éclusées cumulatives, et gagner plusieurs centaines de m³/s au bout de la chaîne hydroélectrique. Tout cela est possible grâce à un schéma de téléconduite propre à la CNR. Cette pratique modifie le régime naturel du fleuve et lui donne un régime influencé (cf. Figure 63).

Sur le Rhône aval, chaque ouvrage est autorisé à un marnage de 0,30 à 0,50 m, mais en pratique, la gestion nécessite d'être en mesure de programmer 24h à l'avance (donnée à fournir à RTE) et une première éclusée est nécessaire pour amorcer une chaine de surproduction : celle-ci a lieu en général dans la retenue de Montélimar qui, du fait d'un marnage autorisé à 0,50 m et d'une sur-largeur du lit, permet de générer un sur-débit significatif qui sera turbiné jusqu'à Vallabrègues. Une éclusée peut aussi être déclenchée depuis la retenue de Pierre-Bénite (communication CNR).

4.2.4 Données-clés pour EDF

- **L'aménagement de Cusset**

Le seul aménagement hydraulique concédé à EDF sur le Rhône français est l'aménagement de Cusset, situé dans l'agglomération lyonnaise. Avec une production annuelle de 415 GWh, il représente 2,5 % de la production hydroélectrique sur le Rhône français, ce qui le place au 15ème rang en termes de production parmi les 19 aménagements installés sur le Rhône français. Son exploitation a été confiée à EDF dans le cadre de la loi de nationalisation de l'électricité en 1946 pour 99 ans de concession, qui a été renouvelée en 2002 pour une durée de 40 ans (jusqu'à fin 2041). Sur les 10 dernières années près de 60 millions d'euros d'investissement ont été réalisés. Ainsi, en 2008, l'aménagement a été totalement automatisé et, de 2012 à 2015, la digue du canal de Jonage a été renforcée. La redistribution des redevances de l'aménagement représente environ 2 millions € par an. Une trentaine de salariés travaillent sur le site (site internet EDF).

- **Les aménagements EDF de la basse Isère**

EDF exploite également 5 aménagements hydroélectriques situés sur la basse Isère (Beauvoir, Saint-Hilaire, Pizançon, La Vanelle, Beaumont-Monteux) utilisant la force motrice procurée par la dénivellation d'environ 55 m offerte sur les 60 km du cours d'eau entre Vinay et Beaumont-Monteux. L'exploitation est assurée au fil de l'eau avec possibilité d'éclusées journalières. Les 4 premiers aménagements sont des barrages-usine formant des retenues de quelques millions de m³. Le cinquième aménagement (Beaumont-Monteux) est formé par un barrage créant une retenue de 3.3 millions de m³ et dérivant les eaux vers un canal (d'environ 2 km) alimentant l'usine de Beaumont Monteux. L'Isère suit alors son cours dans un tronçon court-circuité. L'usine de Beaumont-Monteux restitue ces eaux dans l'Isère à environ 5 kilomètres avant sa confluence avec le Rhône. L'Isère, à partir de la centrale de Beaumont-Monteux, est influencée par l'aménagement de Bourg-lès-Valence sur le Rhône. Ce dernier a créé une surélévation des niveaux sur le tronçon terminal de l'Isère par rapport à la situation naturelle (EDF, 2018).

Enfin, la production hydroélectrique d'EDF est assurée par d'autres aménagements installés sur les principaux affluents du Rhône (notamment Arve, Fier, Ain et Durance).

4.2.5 Données-clés pour la SFMCP

La Société des Forces Motrices de Chancy-Pougny (SFMCP), dont sont actionnaires les Services industriels de Genève (majoritaire) et la Compagnie nationale du Rhône, a la charge de l'exploitation du barrage et de l'usine hydro-électrique de Chancy-Pougny. L'aménagement est situé à 20 km en aval de Genève, à cheval sur la frontière entre le canton de Genève (Suisse) et le département de l'Ain (France). Mis en eau en 1924, il s'agit du premier ouvrage franchissant le Rhône que l'on compte au nord du territoire français. Avec une production annuelle moyenne de 250 GWh, il produit l'équivalent de la consommation de 70 000 ménages. La Suisse reçoit 72 % de la production d'électricité et la France 28 %.

Chacun des deux pays avait octroyé des licences d'exploitation des installations à la SFMCP, qui sont venues à expiration le 9 avril 1998. La SFMCP a profité de leur renouvellement pour moderniser l'équipement et pour l'adapter aux changements récents intervenus dans ses conditions d'exploitation. D'importants travaux de rénovation ont été mis en place en 2004-2020. Ceux-ci ont notamment permis d'augmenter le débit d'équipement de l'usine (la puissance de la centrale a été augmentée de 20 %), d'arrêter l'érosion (par incision) du lit du Rhône en aval de Chancy-Pougny, d'installer une passe à poissons. Ce programme de rénovation doit permettre de prolonger d'un demi-siècle au moins la durée de vie du barrage de Chancy-Pougny (site internet ENCE).

4.2.6 Données-clés pour les SIG

Les Services Industriels de Genève (SIG) gèrent les deux barrages hydroélectriques installés sur le Rhône genevois : Seujet et Verbois (UHC#01-SUI).

Le barrage du Seujet construit en 1995, se situe au centre-ville de Genève, proche de la sortie du lac Léman. Il régule le niveau du lac (pour garantir l'accès aux ports et éviter les inondations), module les débits du Rhône afin d'optimiser la production d'électricité à Verbois, et est équipé d'une unité de production électrique. Sa puissance installée est de 5,6 MW, pour une production annuelle moyenne de 25 GWh, ce qui représente 2,8 % de la production électrique de source hydraulique du canton en 2015.

Principal ouvrage hydroélectrique du Rhône genevois, le barrage de Verbois a été inauguré en 1944. Exploité au fil de l'eau, l'usine constitue la plus grande source de production d'énergie électrique du canton de Genève, avec une production annuelle de 466 GWh, soit environ 64 % de production électrique de source hydraulique du canton et 15 % de la consommation.

4.3 Production d'électricité par les centrales nucléaires (CNPE)

4.3.1 Obligations du concessionnaire

Pour les CNPE, les installations relèvent de la réglementation des Installations Nucléaires de Base, faisant l'objet du décret n°63-1228 du 11 décembre 1963 modifié.

Les obligations de bon fonctionnement des ouvrages, de sûreté et de sécurité imposent une surveillance stricte de l'état des prises d'eau qui assurent le refroidissement des installations. En effet, le bon fonctionnement des tranches du point de vue de la production, mais surtout du point de vue de la sûreté, est directement lié au niveau des sédiments présents dans le chenal d'amenée puisqu'il conditionne l'efficacité des circuits de refroidissement. Aussi, l'entretien régulier des ouvrages et des matériels de prise d'eau, et en particulier du chenal d'amenée, constitue une opération nécessaire et importante pour garantir la bonne alimentation en eau de refroidissement du CNPE et une exploitation en toute sûreté. Des opérations de dragages sont initiées dès que les critères de déclenchement sont atteints.

Par ailleurs, les installations de CNPE ont l'obligation de prendre en compte des risques hydrauliques liés aux inondations et à une éventuelle rupture d'un ouvrage hydroélectrique situé en amont. Cet aspect est développé en partie PARTIE C / §.3.1.

Certaines particularités ont été communiquées concernant les 4 CNPE de la vallée du Rhône :

- **Pour le CNPE du Bugey** (UHC#09-VUL), aucune opération de dragage n'est nécessaire compte tenu de la configuration de la prise d'eau (communication EDF) ;
- **Pour le CNPE de St-Alban** (UHC#13-PDR), un plan de gestion décennal de dragage du canal d'amenée et du canal de secours a été établi en 2017 pour 10 ans. Une fiche d'incidences est établie en préalable à chaque intervention. Le nouveau critère de dragage du canal d'amenée est une surface mouillée inférieure à 14 m² sous la cote PBES[32] 135,64 mNGF sur l'un des profils du canal d'amenée. Le référentiel demande à ce que le dragage soit réalisé dans un délai inférieur à 1 an à compter de l'atteinte du critère de 14 m². Le retour d'expérience des dragages précédents montre qu'il est nécessaire de procéder au dragage avec une périodicité de 7 ans environ (pour 20 000 m³ par dragage), afin de conserver des marges suffisantes. Quant au curage du canal de secours, il est demandé par le PBMP[33] Génie Civil avec une périodicité de 3 ans (1 000 m³ par opération) (EDF-CIDEN, 2016 ; ANTEA, 2017) ;
- **Pour le CNPE de Cruas-Meysse** (UHC#18_MON), le plan de gestion a été établi en 2013 et l'autorisation a été délivrée jusqu'en juillet 2025. Une fiche d'incidences est établie à chaque intervention (EDF, 2013) ;
- **Pour le CNPE du Tricastin** (UHC#19-DZM), le plan de gestion en cours date de 2006. Une fiche d'incidences est établie en préalable à chaque intervention. Une actualisation était prévue en 2019-2020 vis-à-vis de l'analyse de l'incidence des dragages du canal d'amenée.

4.3.2 Données-clés des CNPE

La filière électronucléaire est la première filière énergétique du Rhône en termes d'emplois directs et de chiffre d'affaire généré par la revente d'électricité. Elle est répartie entre 4 CNPE (centres nucléaires de production d'électricité) gérés par EDF (Bugey, Saint-Alban, Cruas, Tricastin), le cinquième CNPE (Marcoule) est en cours de déconstruction.

Les CNPE du Rhône font partie des trois plus anciennes générations de réacteurs nucléaires. Le réacteur Bugey-1 fut le premier chantier lancé en France en 1965. En conséquence, ces centrales ont parmi le plus grand nombre d'années d'exploitation au sein du parc Français. Trois d'entre elle sont concernées prochainement par la quatrième visite décennale (dite VD4)[34]. Celle-ci est d'une importance particulière puisqu'elle doit faire l'objet d'une consultation pour décider de la prolongation du fonctionnement des réacteurs.

[32] Plus Basses Eaux de Sécurité
[33] Programmes Locaux de Maintenance Préventive
[34] L'âge des réacteurs est calculé en fonction des années d'exploitation et non à partir de leur date de mise en service.

Les 4 CNPE du Rhône produisent 80 à 90 TWh d'électricité nucléaire, soit 70% environ de l'électricité produite grâce au Rhône. Le tableau ci-dessous indique les puissances et production des centrales et leurs places relatives dans l'électricité produite.

Les CNPE génèrent, en plus de leurs emplois directs, des volumes comparables d'emplois via des prestataires qui assurent des missions ponctuelles ou annuelles. En plus des emplois indirects présentés dans le Tableau 34, les arrêts pour maintenance génèrent entre 600 et 2 000 emplois durant plusieurs mois.

Tableau 43 : Données sur l'âge et les visites d'inspection des CNPE du Rhône (EDF, d'après dossiers de presse des installations)

Nom	Année de la première tranche	Age (en 2018)	N° de prochaine visite décennale	Années de prochaine visite décennale (tous réacteurs)
Bugey	1972	46	VD4	2021-2024
Saint Alban	1986	32	VD3	2020
Cruas	1983	35	VD4*	2025-2026
Tricastin	1980	38	VD4	2020-2025

Excepté le réacteur N°2 (VD3)

Tableau 44 : Puissances et productions des CNPE du Rhône en 2017 (EDF, d'après dossiers de presse des installations)

Nom	Puissance (MW)	% Rhône	% parc nucléaire	Electricité produite (TWh)
Bugey	3 600	26,70%	5,90%	23,9
Saint Alban	2 600	19,28%	4,10%	14,3
Cruas	3 600	26,70%	5,70%	23,8
Tricastin	3 685	27,33%	5,83%	19,2
Total	**13 485**	**100,00%**	**21,53%**	**81,2**

Tableau 45 : Données économiques des CNPE du Rhône en 2017 (EDF, d'après dossiers de presse des installations)

Nom	Emplois directs	Emplois directs + indirects	Fiscalité locale (M€)
Bugey	1 378	1 703	83,0
Saint Alban	789	1 142	69,0
Cruas	1 311	1 811	71,5
Tricastin	1 412	2 012	88,4
Total	**4 890**	**6 668**	**311,9**

4.4 Production d'électricité par les parcs photovoltaïques

La production photovoltaïque en France s'est historiquement développée autour d'application en sites isolés. Depuis 1999, le marché s'oriente également vers les applications dites « raccordées réseau » : particuliers, tertiaires, PME, PMI et logements collectifs. De grandes fermes solaires ont également vu le jour dans des zones géographiques à fort potentiel principalement dans le Sud de la France (EDF, 2020, Le solaire photovoltaïque en chiffres).

En France, la production d'électricité d'origine photovoltaïque est en progression (+ 9,2 % entre 2016 et 2017). En 2017, 9,2 TWh soit 1,7 % de la production totale d'électricité en France sont imputables à l'électricité photovoltaïque (contre 9,2 % pour l'hydroélectricité par exemple). Trois régions se partagent les deux tiers de la production nationale : Nouvelle Aquitaine (2 473 GWh), Occitanie (2 082 GWh) et Provence-Alpes-Côte-d'Azur (1 528 GWh) (RTE, Bilan électrique 2017).

4.4.1 Parcs photovoltaïques CNR

C'est en 2008 que la CNR a mis en service sa première centrale photovoltaïque. Celle-ci a été aménagée sur le toit de la centrale hydroélectrique de Bollène.

En 2019, le CNR dispose de 27 parcs photovoltaïques, générant une puissance totale de 93 MWc (mégawatts-crête) (site internet de la CNR). Parmi ces parcs, 15 sont situés sur des communes le long du linéaire du Rhône (carte ci-dessous) : Valence, Cruas, Les Tourrettes, Donzère, Bollène, Avignon et Beaucaire.

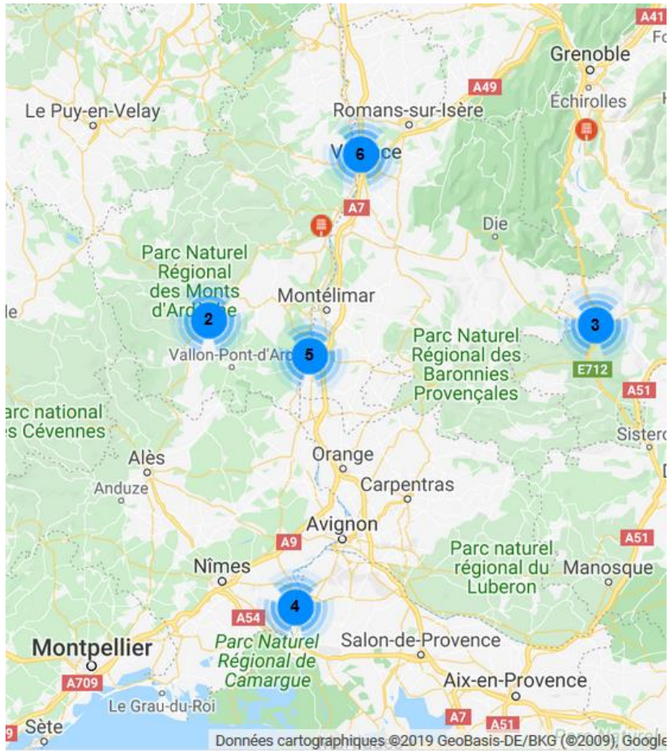


Figure 160 : Localisation des centrales photovoltaïques de la CNR (Source : Site internet de la CNR)

4.4.2 Parcs photovoltaïques EDF

Dans la vallée du Rhône, deux centrales solaires ont été installées par EDF (voir carte ci-dessous) (site internet EDF renouvelables) :

- la centrale solaire d'Aramon, localisée dans l'agglomération du Gard-Rhodanien et installée dans l'enceinte du site d'une centrale thermique en déconstruction. Mise en service en 2019, elle est constituée de 14 000 cellules photovoltaïques, pour une capacité installée est de 5 MWc, soit l'équivalent de la consommation électrique annuelle de 3 480 habitants ;
- le parc solaire de la Fossette, à Fos-sur-Mer, sur un site industriel. Mis en service en 2017, il est composé de 45 000 modules photovoltaïques et permet de fournir en électricité l'équivalent de la consommation de 7 400 personnes (capacité installée de 12 MWc).

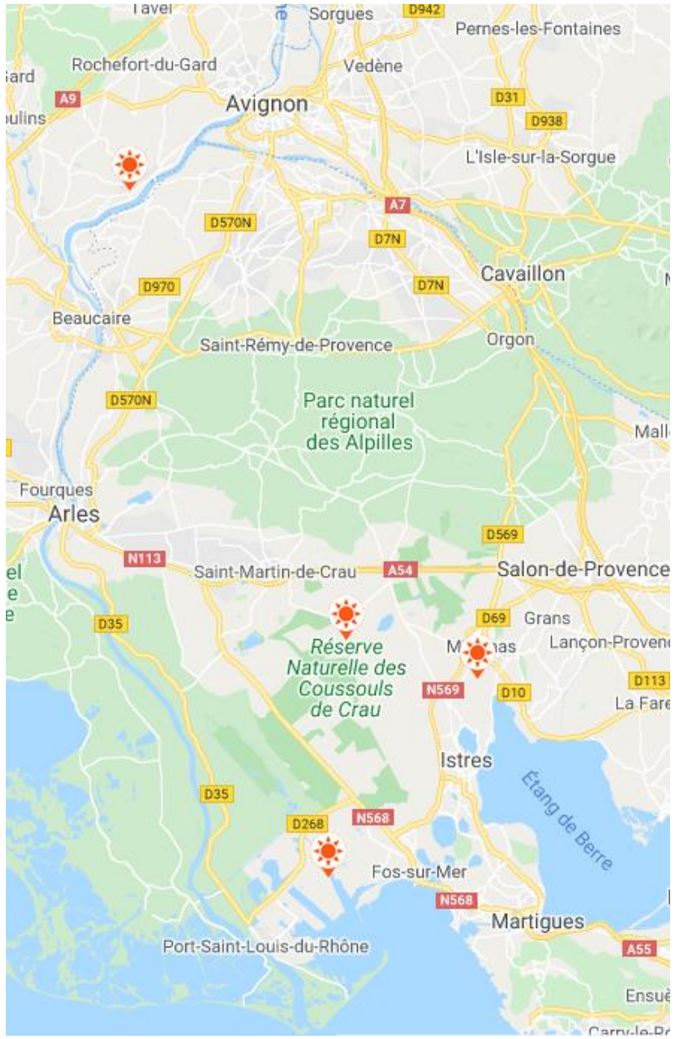


Figure 161 : Localisation des centrales photovoltaïques gérées par EDF (site internet EDF renouvelables)

4.5 Production d'électricité par les parcs éoliens

Le parc éolien français est le quatrième plus important d'Europe avec 13,6 GW de capacités installées en 2017 (derrière l'Allemagne - 108 GW installés, l'Italie - 60,8 GW - et l'Espagne - 51,9 GW). **En 2017**, le parc éolien français a produit 24 TWh soit 4,5% de la production d'électricité nationale (ce qui représente une progression de 14,8 % par rapport à 2016) (RTE, Bilan électrique 2017).

4.5.1 Parcs éoliens CNR

Le premier parc éolien mis en service par la CNR était celui localisé à Fos-sur-Mer, à l'embouchure du Rhône, en 2006.

Aujourd'hui, ce sont 48 parcs éoliens détenus par la CNR, pour une puissance totale de 598,5 MW. Tel que le montre la carte ci-dessous, seuls 7 des 48 parcs éoliens se trouvent sur l'axe du Rhône (site internet de la CNR), à partir de Valence jusqu'à la Méditerranée (voir la figure ci-dessous) :

- La-Motte-de-Galaure, au niveau d'Andance ;
- Planèze, implanté sur la commune de Saint-Georges-les-bains en Ardèche, comporte 5 éoliennes pour une puissance de 11 500 kW, mise en service 2009 ;
- Le Pouzin, à Livron-sur-Drôme, composée de 2 éoliennes, pour une puissance totale de 4 600 kW ;
- Rochefort-en-Valdaine, au niveau de Montélimar, comporte 13 éoliennes d'une puissance totale de 9 750 kW. Ce site a été mis en service en 2004 ;
- Bollène, près de Saint-Paul-Trois-Châteaux, comporte 3 éoliennes d'une puissance totale de 6 900 kW. Ces éoliennes ont été mises en service en 2009 ;
- Beaucaire, implantée sur la commune de Beaucaire, est composé de 5 éoliennes d'une puissance totale de 12 500 kW. Ces éoliennes ont été mises en service en 2006 ;
- Fos-sur-Mer, sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône, est constitué de 12 éoliennes d'une puissance totale de 10 200 kW. Ce site a été mis en service en 2002.

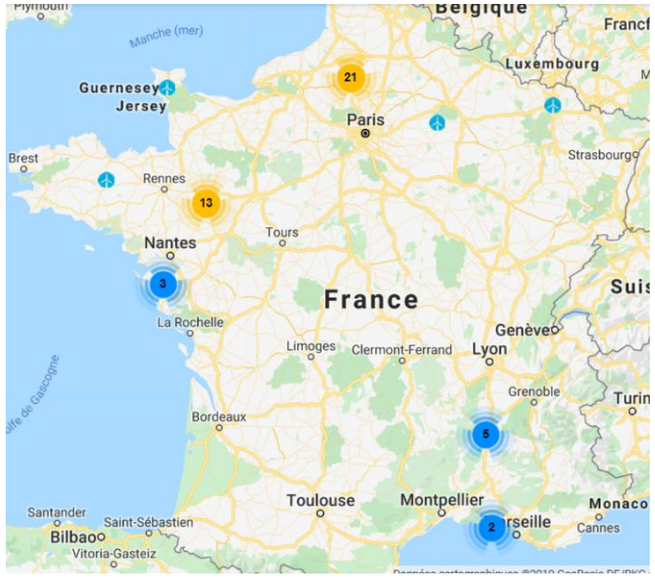


Figure 162 : Localisation des parcs éoliens de la CNR (Source : Site internet de la CNR).

Ces parcs éoliens sont propriétés de la CNR, et plus particulièrement de CN'Air, filière de CNR pour l'énergie éolienne à l'exception du parc éolien de Beaucaire, dont l'opérateur et le propriétaire est Mistral Energie.

4.5.2 Parcs éoliens EDF

D'après le site internet EDF renouvelables, EDF ne possède pas de parcs éoliens dans la vallée du Rhône. On peut toutefois mentionner les 2 éoliennes de Cruas sur le site du CNPE (6 MW).

4.5.3 Perspectives

La CNR est le premier producteur français d'électricité 100 % verte et poursuit son développement dans les énergies renouvelables. Il est prévu de consacrer 160 M€ par an au développement d'actifs hydroélectriques, éoliens et solaires en dehors de leur concession sur le Rhône (site internet de la CNR). L'objectif est d'atteindre en 2020 une puissance installée de 4 GW en France et 300 MW à l'étranger. Néanmoins, les trois projets éoliens en cours (sur le site de Champ Bayon, le site d'Echallon et le site de Charix) ne se trouvent pas à proximité immédiate du linéaire du Rhône (CNR, 2017).

EDF, à travers sa filiale EDF Renouvelables, souhaite développer sa capacité de production d'électricité verte en France et dans le monde. Son « Plan solaire » lancé en 2017, a notamment pour objectif de faire d'EDF le leader du photovoltaïque en France avec 30 % de parts de marché à l'horizon 2035. Peu d'informations sont disponibles sur les perspectives de production d'électricité photovoltaïque et éolienne dans la vallée du Rhône.

5 Les prélèvements et rejets d'eau

5.1 Les principaux usages des prélèvements d'eau

Les prélèvements d'eau peuvent être destinés à plusieurs usages. Ces différents usages peuvent être regroupés en 3 catégories principales (nous ne traiterons pas ici des usages récréatifs et autres usages tels que la réalimentation des milieux souterrains, dont les prélèvements restent faibles, même si la qualité de l'eau est indispensable) :

- la production d'eau potable ;
- les activités industrielles (production d'énergie, climatisation, refroidissement, etc.) ;
- les activités agricoles (irrigation, etc.).

Pour les prises d'eau sur la zone d'étude, deux origines sont identifiées selon leurs usages économiques :

- les eaux souterraines sont prélevées par des puits, des forages ou directement à la source. Les sources et les puits sont utilisés pour l'AEP alors que les forages sont davantage utilisés pour l'irrigation non-gravitaire ;
- les eaux superficielles sont prises dans des étangs, le Rhône et des cours d'eau/canaux.

Les sources de données utilisées sont issues des bases de données Agence de l'Eau pour l'année 2017 (https://rhone-mediterranee.eaufrance.fr/telechargement-des-donnees-de-prelevements).

- **La production d'eau potable**

Les prélèvements pour la production d'eau potable représentent 277 millions de m³ (Tableau 46) dont la majorité est prélevée dans les eaux souterraines (273 millions de m³ environ). L'eau de cette nappe présente une bonne qualité avec des enjeux importants compte tenu de la population alimentée (près 3,7 millions d'habitants, dont 1,4 million pour l'agglomération lyonnaise).

Les eaux souterraines représentent plus de garanties sur le plan hygiénique et sanitaire pour l'AEP. La nappe alluviale du Rhône présente globalement une bonne qualité (ANTEA, SAFEGE, et SEPIA Conseils 2010; AERMC 2010) grâce aux protections naturelles : effet filtre des berges, du lit du fleuve et des sols, capacités d'autoépuration, de dilution et de dispersion au sein des alluvions. Néanmoins, celle-ci n'est pas indemne de contamination car des contaminations (solvants, hydrocarbures, pesticides, nitrates, etc.) historiques ou actuelles sont constatées, du fait des activités économiques (industrielles, artisanales et agricoles). Ces contaminations imposent des suivis précis et des mesures de potabilisation conformes à la réglementation.

- **Les activités industrielles (production d'énergie, climatisation, refroidissement, etc.)**

Parmi les différents secteurs industriels prélevant de l'eau, les activités relatives aux industries nucléaires et de la chimie/pétrochimie sont prédominantes. En effet, le secteur du nucléaire réalise 42 % des prélèvements de l'eau prélevée dans le fleuve et dans les nappes et celui de la chimie 30 %. Outre ces activités, il existe également de nombreuses autres activités industrielles prélevant de l'eau pour le traitement des matériaux (ciment, produits réfractaires, textiles artificiels, papeterie et divers services dont l'élimination des déchets, etc.).

Les prélèvements annuels liés aux activités industrielles sur le Rhône s'élèvent au total à près de 12 000 millions de m³ (Tableau 47). Les volumes les plus importants sont prélevés par le secteur énergétique. La part essentielle des volumes prélevés par ce secteur (hors hydroélectricité) correspond à des circuits ouverts dans lesquels l'eau prélevée en amont des sites de production est rejetée immédiatement en aval après échauffement dans les condenseurs. Une faible partie correspond à des circuits fermés qui rejettent une partie de l'eau réchauffée dans le fleuve par le dispositif de purge et évaporent dans des tours de refroidissement des débits évalués à 0,75 m³/s par tranche nucléaire, soit un débit équivalent à 4,5 m³/s sur l'ensemble du cours du Rhône (Bravard et al. 2010). Ainsi, la restitution dans le Rhône des prélèvements énergétiques est de l'ordre de 99 %.

Tableau 46 : Volumes prélevés par UHC pour l'usage AEP

		Volumes prélevés (milliers m³) pour usage AEP		Estimation du nombre de personnes desservies (pour une consommation de 75 m³/an par personne)
n°	UHC	EAUX SUPERFICIELLES	EAUX SOUTERRAINES	
3	GEN	-	1 202,00	16 027
4	SEY	-	450,60	6 008
5	CHA	-	1 055,70	14 076
6	BEL	-	2 839,70	37 863
7	BRC	-	2 025,30	27 004
8	SAB	-	1 312,40	17 499
9	VUL	-	3 276,60	43 688
10	ALY	3 589,00	96 721,80	1 337 477
11	PBN	-	10 590,30	141 204
12	VAU	-	10 491,70	139 889
13	PDR	-	7 548,30	100 644
14	STV	-	4 030,10	53 735
15	BLV	-	5 801,60	77 355
16	BEA	-	8 978,60	119 715
17	BLN	-	3 069,00	40 920
18	MON	-	2 773,00	36 973
19	DZM	-	9 169,10	122 255
20	CAD	-	9 622,10	128 295
21	AVI	-	23 131,70	308 423
22	VAL	-	35 989,00	479 853
23	ARL	-	10 982,80	146 437
24	PRH	-	8 227,30	109 697
25	GRH	678,60	13 794,60	192 976
TOTAL		**4 267,60**	**273 083,30**	
TOTAL GENERAL			**277 350,90**	**3 698 012**

Tableau 47 : Volumes prélevés par UHC pour les usages industriels

		Volumes prélevés (milliers m³) pour Industrie et autre usage éco*	
n°	UHC	EAUX SUPERFICIELLES	EAUX SOUTERRAINES
3	GEN	-	28,20
4	SEY	-	-
5	CHA	-	4 984,40
6	BEL	-	1 921,80
7	BRC	-	2 589,40
8	SAB	-	861,80
9	VUL	2 362 100,00	2 576,00
10	ALY	-	10 714,60
11	PBN	36 760,20	64 112,60
12	VAU	-	8 806,00
13	PDR	3 668 051,40	69 053,90
14	STV	-	5 985,90
15	BLV	-	1 729,00
16	BEA	-	8 978,30
17	BLN	-	387,00
18	MON	530 090,60	976,20
19	DZM	4 897 709,10	4 583,00
20	CAD	8 693,40	1 474,40
21	AVI	-	8 918,60
22	VAL	85 214,90	3 234,80
23	ARL	40 924,90	622,20
24	PRH	62 248,90	13,80
25	GRH	62 248,90	5 249,40
TOTAL		**11 754 042**	**207 801**
TOTAL GENERAL			**11 961 844**

*Ce terme est celui employé par l'AERMC lorsque la nature des activités n'est pas précisée

Les prélèvements liés aux autres activités industrielles ont un prélèvement théorique de 4,3 m³/s soit un volume modeste par rapport au débit fluvial moyen (Bravard et al. 2010). Une grande partie des prélèvements retourne dans le Rhône, entrainant une pollution plus ou moins importante selon le traitement de l'eau mené. L'agglomération de Lyon ainsi que le Département des Bouches-du-Rhône représentent 60 % des prélèvements d'eau destinés à la production industrielle contre environ 11 % chacun pour les Départements de l'Isère, de la Drôme et du Gard (Bravard et al. 2010).

Le chiffre d'affaires de l'industrie sur le bassin Rhône-Méditerranée est estimé, en 2013, à 215 milliards d'euros créant 804 275 emplois (Comité de bassin Rhône Méditerranée 2013). A titre de comparaison, au niveau national, le chiffre d'affaires de l'industrie est estimé pour la même année à 1 037 milliards d'euros et 3 766 312 emplois (Comité de bassin Rhône Méditerranée 2013).

- **Les activités agricoles (irrigation, etc.)**

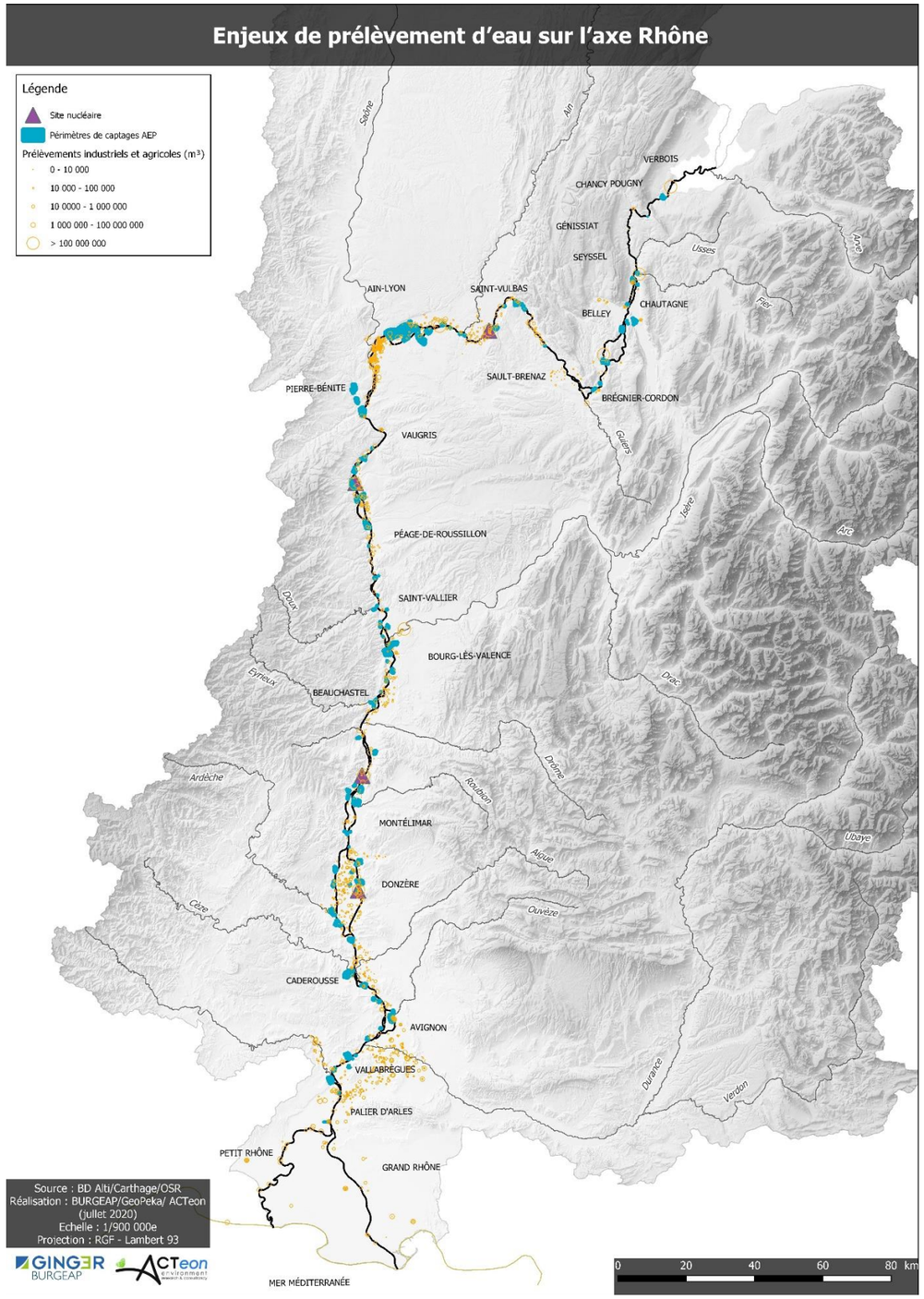
Selon les techniques d'irrigation (gravitaire ou sous pression) et les conditions météorologiques, les prélèvements d'eau pour l'irrigation varient considérablement pour une même culture. Alors que les cultures situées dans le Nord de la France nécessitent une irrigation d'appoint, les cultures du sud ont besoin d'une irrigation de fond. Par exemple, un hectare de maïs va consommer 2 500 m³/an dans la plaine de l'Ain, contre 4 500 m³/an dans la région d'Arles.

Les surfaces irriguées sur les départements bordant le Rhône sont de l'ordre d'environ 125 000 ha. Elles sont en très grande partie liés à l'aménagement du Rhône dont la concession générale a inscrit l'objectif de développement de l'irrigation avec les objectifs de développement de la navigation et de l'hydroélectricité.

L'irrigation dans la vallée du Rhône présente une amélioration des techniques d'irrigation permettant d'économiser de l'eau (Ministère de la transition écologique et solidaire 2019). Cette superficie irriguée représente 6 % des surfaces irriguées en France. L'irrigation est utilisée dans ces départements principalement pour les cultures céréalières (en particulier le maïs et notamment pour le maïs grain et semences), les oléo-protéagineux et les arbres fruitiers (Agreste – Recensements Agricoles, 2010).

Tableau 48 : Volumes prélevés par UHC pour l'irrigation

		Volumes prélevés (milliers m³) pour l'irrigation						
		EAUX SUPERFICIELLES			EAUX SOUTERRAINES			
n°	UHC	Irrigation gravitaire	Irrigation non gravitaire	Canaux	Irrigation gravitaire	Irrigation non gravitaire	Canaux	TOTAL
3	GEN	-	-	-	-	-	-	-
4	SEY	-	-	-	-	-	-	-
5	CHA	-	-	-	91,90	-	-	91,90
6	BEL	-	5,60	-	112,50	122,50	-	240,60
7	BRC	-	93,80	-	16,70	106,30	-	216,80
8	SAB	-	2 208,40	-	-	507,90	-	2 716,30
9	VUL	-	9 020,40	-	-	2 362,00	-	11 382,40
10	ALY	-	5 948,20	-	-	94 790,40	-	100 738,60
11	PBN	-	6 352,80	-	-	913,20	2 223,40	9 489,40
12	VAU	-	1 092,90	-	-	565,20	-	1 658,10
13	PDR	-	106,60	-	6 282,10	-	-	6 388,70
14	STV	140,00	86,10	-	-	4 687,80	-	4 913,90
15	BLV	-	10 314,70	-	1 107,50	-	-	11 422,20
16	BEA	-	7 408,70	-	-	1 179,10	-	8 587,80
17	BLN	-	4 333,70	-	-	733,60	-	5 067,30
18	MON	265,00	12 096,90	-	30,00	204,50	-	12 596,40
19	DZM	1 310,00	8 044,70	5 135,80	-	4 307,90	-	18 798,40
20	CAD	-	1 575,60		692,60	-	-	2 268,20
21	AVI	35 834,30	-	100 995,80	809,20	2 203,10	-	139 842,40
22	VAL	61 642,90	250,30	197 497,70	3 586,30	1 127,40	-	264 104,60
23	ARL	21 414,90	75 355,10	61 457,10	2 675,60	3 491,80	-	164 394,50
24	PRH	20 054,90	77 209,10	80 367,80	813,70	191,90	-	178 637,40
25	GRH	2 384,90	-	8 109,70	1 140,00	3 145,10	-	14 779,70
TOTAL		**143 046,90**	**221 503,60**	**453 563,90**	**17 358,10**	**120 639,70**	**2 223,40**	**958 335,60**
TOTAL GENERAL		**818 114,40**			**140 221,20**			**958 335,60**



Carte 25 : Ouvrages de prélèvement d'eau sur l'axe Rhône

Au total, 958 millions de m³ d'eau sont prélevés chaque année pour l'irrigation sur l'axe Rhône et 3 milliards de m³ sont prélevés par an sur l'ensemble du bassin versant (Ministère de la transition écologique et solidaire, 2019). Les principales prises d'eau d'irrigation sont :

- les prélèvements dans le Vieux Rhône (cf. fiche UHC#11-PBN) par le SMHAR (Syndicat Mixte d'Hydraulique Agricole du Rhône) utilisés directement pour l'irrigation non gravitaire, pour un total 6 352 800 m³ ;
- la prise d'eau de Savasse (cf. fiche UHC#18-MON) pour l'irrigation non-gravitaire, qui représentent 2 902 800 m³ ;
- le canal Bas-Rhône Languedoc (canal BRL ou Philippe-Lamour – cf. fiche UHC#23-ARL), aménagé dans les années 1950, qui permet l'irrigation du sud du département du Gard et de l'est du département de l'Hérault. L'eau du Rhône est la principale source d'alimentation du Réseau Hydraulique Régional (RHR) de la Région Occitanie / Pyrénées-Méditerranée, concédé à BRL qui dispose d'un droit de prélèvement d'au maximum 75 m³/s (site internet du RHR). Le prélèvement de pointe actuel est de l'ordre de 12 m³/s, loin de l'objectif initial (BRL, 2015). Pour la saison d'irrigation de novembre 2018 à octobre 2019, les prélèvements dans le Rhône pour alimenter le RHR se sont élevés à plus de 163 000 000 m³ (soit 27% de plus qu'à la même période au cours de la saison 2017/2018).

Des travaux sont en cours afin d'optimiser les prélèvements destinés à l'irrigation. Par exemple, un projet de modification du dispositif d'irrigation de terres agricoles est envisagé sur le secteur Saint-Benoît et Brégnier-Cordon, pour remplacer un système de batardage et pompage dans un affluent (le Gland).

Le chiffre d'affaires de l'agriculture sur le bassin Rhône-Méditerranée est estimé, en 2013, à 8,6 milliards d'euros créant 147 597 emplois (Comité de bassin Rhône Méditerranée, 2013) . A titre de comparaison, au niveau national le chiffre d'affaires de l'agriculture est estimé pour la même année à 51,3 milliards d'euros et 691 807 emplois (Comité de bassin Rhône Méditerranée, 2013).

5.2 Rejets de stations d'épuration

Tous les rejets des stations d'épuration (STEP) sont réalisés dans un affluent du Rhône ou dans le Rhône lui-même, et parfois dans une retenue endiguée ou dans un canal d'amenée, avec un rejet par pompage comme pour les sites de Valence, Montélimar ou Avignon. Enfin, pour les STEP les plus en aval, les rejets se font également en mer (Fos-sur-Mer et Saintes-Maries-de-la-Mer).

Les rejets les plus importants sont logiquement situés en aval des principales agglomérations : Genève, Lyon, Valence, Avignon.

La mise en place de STEP a pu être importante dans la gestion qualitative des sédiments. Par exemple, la construction de la STEP d'Aïre en 1967 (UHC#01-SUI) a permis de réduire fortement l'impact des chasses suisses en termes de pollutions dans les sédiments. Cependant, il n'existe pas de donnée globale à l'échelle du Rhône pour caractériser ces impacts.

Tableau 49 : Stations d'épuration et capacité par UHC

		Stations d'épuration (STEP)	
n°	UHC	Nombre STEP	Capacité de STEP (EH = équivalent habitants)
1	SUI	3	850 000
2	CHP	6	71 333
3	GEN	15	27 876
4	SEY	6	9 942
5	CHA	7	16 496
6	BEL	20	36 953
7	BRC	16	44 633
8	SAB	12	14 266
9	VUL	12	94 433
10	ALY	13	2 455 830
11	PBN	3	2 287 000
12	VAU	3	173 733
13	PDR	11	124 767
14	STV	11	196 450
15	BLV	9	83 975
16	BEA	7	284 500
17	BLN	6	47 200
18	MON	10	107 525
19	DZM	26	170 830
20	CAD	11	148 400
21	AVI	19	372 640
22	VAL	23	326 000
23	ARL	18	196 300
24	PRH	15	159 300
25	GRH	11	157 633

6 L'exploitation des granulats

6.1 Contexte régional

Aujourd'hui l'Auvergne-Rhône-Alpes est la première région française en termes d'exploitation de carrières et de production de matériaux de construction avec 44,7 millions de tonnes de granulats extraits en 2015 (soit 14 % de la production nationale).

Un schéma régional des carrières, piloté par le préfet de Région, est en cours d'élaboration, conformément à la loi ALUR du 24 mars 2014. Ce schéma prévoit « *de réduire la capacité de production des carrières alluvionnaires en eau de 50 % d'ici 2023* […] *soit 5,6 millions de tonnes*, *obtenue par (1) la fermeture définitive de plusieurs sites pour la moitié des tonnages d'ici à fin 2022 (4 carrières) ; (2) une réduction homogène, pour l'autre moitié, des capacités de production maximale autorisée de l'ordre de 3 % par an dès 2013, pour chaque nouvelle autorisation de carrière en eau dans le cadre du renouvellement ou de l'extension des carrières existantes* » (DREAL Auvergne et Rhône-Alpes, 2014).

En Provence-Alpes-Côte d'Azur, le Schéma des carrières est également en cours de rédaction. Le compte-rendu de la réunion de travail du 28 novembre 2019 synthétisant les éléments discutés au cours de la journée n'évoque pas le point particulier des carrières alluvionnaires.

6.2 Recensement des exploitations de granulats le long du Rhône

Les exploitations de granulats en activité ont été recensées au sein des UHC (cf. Tableau 50) par un simple repérage des gravières et carrières sur photographies aériennes (Géoportail, IGN). L'approche, qui n'est pas basée sur des données administratives, ne peut toutefois pas être qualifiée d'exhaustive.

L'objectif de ce recensement est d'identifier des sites qui pourraient être en interaction actuellement ou dans le futur avec la gestion sédimentaire du fleuve.

Ce recensement permet de constater que :

- Il n'existe plus d'extraction permanente à but commercial dans le Rhône, ses différents bras et ses affluents à l'entrée de la vallée. Cette situation est conforme à l'arrêté d'interdiction d'extraction à but commercial de 1994 ;
- Au-delà des extractions historiques dans le lit du Rhône et recensées en Mission 2, l'étude des UHC met en évidence l'exploitation de nombreuses gravières en lit majeur qui se présentent aujourd'hui sous forme de plans d'eau réhabilités ou abandonnés. Plusieurs UHC, dont certains sont peu actives actuellement en termes d'extractions en lit majeur, l'ont été par le passé : Chautagne (05-CHA), Ain-Lyon (10-ALY), Baix-Le-Logis-Neuf (17-BLN), Montélimar (18-MON), Donzère-Mondragon (19-DZM) ;
- Les extractions actives portent sur des gravières en nappe ou des carrières en terrasses (15 au total). Les exploitations sur d'anciennes terrasses non inondables sont concentrées dans l'UHC de St-Vulbas (UHC#09-VUL) sur 4 sites. Les 11 autres gravières sont situées en lit majeur et potentiellement en zone inondable ;
- Les carrières en falaise situées hors UHC n'ont pas été recensées. Sont mentionnés toutefois 2 sites en falaise dont les matériaux sont valorisés à travers la voie navigable : site Lafarge Ciments à Viviers (UHC#18-MON) et site Lafarge Granulats à Orange (UHC#21-AVI). D'où 15+2=17 sites d'extraction recensés au total ;
- Les gravières en lit majeur portent donc sur 11 sites (1 site pouvant comporter plusieurs gravières) et sont présentes en particulier dans les UHC situées entre Valence et Avignon (BLV, BEA, BLN, MON, DZM, CAD, AVI). Les UHC de Beauchastel, Montélimar et Donzère-Mondragon sont particulièrement actives. Sur le Haut-Rhône, on note uniquement 3 exploitations le long de la retenue de Champagneux (UHC#07-BRC), sur le linéaire de la Chautagne (UHC#05-CHA) et à Pougny dans la queue de retenue du barrage de Génissiat (UHC#03-GEN) ;
- Les extractions actives sont généralement associées à des plateformes d'exploitation. Elles disposent pour certaines d'un accès direct depuis site à la voie navigable du Rhône (cf. Tableau 50) ;
- D'autres sites sont uniquement des plateformes d'exploitation de granulats produits ailleurs (carrière de falaise) ou recyclés. Il s'agit parfois d'anciens sites d'extraction. Certaines de ces plateformes possèdent également des accès à la voie navigable. On compte au total 31 sites de gestion de granulats, dont 11 possèdent un accès direct à la voie navigable ; 7 sites complémentaires « potentiels » sont situés en bordure de la voie navigable et pourraient faire l'objet d'un aménagement de quai ;

Bien que certains d'entre eux soient issus de la gestion sédimentaire du Rhône (par exemple la plateforme de Beauchastel-Etoile est née avec les dragages à la restitution de Beauchastel / 16-BEA), les différents sites d'extraction ou d'exploitation de granulats fonctionnent actuellement avec très peu de lien direct avec la gestion sédimentaire du Rhône. En effet, les extractions portent sur des matériaux alluvionnaires en lit majeur, hors des flux de charriage du Rhône actuel. Toutefois, pour les 11 sites qui utilisent la voie navigable, l'enjeu sédimentaire se traduit par la maintenance des axes de navigation (cf. chapitre 3). Par ailleurs, on notera que certains sites pourraient être utilisés à des fins de stockage intermédiaire lorsque le dragage des sédiments du Rhône nécessite une gestion à terre.

Tableau 50 : Recensement des sites d'extraction active et plateformes de granulats

		Sites d'exploitation de granulats au sein des UHC			
UHC	**Unité**	**Extraction active**	**Plateforme d'exploitation**	**Tronçon homogène**	**Accès direct trafic fluvial**
01-SUI	Seujet-Verbois	-	-	-	-
02-CHP	Chancy-Pougny	-	-	-	-
03-GEN	Génissiat	Gravière de Pougny	Pougny	R	non (p)
04-SEY	Seyssel	-	-	-	-
05-CHA	Chautagne	Gravière Ile de Vions	Culoz	R	non (p)
06-BEL	Belley	-	Yenne	RC	non (p)
07-BRC	Brégnier-Cordon	Gravière Murs-et-Gélignieux	 Bregnier-Cordon	R RC	non (p) non (p)
08-SAB	Sault-Brénaz	-	Bouvesse-Quirieu Creys-Mépieu	R R	oui non
09-VUL	St-Vulbas	Carrière de Tignieu, Carrière de la Combe à St-Romain-de-Jalionas Carrière des Taches à St-Romain-de-Jalionas Carrière de Loyettes	Tignieu St-Romain-de-Jalionas St-Romain-de-Jalionas Loyette	RT* RT* RT* RT*	non non non non
10-ALY	Jons-Cusset	-	Décines-Charpieu	RC	non
11-PBN	Pierre-Bénite	-	Sérézin-du-Rhône	CU	oui
12-VAU	Vaugris	-	Ternay	R	oui
13-PDR	Péage-de-Roussillon	-	Sablons	CU	oui
14-STV	Saint-Vallier	-	-	-	-
15-BLV	Bourg-lès-Valence	Gravières à Châteauneuf-sur-Isère	Châteauneuf-sur-Isère	A	non (p)
16-BEA	Beauchastel	Gravière à Etoile Gravière à Livron sur Rhône	Etoile Beauchastel-Etoile	R R	non oui
17-BLN	Baix-Logis-Neuf	Gravière à Loriol sur Rhône	Loriol sur Rhône	R	non (p)
18-MON	Montélimar	Gravières à Châteauneuf-du-Rhône Carrière Lafarge Ciments (1)	Châteauneuf-du-Rhône Usine Lafarge Ciments Montélimar	RC RC RC	non oui non
19-DZM	Donzère-Mondragon	Gravière à Mondragon Gravières à Donzère	Mondragon Donzère Pierrelatte Bollène St-Paulet-de-Caisson	CU CU RC CU A	oui oui non non non
20-CAD	Caderousse	Gravières à Piolenc	Piolenc	R	oui
21-AVI	Avignon	Carrière en falaise Orange (1)	Orange	R	oui
22-VAL	Vallabrègues	-	Rognonas Montfrin Tarascon	A A RT	non (p) non oui
23-ARL	Palier d'Arles	-	-	-	-
24-GRH	Grand Rhône	-	-	-	-
25-PRH	Petit Rhône	-	-	-	-
Total Rhône		**17**	**31**		

(1) carrière en falaise mentionnée du fait de son accès à la voie navigable

* gravières localisées hors zone inondable sur une terrasse ancienne

R = retenue
CU = canal usinier
RC = Vieux Rhône ou RCC
RT = Rhône total ou libre
A = affluent

(p) = potentiel

7 Les usages touristiques

7.1 Typologie des usages touristiques

Sur la plaine alluviale du Rhône, le secteur touristique participe au développement économique des territoires traversés avec plusieurs équipements structurants qui ont été financés notamment dans le cadre du Plan Rhône sur 2007-2013. C'est le cas, par exemple, de ports et de haltes fluviales, de bases de loisirs nautiques et terrestres ou encore de l'itinéraire cyclable « ViaRhôna, du Léman à la Méditerranée » qui constitue un équipement touristique interrégional à fort potentiel.

Différentes clés de lecture permettent d'analyser ce secteur, en lien avec la gestion sédimentaire :

- **Les activités du tourisme et des loisirs**, qui sont soit directement liées au fleuve et à sa dynamique sédimentaire : usages nautiques, pêche de loisir, etc. ; soit indirectement liées au fleuve : par exemple, des bases de loisirs qui n'ont pas de connexion directe au fleuve, mais qui sont liés à la nappe alluviale, à des affluents ou des annexes du Rhône. Les parties suivantes sont organisées selon trois parties :
  - La pêche ;
  - Les bases de loisirs et usages nautiques ;
  - Le tourisme fluvial (développé en partie 3.3).
- **Les usages terrestres** qui bénéficient du cadre environnemental et paysager fournis par la présence du fleuve, et qui peuvent dépendre de la gestion sédimentaire car concernés par le risque inondation et les dépôts de sable sur les berges.

Remarque : compte tenu de l'absence de données globales sur les aspects touristiques, les données sont inégales selon les types d'activités. A ce titre, la Carte 26 basée sur les données SIG à disposition peut être considérée comme incomplète.

7.2 La pêche

7.2.1 La situation de la pêche en eau douce au niveau national

La pêche en eau douce est divisée en deux grandes catégories :

- La pêche à la ligne souvent pratiquée par des pêcheurs amateurs ;
- La pêche avec des engins et des filets (nasses, sennes, carrelets, carafes, tramails…).

La pêche de loisirs se pratique souvent en famille, en particulier la pêche aux engins (Bravard et al. 2010). Néanmoins, la pratique de la pêche amateure aux engins et filets est en diminution. Ces pêcheurs amateurs doivent acheter une carte de pêche, qui constitue un droit d'accès et d'exercice sur les territoires de pêche. Les pêcheurs professionnels sont quant à eux les seuls autorisés à vendre leurs produits avec un nombre plus important d'engins.

En France, le Domaine Public fluvial (DPF) est divisé en 22 secteurs auxquels sont ajoutés les trois lacs alpins (Bourget, Léman, Annecy) et chaque secteur est subdivisé en « lot » de pêche (selon les tronçons de cours d'eau). Depuis 1988, pour tous les pêcheurs aux engins et aux filets du domaine public fluvial - loisirs et professionnels - doivent déclarer leurs captures (poissons et crustacés) réalisées à l'aide d'engin ou de filet. Le travail réalisé sur les cours d'eau du bassin du Rhône avec des pêcheurs volontaires, est en partie à l'origine des principes mis en œuvre pour le suivi national de la pêche de la pêche aux engins et filets. L'ONEMA (aujourd'hui OFB) depuis 1999 est chargé d'établir des procès-verbaux en cas de non-respect de la réglementation de la pêche et de collecter les données de pêche auprès des pêcheurs aux engins dans le cadre du Suivi National de la Pêche aux Engins (SNPE). Depuis 2010, les directions départementales des territoires sont devenues les principaux gestionnaires.

Lors de la mise en place en 2008 du plan national d'actions sur les PCB[35], à l'issue des premières actions de connaissance, des Départements ont mis en place des mesures d'interdictions de consommation de poissons. Cette situation s'est traduite surtout dans l'Est de la France par une chute de la pratique et des déclarations (ONEMA, 2014). Entre 2003 et 2012, sur les 22 secteurs du DPF, 6 137 pêcheurs ont déclaré leur capture et parmi eux, 5 734 sont des pêcheurs amateurs et seulement 403 professionnels, soit à peine 7 % des pêcheurs français en eau douce. De plus, sur cette période le nombre de pêcheurs à considérablement diminué (malgré un pic en 2006) : il passe de 312 pêcheurs professionnels en 2003 à 149 en 2012 (soit une diminution de 52 %) et pour les pêcheurs amateurs il passe de 2 062 en 2003 à 862 en 2012 (soit une diminution de 58%).

Pour les sorties de pêche, les pêcheurs amateurs comptabilisent plus de sorties compte tenu de leur plus grand nombre. En effet, sur la période 2003-2012, 307 312 sorties ont été déclarées : 99 338 sorties par les pêcheurs professionnels et 207 974 sorties par les pêcheurs amateurs (ONEMA, 2013). En à peine trois ans (de 2006 à 2009), le nombre de sorties de pêche (correspondant à un jour de pêche ou à une marée avec ou sans capture) déclarées par an pour la pêche de loisirs a chuté de plus de deux tiers (passant de 30 125 sorties en 2003 à 8 252 en 2012) et comme pour la pêche professionnelle (avec 19 290 sorties en 2003 contre 5 418 en 2012) (ONEMA, 2014)

Cette diminution des sorties de pêche s'accompagne d'une diminution des quantités pêchées qui touche la quasi-totalité des taxons[36] que ce soit pour les pêcheurs amateurs – qui déclarent la pêche de 64 taxons – ou pour les professionnels déclarant pêcher 38 taxons. En effet, sur la période 2003-2012, parmi les dix taxons présentant la fréquence de capture la plus importante, six sont pêchés en commun par les professionnels et les amateurs, même s'ils ressortent dans un ordre différent : le sandre, la lamproie, le silure glane, l'alose, l'anguille jaune et le gardon. Les pêcheurs professionnels capturent le plus souvent le sandre et les taxons qui diffèrent avec les pêcheurs amateurs sont la civelle, l'ablette, les grands cyprinidés et la carpe. Les pêcheurs amateurs capturent en majorité l'anguille jaune. Les taxons qui diffèrent de la liste des professionnels sont les mugilidés, la brème, le barbeau et la perche (ONEMA, 2014)

7.2.2 La situation de la pêche en eau douce sur le Rhône

La faune piscicole du Rhône est moins riche que certains autres fleuves, tels que le Rhin ou le Danube, compte tenu de l'histoire du bassin versant, en particulier les périodes de glaciation. Au début du 20ème siècle, le Rhône compte plus de 60 espèces dont une qui est endémique au bassin, l'apron (Bravard et al., 2010). Depuis, des espèces ont disparu dans la seconde moitié du 20ème siècle, telles que l'esturgeon dans les années 70 dû à la surpêche et à la construction de barrages (de Donzère puis celui de Beaucaire) et l'apron tend à se maintenir difficilement. Aujourd'hui, on dénombre environ 50 espèces du peuplement dulçaquicole avec des espèces natives et une quinzaine d'espèces introduites telle que le hotu, le poisson-chat et la perche-soleil. Afin de garantir une gestion raisonnée de la population de poissons pêchés, des lâchés réguliers de spécimens d'élevage sont ainsi pratiqués pour garantir la pérennité des différentes espèces et une quantité satisfaisante pour les pêcheurs. De plus, une partie de la redevance du permis de pêche est consacrée au financement de l'entretien des zones de frai et à l'alevinage.

En parallèle de ces changements, et tout comme au niveau national, la pêche professionnelle et de loisirs sur le Rhône a fortement diminué, en particulier du fait des arrêtés préfectoraux interdisant la consommation et la commercialisation de certaines espèces de poissons pêchés dans certains cours d'eau, canaux et plans d'eau du bassin Rhône-Méditerranée, notamment du Rhône, en raison de la contamination par les PCB (provenant en grande partie des industries le long du Rhône). Par exemple, en septembre 2005 la pêche professionnelle a été interdite au niveau de Lyon puis s'est ensuite étendue progressivement à l'aval jusqu'à l'embouchure en 2007 l'apron (Bravard et al., 2010).

En 2010, on pouvait faire le constat qu'une grande partie de la pêche était pratiquée par des pêcheurs de loisirs car il restait alors moins de vingt pêcheurs professionnels en activité sur le Rhône l'apron (Bravard et al. 2010). Plusieurs raisons peuvent expliquer ce faible nombre de pêcheurs – outre la pollution par les PCB et les interdits préfectoraux – tels que les aménagements sur le fleuve (digues, barrages, centrale hydroélectriques…) ainsi que la fréquentation du transport fluvial (commercial et touristique). Une contrainte supplémentaire pour les pêcheurs professionnels vient s'additionner à cela : la difficulté de garantir une production régulière et donc une commercialisation continue.

[35] Pour en savoir davantage, consultez le site www.pollutions.eaufrance.fr/pcb/

36 Le taxon peut correspondre à une espèce (par exemple, le gardon), un groupe d'espèces (par exemple, les carnassiers), une famille (par exemple, les cyprinidés) ou un groupe « métier » (par exemple, la friture de cyprinidés). (ONEMA, 2016)

La pêche professionnelle est aujourd'hui principalement localisée dans la Saône aval, dans les grands lacs alpins (Annecy, Bourget et Léman) et dans les lagunes méditerranéennes.

Peu de chiffres sont disponibles sur le Rhône pour la pêche professionnelle dû au très faible nombre de pêcheur. Sur la Saône aval en 2012, nous comptabilisions 9 pêcheurs professionnels avec un total de 184 sorties sectorielles et nationales des captures déclarées (et 87 sorties par pêcheur par an, soit 9 % des sorties nationales) contre 1 677 sorties en 2003 (soit 3 % des sorties nationales) (ONEMA, 2014). Pour la pêche amateure, le Rhône amont comptabilise 86 pêcheurs (dont 47 sur le Rhône amont) et 137 pêcheurs amateurs sur la Saône (dont 93 sur la Saône aval). Tout comme pour les pêcheurs professionnels, le nombre de sorties a considérablement diminué en 10 ans (graphique ci-dessous).

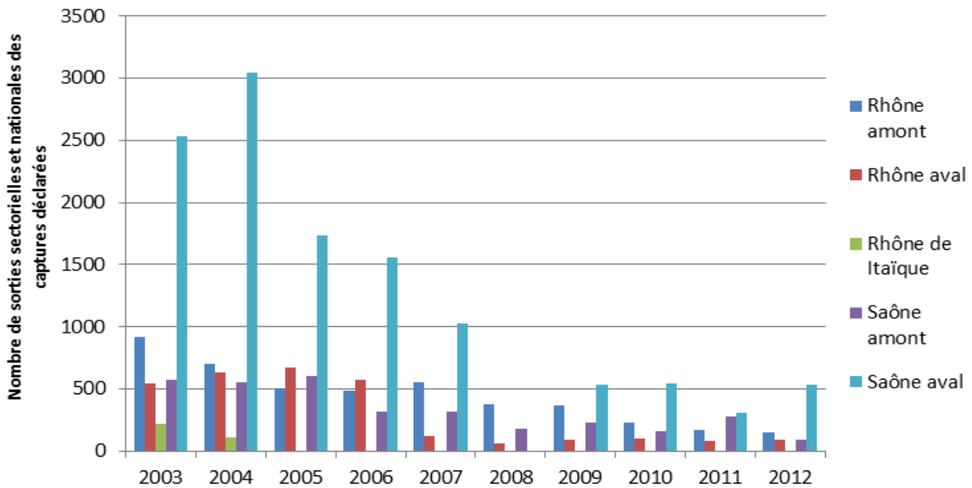


Figure 163 : Evolution en 10 ans du nombre de sorties sur le Rhône et la Saône déclarées par les pêcheurs amateurs (Source : ONEMA, 2014)

Souvent la coexistence des pêcheurs aux lignes et des pêcheurs aux engins – amateurs ou professionnels – est conflictuelle, mais sur le Rhône la situation est plutôt calme. Ce contexte résulte du fait du partage des secteurs avec des endroits privilégiés par les pêcheurs à la ligne, tel qu'aux abords des centrales hydroélectriques, qui sont délaissés par les pêcheurs aux engins et inversement. La capture par unité de pêche est en moyenne – quelle que soit la pratique - sur l'ensemble du Rhône de 7 kg/j pour les amateurs et de 45 kg/j pour les professionnels, soit respectivement 88 kg/an et 2 217 kg/an selon le nombre de jours de pêche autorisée.

En plus des services de l'Etat qui interviennent pour gérer la pêche, les pêcheurs sur le Rhône sont organisés en associations en fonction du type de pêche pratiquée et du secteur de pêche :

- Les pêcheurs professionnels sur le Rhône sont représentés par deux associations selon leur localisation : une pour les pêcheurs sur le Rhône aval et Méditerranée et une autre pour les pêcheurs du Haut Rhône ;
- Les pêcheurs amateurs aux engins sont organisés en associations qui sont intégrées aux fédérations départementales des associations agréées de pêche et de protection du milieu aquatique (FDAAPPMA).

La pêche génère une activité économique car le matériel est sophistiqué et les accessoires sont élaborés pour des pratiques précises. De plus, des écoles de pêche dispensent des cours d'apprentissage de techniques et la découverte de l'environnement fluvial. Des associations organisent aussi des concours, des « safaris » truite, alose, silure, etc. qui confèrent à la pêche une dimension compétitive (ONEMA, 2014)

Le chiffre d'affaires de la pêche de loisir continentale sur le bassin Rhône-Méditerranée est estimé, en 2013, à 14 millions d'euros (selon les recettes des cartes de pêche en 2011) (AERMC, 2013). A titre de comparaison, au niveau national celui-ci est estimé pour la même année à 58 millions d'euros.

Pour la pêche professionnelle fluviale, le chiffre d'affaires sur le bassin Rhône-Méditerranée est estimé, en 2013, à 4 millions d'euros avec 108 ETP (Comité de bassin Rhône Méditerranée 2013). A titre de comparaison, au niveau national le chiffre d'affaires de la pêche professionnelle fluviale est estimé pour la même année à 10 millions d'euros comprenant 391 ETP.

7.3 Les bases de loisirs et usages nautiques

De nombreux usages touristiques et de loisirs liés à la voie d'eau sont présents sur le Rhône. En effet, les effectifs croissants des kayakistes, nageurs, jouteurs et plaisanciers sur le Rhône témoignent de l'attractivité du fleuve et de ces activités. Il s'ajoute à cela aujourd'hui des usages nouveaux (comme la traversée du Rhône à nage palmée à Lyon ou le téléski nautique aux Roches-de-Condrieu).

Les sites phares pour pratiquer certaines de ces activités comprennent le Grand Parc de Miribel-Jonage, les bases de loisirs des Roches-de-Condrieu, de l'Epervière (Valence) et de la Barthelasse (Avignon) (Bravard et al., 2010). Le Rhône comprend également plusieurs bassins de joute qui ont une implantation historique ou réaménagée après les aménagements hydroélectriques, notamment dans le linéaire entre Lyon et Valence. Compte tenu de leur configuration relativement fermée et/ou influencée par un ouvrage en aval, ces sites sont sensibles à la sédimentation par des fines. Ainsi, quatre bassins font l'objet d'un entretien par dragage : Vernaison (UHC#11-PBN), Grigny (UHC#11-PBN), Serrières (UHC#13-PDR), Valence (UHC#15-BLV).

En 2013, le bassin Rhône-Méditerranée comptait 4 160 sites de pratique pour 6 650 activités pratiquées ; 1 700 clubs pour 143 000 licenciés et 6 100 éducateurs déclarés diplômés pour encadrer les pratiques sportives liées à l'eau (Comité de bassin Rhône Méditerranée 2013). Ainsi, l'essor des activités de loisirs nautiques sur le Rhône reste conditionné par plusieurs facteurs : l'image du fleuve garantie par la qualité physique du milieu et l'accessibilité du fleuve (conditions d'accueil et équipements présents). Aujourd'hui, le nombre insuffisant de sites de baignade ou de rampes de mise à l'eau représentent des freins à l'utilisation du fleuve à des fins de loisirs (Bravard et al. 2010).

7.4 Les usages terrestres

Les usages terrestres comprennent : le vélo, le roller, la promenade, la randonnée, la pêche…

Les véloroutes, qui viennent superposer un usage cycliste au domaine public fluvial, font l'objet d'une convention de superposition de gestion au bénéfice des collectivités qui ont souhaité aménager et entretenir ces véloroutes (conseils départementaux et communautés de communes principalement).

En parallèle, le projet ViaRhôna, qui a vu le jour au début des années 2000 et dont l'achèvement est prévu en 2020, propose un itinéraire cycliste sur 815 km en France et 1 115 km en comptant la Suisse, à l'échelle du parcours du fleuve Rhône. 65 % du parcours est situé à proximité immédiate du Rhône.

Cet itinéraire alterne deux modes de circulation :

- En voie verte sécurisée, dédiée uniquement aux cyclistes et aux modes de déplacement non motorisés ;
- En véloroute, sur des routes secondaires partagées avec les automobilistes, mais majoritairement peu fréquentées.

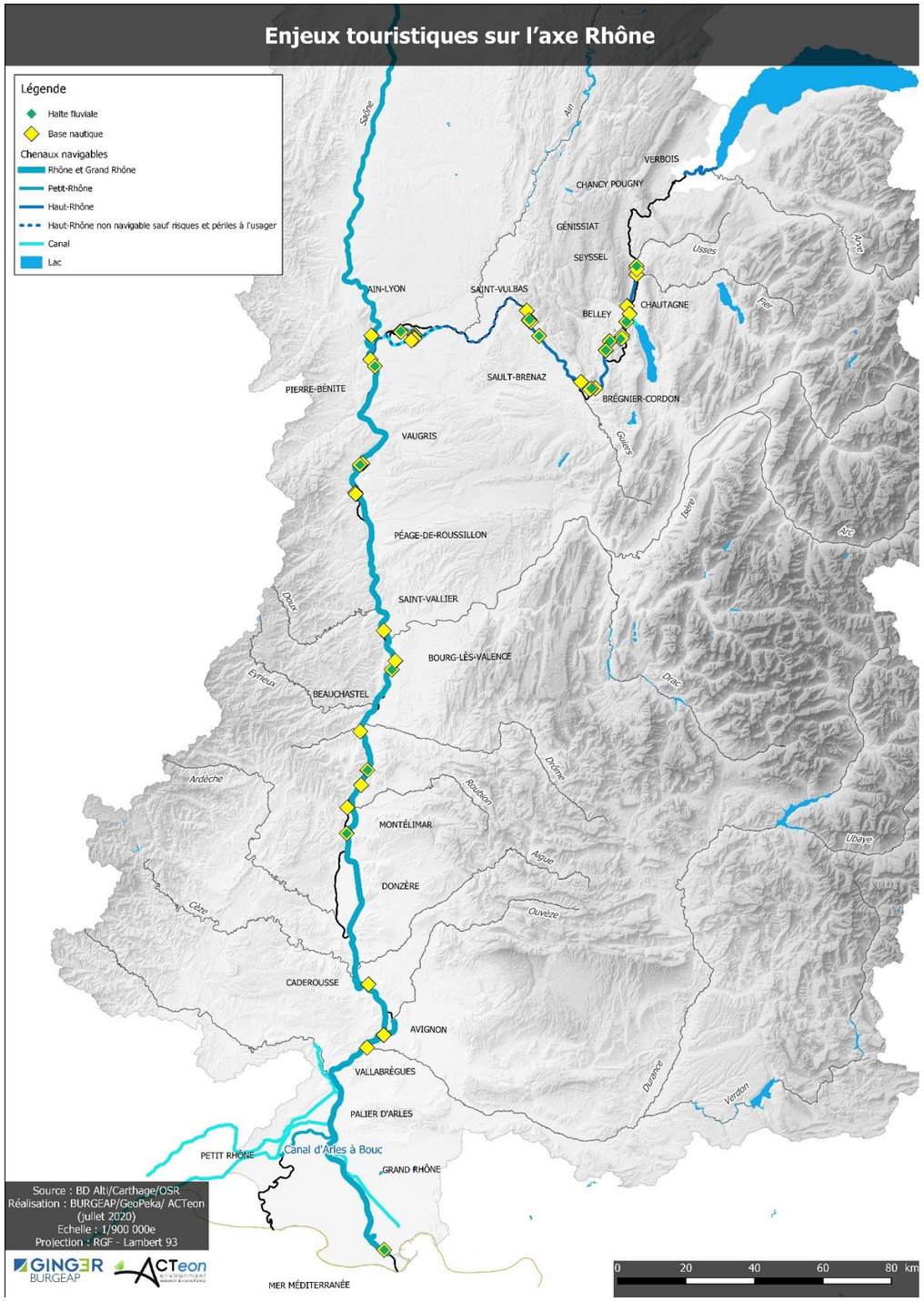
Des étapes sont proposées à différents endroits clés et des partenariats se sont montés avec des prestataires qui proposent divers services aux voyageurs (VIARHONA 2018). Ainsi, cette offre fait tourner une économie en parallèle. A titre d'exemple, l'équivalent de 150 794 lits touristiques est proposé sur l'itinéraire, pour une densité totale de 35 lits/km^2 au total (INDIGGO 2015b). Le nombre moyen de passages par an était estimé en 2015 de 40 à 70 000 sur quelques secteurs ruraux étudiés (INDIGGO, 2015a)

VNF souhaite mettre à disposition son domaine et ses maisons éclusières pour le développement touristique de la voie d'eau et de ses abords. Dans ce cadre, un appel à projet de valorisation touristique est lancé en 2018-2020 sur une sélection de maisons en lien avec les véloroutes EV6 et V50 (VNF, 2017).

Enfin, de nombreux évènements sont organisés le long du Rhône, tel que les fêtes du Rhône en recrudescence (à Givors, Vienne, Bourg-lès-Valence, Donzère, Avignon), qui proposent des programmes qui associent temps festifs (joutes, défilé, feux d'artifice, bal, guinguette) et pratique du fleuve (croisière, baptême, initiation, démonstration). Ces nouvelles modalités de loisir allient pratiques récréatives et découvertes du milieu.

Le tourisme fluvial n'a pas fait l'objet d'estimation globale sur le bassin Rhône Saône mais il est à noter que pour les itinéraires cyclables, 24 % des usagers sont des touristes qui dépensent en moyenne 70€ / jour, soit une estimation des retombées économiques de 23 000 € / km / an.

Le chiffre d'affaires des loisirs liés à l'eau sur le bassin Rhône-Méditerranée est estimé, en 2013, à 143 millions d'euros créant 6 500 emplois (estimations basées sur les clubs/licences) (Comité de bassin Rhône Méditerranée 2013). A titre de comparaison, au niveau national le chiffre d'affaires des loisirs liés à l'eau est estimé pour la même année à 475 millions d'euros et 21 650 emplois (Comité de bassin Rhône Méditerranée 2013).



Carte 26 : Equipements à vocation touristique sur l'axe Rhône

8 Les enjeux sédimentaires liés aux usages socio-économiques

8.1 Cadre général

L'aménagement du fleuve au cours de ces derniers siècles, les extractions de granulats, l'aménagement des linéaires des affluents, les modifications de l'occupation du sol dans le bassin versant, les évolutions climatiques, sont autant de paramètres qui ont modifié les dynamiques sédimentaires du fleuve et de ses affluents (la production, le transfert et les conditions de dépôt de la charge sédimentaire du fleuve) et qui conduisent aujourd'hui à devoir gérer les sédiments sur environ 301 sites répartis sur le linéaire du fleuve. Sur ces 301 sites identifiés dans le rapport de Mission 4, 263 ont été actifs entre 1995 et 2018 pour un volume total de 20,3 hm³ (cf. rapport de Mission 4).

Le coût total des opérations – pour celles qui sont renseignées (787 opérations, 17,1 hm³) – est de 120,4 M€HT sur 1995-2018, soit environ 5 M€HT/an, et pour un coût moyen de 7 €HT/m³.

En complément, les opérations de chasse suisses et d'accompagnement de ces chasses sur le Haut-Rhône (APAVER), qui ont lieu tous les 3 ou 4 ans, avec un coût pour la CNR de l'ordre de 5 à 6 M€ par opération.

Cette partie vise à établir les enjeux sédimentaires liés aux usages socio-économiques dont l'état actuel a été développé dans les parties précédentes (chapitres 3 à 7 de la PARTIE D). Sont décrits ici les enjeux sédimentaires qui sont à l'origine d'un déclenchement d'actions de gestion sédimentaire (dragage, chasse, etc.). Il ne s'agit pas de décrire les impacts de ces mêmes actions de gestion sédimentaire sur les usages socio-économiques, ce qui est le rôle de la Mission 4.

Ces enjeux sédimentaires concernent :

- La navigation (N) ;
- La production d'énergie : hydroélectrique (H), nucléaire (C), photovoltaïque (PV), éolienne (EO) ;
- Les prélèvements et rejets d'eau (P) ;
- L'exploitation des granulats (G) ;
- Les usages touristiques, les activités de loisirs (L).

L'analyse des enjeux est menée et illustrée à l'échelle des tronçons types du Rhône (Figure 164) en essayant de mettre en évidence des tendances générales ou au contraire des cas particuliers :

- R : la retenue (incluant le barrage de retenue) ;
- CU : le canal usinier (incluant le barrage-usine-écluse / UE) ;
- RC : le Vieux Rhône ou Rhône court-circuité (RCC) ;
- RT : le Rhône total (ou Rhône libre).

Lorsque l'ouvrage hydroélectrique ne présente pas de dérivation (Seujet, Verbois, Chancy-Pougny, Génissiat, Seyssel, Vaugris), les entités CU (canal usinier) et RC (Vieux Rhône) sont absentes et le barrage de retenue coïncide avec le barrage-usine(-écluse).

Ainsi, avec les codes d'usages et les codes de tronçons homogènes, une codification de type d'enjeux sédimentaires peut être mise en place : par exemple, le premier type d'enjeu pour la « navigation / N » dans une « retenue / R » sera codifié (R.N1). Les schémas figurant dans chacune des sous-parties illustrent ces différentes configurations (voir par exemple Figure 174).

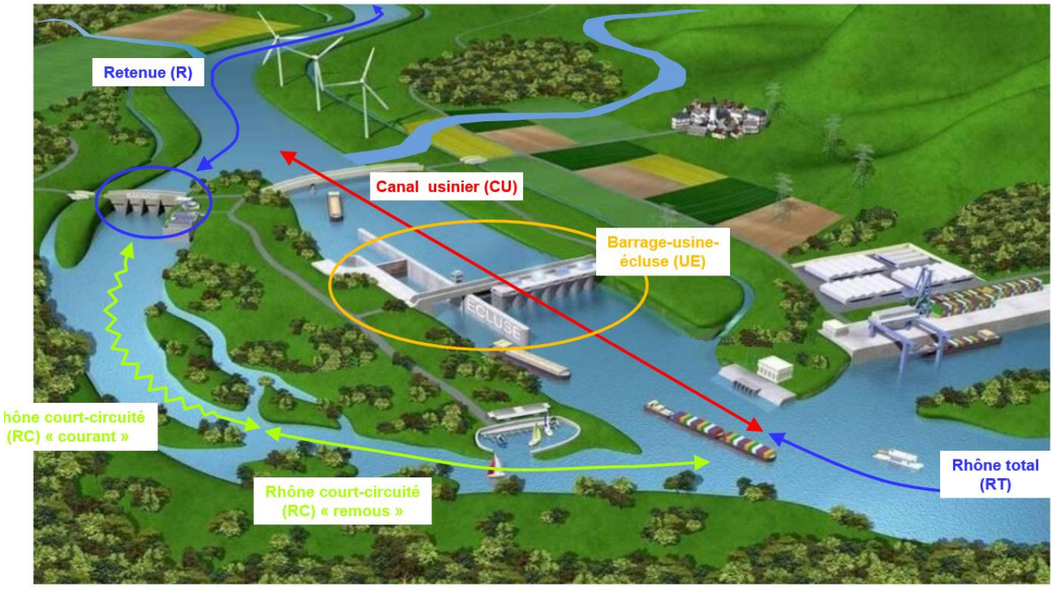


Figure 164 : Sectorisation en tronçon homogènes types

8.2 Enjeux sédimentaires liés à la navigation

8.2.1 Analyse préalable des enjeux

Les enjeux sédimentaires liés à la navigation résultent 1) du fonctionnement hydrosédimentaire du Rhône et 2) de la nécessité d'assurer les conditions nécessaires à la navigation selon les cahiers des charges des gestionnaires/concessionnaires (cf. §.3.1.2). Un enjeu pour la navigation est supposé apparaître quand le fonctionnement hydrosédimentaire, typiquement un dépôt de sédiments, menace les conditions définies pour l'usage navigation (profondeur de mouillage, largeur de chenal de navigation, etc.).

Globalement, l'axe du Rhône peut être scindé en 2 parties : d'une part le Rhône entre Lyon et la Méditerranée, y compris le Petit Rhône jusqu'à l'écluse de St-Gilles (navigation marchande et de plaisance), et d'autre part le Haut-Rhône (navigation de plaisance).

Le fonctionnement hydrosédimentaire du Rhône est étroitement lié à la présence des aménagements hydroélectriques et de navigation de la vallée. Chaque portion de parcours de navigation est soumise à des fonctionnements morphologiques différenciés, issus du diagnostic de Mission 2, et qui sont synthétisés par la suite.

Concernant les obligations des gestionnaires/concessionnaires, les éléments les plus importants sont interprétés ci-dessous en termes de fonctionnement hydrosédimentaire, notamment en lien avec les gabarits de voie navigable (cf. §.3.1.3) :

Tableau 51 : Synthèse des obligations techniques pour la navigation

Lieu de navigation	Conditions nécessaires à la navigation en lien avec le fonctionnement hydrosédimentaire
Navigation dans le chenal navigable (tout linéaire)	• hauteur de mouillage • largeur de chenal de navigation
Navigation dans le chenal navigable (spécificité des retenues)	• respect des consignes de niveau d'eau et de vitesse d'écoulement (2 m/s) dans les retenues jusqu'aux conditions de restriction de navigation en période de crue (RNPC)
Accès aux écluses et garages d'écluses	• hauteur de mouillage • manœuvrabilité des écluses
Accès aux ports, darses, bassins de retournement, embouquement	• hauteur de mouillage • maintien d'un gabarit suffisant des sections de contrôle pour assurer le cas échéant le débit entrant ou le débit sortant
Accès aux quais, haltes fluviales, débarcadères	• hauteur de mouillage

La hauteur de mouillage à garantir en étiage dans le chenal de navigation est définie comme suit : 3 m pour le Rhône de Lyon au port d'Arles-Nord puis 4,25 m en aval d'Arles ; 2,50 m pour le Petit Rhône (3 m en projet), de la diffluence à l'écluse de Saint-Gilles ; 1,80 m à 2,20 m sur le Haut-Rhône (gabarit Freycinet).

Ces conditions de mouillages sont récapitulées dans un Règlement Particulier de Police[37] (RPP itinéraire) qui est régulièrement actualisé.

Lorsque les conditions de mouillage ou de largeur de chenal ne sont plus remplies, il est nécessaire d'intervenir sous forme de dragage.

En effet, l'accumulation de sédiments dans le cours d'eau induit une diminution de la profondeur des eaux, rendant ainsi la navigation très difficile, voire impossible, et pouvant causer par ailleurs des questions de sécurité (par exemple si une embarcation devait s'échouer sur un banc).

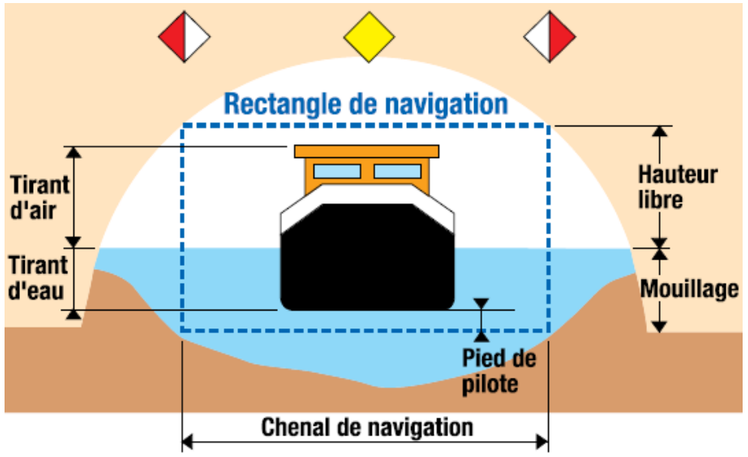


Figure 165 : Schématisation des gabarits à garantir dans le chenal navigable

8.2.2 Exemples d'enjeux liés à la navigation

Un parcours de navigation sur le Rhône peut amener à emprunter des chemins hydrauliques aux fonctionnements hydrosédimentaires très différenciés. Par la suite, trois exemples caractéristiques sont pris pour illustrer les situations et définir une typologie des segments de voie navigable et de leur tendance sédimentaire :

- **navire fluviomaritime sur le Rhône aval** ralliant le port de Beaucaire (UHC#23-ARL) depuis le golfe de Fos-sur-Mer (UHC#24-GRH) (Tableau 44; Tableau 45) ;
- **barge fluviale sur le Rhône aval** empruntant le complexe hydroélectrique de Donzère-Mondragon (UHC#19-DZM), à la remontée, entre l'usine de Caderousse (UHC#20-CAD) et le port de Lafarge-Ciments à Viviers (UHC#18-MON) (Tableau 45) ;
- **bateau de plaisance sur le Haut-Rhône** remontant du garage d'écluse de Brens-Virignin (UHC#06-BEL) jusqu'au garage d'écluse d'Anglefort (UHC#05-CHA), avec une pause dans le port de Chanaz à l'embranchement du canal de Savières (Tableau 46).

L'analyse des tendances sédimentaires est réalisée à partir du diagnostic réalisé à l'échelle des tronçons homogènes (TH) pour chacune des UHC concernées, en considérant le risque qui pourrait apparaître sans opération de gestion sédimentaire.

Cette analyse permet de constater qu'une embarcation va successivement emprunter des segments de voie navigable qui, sur le plan sédimentaire, présentent des tendances stables ou des tendances au dépôt. Les tendances au déstockage ou à l'érosion sur la voie navigable résultent de remobilisations de dépôts suite à des crues ou chasse, ou d'opérations de dragages ; il n'a pas été constaté de chenal navigable qui présente une tendance durable au déstockage.

[37] http://plaisancefluviale.fr/document/rhone_saone/rpp_rhone_saone-20-12-1994-modifie.pdf

Tableau 52 : Parcours de navigation entre Fos-sur-Mer (UHC#24-GRH) et le port de Beaucaire (UHC#22-VAL), et tendances sédimentaires des segments

N°	TH	Segment de voie navigable emprunté	Type de voie navigable	Tendance sédimentaire
1	GRH1	Canal St-Louis de Port-Saint-Louis-du-Rhône	Canal hors axe Rhône	Stable
2	GRH1	Garage d'écluse de Port-Saint-Louis-du-Rhône	Garage d'écluse	Dépôt faible (enlimonement)
3	GRH1	Ecluse de Port-Saint-Louis-du-Rhône	Ecluse	Stable
4	GRH1	Grand Rhône entre Port-Saint-Louis-du-Rhône et le seuil Terrin	Grand Rhône libre (RT)	Stable
5	GRH1	Seuil de Terrin, dérocté dans les années 1990 afin d'assurer un mouillage de 4,25 m	Grand Rhône libre (seuil rocheux) (RT)	Stable
6	GRH1	Grand Rhône entre le seuil Terrin et Arles	Grand Rhône libre (RT)	Dépôt faible (sables)
7	ARL3	Grand Rhône au droit du Port d'Arles-Nord	Grand Rhône libre (RT)	Dépôt importants (graviers, sables)
8	ARL1	Diffluence Petit-Rhône / Grand Rhône	Rhône libre (RT)	Dépôt importants (graviers, sables)
9	ARL1	Rhône du Palier d'Arles	Rhône libre (RT)	Stable

Sur ce parcours, l'absence de gestion sédimentaire conduirait à l'impossibilité de naviguer au droit du port d'Arles-Nord et au passage de la diffluence Petit Rhône / Grand Rhône par réduction de la hauteur de mouillage (4,25 m jusqu'à Arles-Nord, 3 m en amont). Pour le secteur en amont du seuil de Terrin, la tendance actuelle à la sédimentation nécessite une surveillance, sans besoin d'intervenir à ce stade. Le garage d'écluse de Port-Saint-Louis-du-Rhône nécessite des interventions régulières pour maintenir la hauteur de mouillage de 4,25 m.

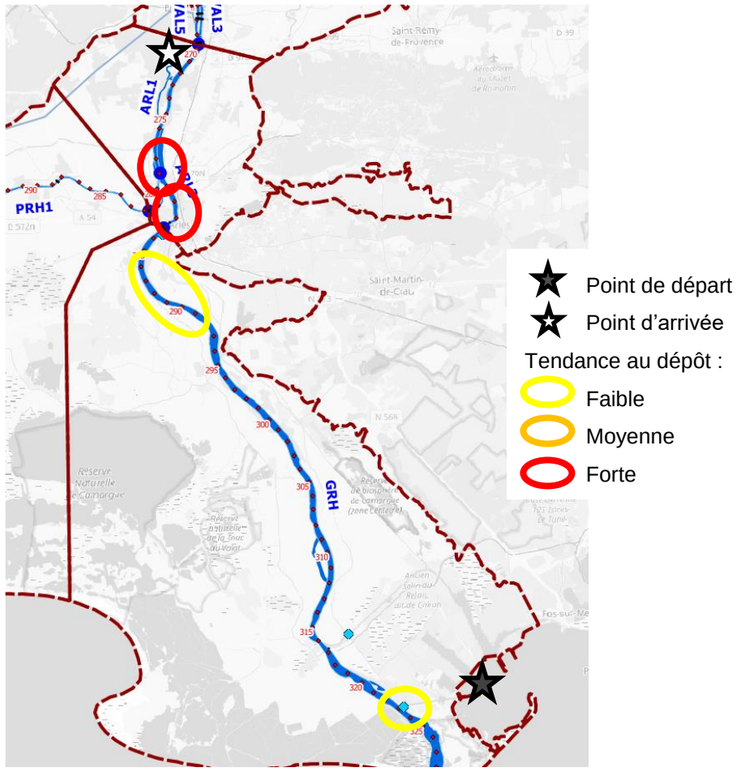


Figure 166 : Enjeux sédimentaires pour la navigation entre Port-St-Louis (GRH) et Beaucaire (ARL)

Tableau 53 : Parcours de navigation entre l'usine de Caderousse (UHC#20-CAD) et le port Lafarge-Ciments à Viviers (UHC#18-MON), et tendances sédimentaires des segments

N°	TH	Segment de voie navigable emprunté	Type de voie navigable	Tendance sédimentaire
1	CAD2	Garage d'écluse amont	Garage d'écluse (CU)	Dépôt moyen (limons, sables)
2	CAD2	Canal usinier	Canal usinier (CU)	Stable
3	CAD1	Retenue de Caderousse (aval)	Retenue du Rhône (R)	Dépôt important (limons, sables)
4	CAD1	Retenue de Caderousse (amont)	Retenue du Rhône (R)	Stable
5	DZM2	Canal de fuite de Donzère-Mondragon	Canal usinier (CU)	Stable
6	DZM2	Ecluse de Bollène	Canal usinier (CU)	Stable
7	DZM2	Garage d'écluse aval de Bollène	Canal usinier (CU)	Dépôt important (limons, sables)
8	DZM2	Canal d'amenée de Donzère-Mondragon	Canal usinier (CU)	Stable
9	DZM1	Retenue de Donzère-Mondragon (aval)	Retenue du Rhône (R)	Dépôt moyen (limons, sables)
10	DZM1	Retenue de Donzère-Mondragon (amont)	Retenue du Rhône (R)	Stable
11	MON4	Vieux Rhône de Montélimar vers le port Lafarge-Ciments	Vieux Rhône (RCC)	Dépôt important (sables, graviers)

Sur ce parcours, l'absence de gestion sédimentaire conduirait à l'impossibilité de naviguer sur plusieurs secteurs, par réduction de la hauteur de mouillage (3 m) : garage d'écluse de Caderousse, retenue de Caderousse (partie aval), garage d'écluse aval de Bollène, Vieux-Rhône de Montélimar (port et bassin de retournement Lafarge-Ciments). La retenue de Donzère est sensible au dépôt et peut nécessiter un dragage si aucune crue n'a pu remobiliser les dépôts.

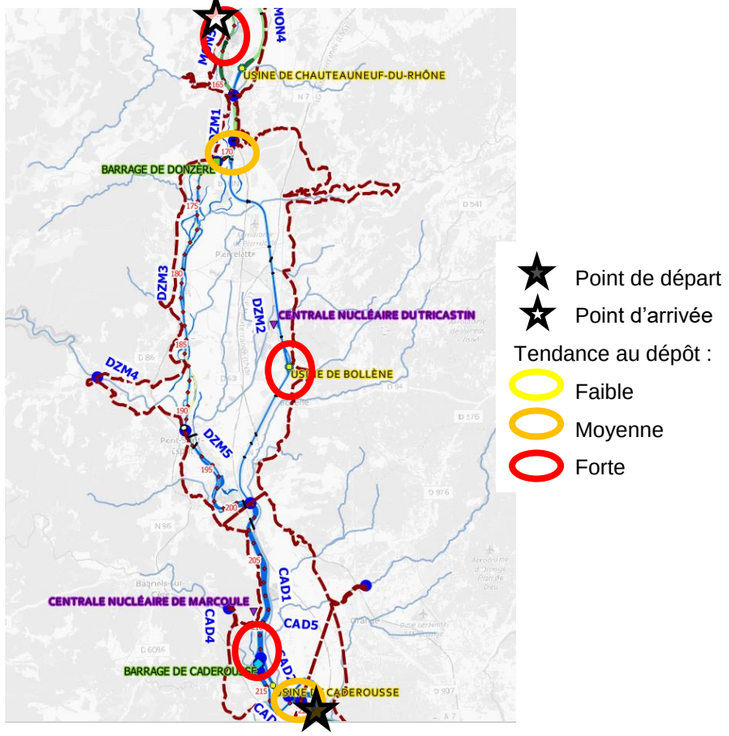


Figure 167 : Enjeux sédimentaires pour la navigation entre Caderousse (CAD) et Viviers (MON)

Tableau 54 : Parcours de navigation entre l'usine de Brens-Virignin (06-BEL) et l'usine d'Anglefort (UHC#05-CHA), et tendances sédimentaires des segments

N°	TH	Segment de voie navigable emprunté	Type de voie navigable	Tendance sédimentaire
1	BEL2	Garage d'écluse de Brens-Virignin	Garage d'écluse (CU)	Dépôt faible (limons, sables)
2	BEL2	Canal d'amenée de Belley (aval)	Canal usinier (CU)	Stable
3	BEL2	Canal d'amenée de Belley (amont)	Canal usinier (CU)	Dépôt important (limons, sables)
4	BEL1	Retenue de Lavours	Retenue du Rhône (R)	Dépôt important (limons, sables)
5	BEL1	Ecluse de Chanaz, canal de Savières	Canal hors axe Rhône	Dépôt moyen (limons, sables)
6	CHA6	Rhône à la restitution de Chautagne	Rhône total (RT)	Dépôt important (sables, graviers)
7	CHA4	Canal de restitution de Chautagne	Canal usinier (CU)	Stable
8	CHA4	Ecluse d'Anglefort	Canal usinier (CU)	Stable
9	CHA4	Garage d'écluse d'Anglefort	Canal usinier (CU)	Dépôt moyen (limons, sables)

Sur ce parcours, l'absence de gestion sédimentaire conduirait à l'impossibilité de naviguer sur plusieurs secteurs, par réduction de la hauteur de mouillage (1,80 m à 2,20 m) : garage d'écluse de Brens-Virignin, canal d'amenée de Belley (partie amont très sensible aux dépôts), retenue de Lavours, écluse de Chanaz permettant d'accéder au canal de Savières, garage d'écluse d'Anglefort.

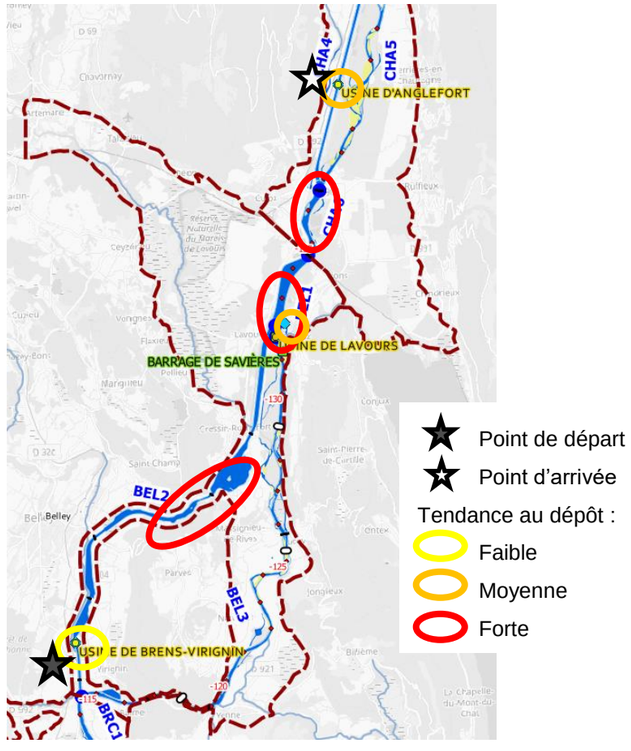


Figure 168 : Enjeux sédimentaires pour la navigation entre Brins-Virignin (BEL) et Chautagne (CHA)

8.2.3 Enjeux hydrosédimentaires par type de tronçon navigable

Cette partie résume les enjeux sédimentaires qui sont observés sur le Rhône en fonction des types de tronçons parcourus par la voie navigable. Le propos est illustré par la Figure 174.

• R) Les retenues de barrage hydroélectrique

Les retenues de barrage hydroélectrique présentent un enjeu sédimentaire particulièrement fort pour la navigation (lorsque celle-ci est présente), notamment dans le linéaire aval à proximité du barrage de dérivation. En effet, la réduction de pente qu'elles induisent favorise la sédimentation sur une grande partie de leur linéaire, avec un gradient granulométrique d'amont (grossiers) en aval (sableux, fins).

Le phénomène de sédimentation est provoqué par l'abaissement de la pente d'écoulement liée à la présence de la retenue ; cette réduction de la pente a lieu pour des débits courants, de hautes eaux, et également de petites crues, la transparence totale des ouvrages n'étant obtenue que pour des crues bien supérieures à la crue décennale, en général d'occurrence centennale.

La sédimentation est majorée à l'approche du barrage de dérivation à cause de la diffluence des débits vers le canal d'amenée et de la sur-largeur imposée par cette dérivation. Enfin, d'autres types de sur-largeurs de retenue, par exemple dans des sinuosités du tracé en plan, favorisent la sédimentation. Les anciennes fosses d'extraction sont également le lieu d'une sédimentation importante, car elles vont piéger les sédiments quelle que soit leur granulométrie, avec toutefois un moindre enjeu pour la navigation dans la mesure où la profondeur de mouillage est garantie par les grandes profondeurs d'extraction.

Par ailleurs, l'objectif initial de la concession visant à favoriser la navigation (355 jours par an ; 3 m de mouillage, vitesses limitées à 2 m/s) conduit à maintenir un plan d'eau à faible pente sur une très grande partie de l'année, ce qui est peu propice au transit sédimentaire. En effet, les phénomènes de charriage ne peuvent réellement débuter qu'avec le basculement du plan d'eau qui a lieu au moment de la mise en place des restrictions de navigation en période de crue (RNPC), soit au mieux 10 jours par an.

Le fonctionnement sédimentaire au sein des retenues est différencié selon les complexes hydroélectriques ; néanmoins, des tendances générales se dégagent :

- globalement, la sédimentation dans le linéaire de la retenue, avec un gradient croissant vers l'aval, est favorisée lors des événements fréquents, notamment lors des hautes eaux et petites crues dont les apports sédimentaires sont majoritairement décantés ;
- lors des crues fortes (en général supérieures à des crues de type décennal), les retenues présentent une certaine capacité de remobilisation comme cela a pu être observé lors des crues des années 1990 ou des événements de 2002 et 2003. Cette capacité ne porte cependant que sur les fractions granulométriques sableuses et fines, localement graveleuse. Des travaux récents montrent que cette capacité de remobilisation pourrait s'amenuiser en l'absence de fortes crues, comme c'est le cas actuellement depuis 2003, du fait de phénomènes de compaction et/ou de cimentation. Les écarts de fonctionnement sédimentaire entre les retenues diffèrent notamment sur ces capacités à remobiliser des sédiments sableux et fins, sachant que la continuité sédimentaire des éléments grossiers est généralement interrompue en dehors du cas particulier de Jons (UHC#10-ALY) ;
- Lors de ces événements de crues, les milieux fermés comme les ports commerciaux, les darses, les ports de plaisance, etc. peuvent subir des phénomènes de sédimentation important en fonction de la configuration du site.

Au sein des retenues, les ports, darses, bassins de retournement, embouquements[38], au même titre que les garages d'écluse (cf. plus loin / §. UE) les usines-écluses), sont également des lieux privilégiés de sédimentation du fait de leur configuration en surlargeur ou en configuration semi-fermée. La différenciation des fonctionnements se fait en relation avec les flux sédimentaires du Rhône au droit du site et en fonction de la position/configuration du site, plus ou moins exposée aux entrées et aux dépôts de sédiments. Ces sites ne peuvent éviter des opérations de dragage dans la durée car il n'existe aucun courant interne capable de remobiliser les sédiments.

[38] Portion de canal de navigation embranchée sur le Rhône et menant à une écluse qui permet de poursuivre la navigation dans un canal en marge du lit du Rhône

Les lieux de débarcadères (quais, haltes fluviales, etc.), localisés à même la berge, peuvent être des lieux de sédimentation en fonction des flux sédimentaires et de l'implantation du débarcadère en berge. Une implantation en intrados de méandre par exemple (halte fluviale du Point Vert dans la retenue de Sault-Brénaz / UHC#08-SAB ; quai Ro/Ro du Port Edouard Herriot / UHC#11-PBN ; quai et chenal navigable du CNPE de Cruas) sera plus sensible qu'une implantation en extrados de méandre. Ces débarcadères sont généralement localisés dans des lieux dont le niveau d'eau est stabilisé, c'est-à-dire au sein d'une retenue ou d'un canal usinier ou d'une retenue, ou d'un bras / affluent connecté à ce canal ou cette retenue.

Pour assurer les conditions de navigation le long du chenal navigable et vers des annexes (ports, darses, etc.) situées en retenue, des dragages sont donc menés pour rétablir un état conforme au cahier des charges, avec plusieurs configurations types :

- **R.N1) dans la queue et sur le linéaire de la retenue** (Pont de la Loi / UHC#06-BEL, Montélimar / UHC#18-MON, St-Pierre de B. / UHC#13-PDR, etc.) ;
- **R.N2) dans une sinuosité et/ou surlargeur de retenue** (St-Pierre de B. / UHC#13-PDR ; La Roche de G. / UHC#15-BLV, etc.) ;
- **R.N3) au niveau de la confluence d'un affluent** (Arve / Suisse, Gier / UHC#12-VAU, Isère / UHC#15-BLV, Drôme / UHC#17-BLN ; etc.) ;
- **R.N4) en amont du barrage de dérivation**, en particulier au niveau de la dérivation (Motz / UHC#05-CHA, La Roche de Glun / UHC#15-BLV, Charmes-sur-Rhône / UHC#16-BEA ; etc.) ;
- **R.N5) dans les ports commerciaux (et bassins de retournement associés), darses,** (Port Edouard Herriot / UHC#11-PBN, darses de Loire sur Rhône / UHC#12-VAU), **embouquement** (écluse de Chanaz vers le canal de Savières / UHC#06-BEL) ;
- **R.N6) dans les ports de plaisance** (port de l'Epervière / UHC#16-BEA, port de Cruas / UHC#18-MON, etc.) ;
- **R.N7) au niveau des quais, haltes fluviales, etc.** (haltes fluviales de Lyon / 11-PBN, etc.).



Figure 169 : Secteur du Pont de la Loi en aval de la restitution de Chautagne (05-CHA) (Géoportail)

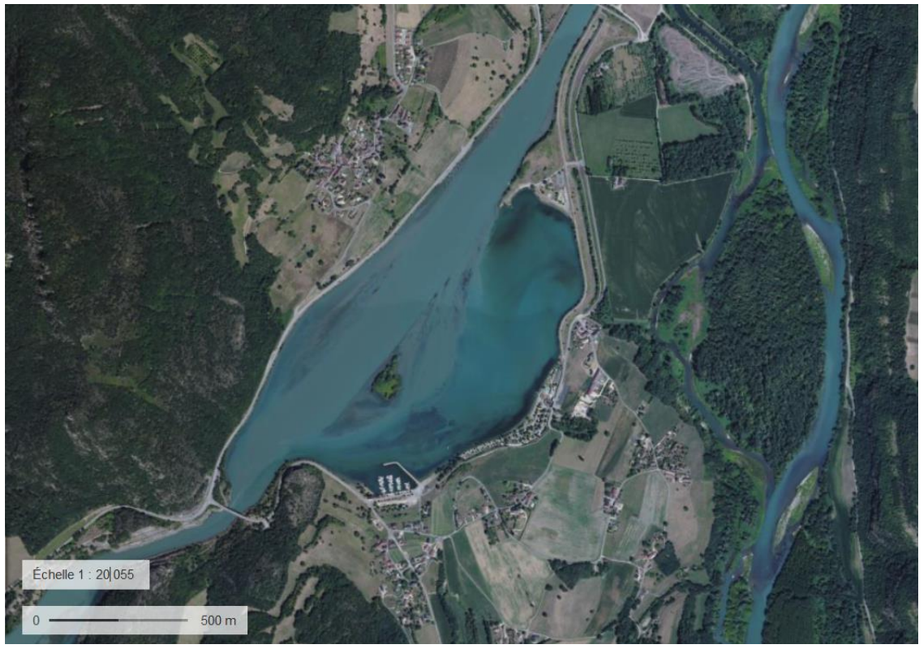


Figure 170 : Lac du Lit au Roi sur le canal de Belley (06-BEL) (Géoportail)

- **CU) Le canal usinier (ou canal de dérivation)**

Le canal usinier (ou canal de dérivation) d'une usine hydroélectrique comprend un canal d'amenée en amont de l'usine, et un canal de restitution en aval de l'usine. Ces canaux ont été conçus à l'origine pour ne laisser entrer que des sédiments fins (limons et sables) et pour fonctionner en autonomie sédimentaire, par auto-curage. A l'entrée de chaque canal de dérivation (hormis sur l'ouvrage de Jons-Cusset / 10-ALY), il existe un seuil de fond côté canal d'amenée qui dirige les sédiments les plus grossiers vers le barrage de dérivation et le Vieux Rhône. A la confluence de l'Isère dans le canal de Bourg-lès-Valence, un épi sous-fluvial favorise le transit des sables de l'Isère via le barrage de l'Isère.

Sur son linéaire, un canal d'amenée peut subir des phénomènes de dépôt (sables, limons) au gré des apports amont ; le diagnostic met en évidence qu'il s'agit d'une respiration du fond et que celui-ci retrouve ultérieurement son niveau initial, en fonction de l'hydrologie (cas de la retenue de Vallabrègues / 22-VAL). A l'approche de l'usine, la sédimentation est parfois plus marquée du fait des surlargeurs imposées par les garages d'écluse. Ce sont alors les dragages de ces derniers qui permettent de rétablir l'équilibre du canal d'amenée.

On notera toutefois des exceptions à ce fonctionnement par auto-curage :

- **CU.N1) En cas d'engravement à l'entrée du canal :** le canal de Jonage (UHC#10-ALY), qui n'est pas pourvu d'un seuil sous-fluvial à son entrée, et qui laisse entrer environ ¼ des apports grossiers du Rhône alimenté par l'Ain (10 000 m³/an sur 30-40 000 m³/an). Ces matériaux se déposent dans les deux premiers kilomètres en aval de la diffluence au barrage de Jons. Pour l'instant, cet engravement ne présente pas d'enjeu pour la navigation, mais l'enjeu pourrait redevenir d'actualité en cas de développement de la navigation de plaisance sur cette partie du Haut-Rhône.
- **CU.N2) En cas de surlargeur dans le canal usinier :** par exemple, le canal d'amenée de Belley (UHC#06-BEL) présente des surlargeurs locales liées au relief des versants et à l'endiguement (lac du Lit-au-Roi, lac de Bart) qui favorisent très fortement la sédimentation fine, a fortiori sous l'influence des APAVER qui apportent des quantités de limons et sables. Un tel phénomène pourrait menacer à terme la navigation de plaisance.

- **CU.N3) En cas d'apport sédimentaire important d'un affluent :** le canal de Bourg-lès-Valence (15-BLV) reçoit les apports sédimentaires (sables fins) de l'Isère, dont une grande partie est libérée lors des chasses des ouvrages de la Basse Isère. Le canal usinier est dimensionné pour évacuer les apports courants, mais certaines chasses espacées (2008, 2015) peuvent apporter des quantités importantes de sédiments qui viennent saturer le canal et peuvent provoquer de fortes nuisances pour la navigation (échouage d'un bateau en juin 2015). Ce site fait actuellement l'objet d'améliorations coordonnées entre EDF et la CNR pour éviter des risques pour la navigation (mais également le fonctionnement hydroélectrique des ouvrages et la sûreté des barrages latéraux).
- **CU.N4) au niveau des quais, haltes fluviales, etc.** (haltes fluviales de Lyon / 11-PBN, etc.). Cet enjeu reste potentiel dans la mesure où aucune action de ce type n'a pas été recensée dans les canaaux usiniers.

Quant aux canaux de restitution, ils ont souvent bénéficié de dragages à vocation énergétique dans les années 1970-90 et présentent un mouillage généralement confortable. Le diagnostic ne met pas en évidence de phénomène de sédimentation en dehors des abords des garages d'écluse (cf. alinéa suivant) et en dehors de certaines restitutions sensibles aux apports sédimentaires du Vieux Rhône (Chautagne, Beauchastel).

- **UE) Les usines-écluses**

Dans la continuité des canaux usiniers, les usines-écluses sont conçues pour faire transiter les sédiments fins admis dans le canal. Toutefois, les garages d'écluse sont un lieu privilégié de sédimentation du fait de leur configuration plus ou moins en bassins fermés, de la sur-largeur imposée à l'écoulement et des ouvrages associés (épis, digues, etc.) qui favorisent des écoulements divergents. La quasi-totalité des garages d'écluse nécessitent des opérations de dragage et ceux-ci sont d'autant plus sensibles aux événements hydrologiques (cas des crues de 2002-2003) ou aux opérations de chasse sur la Basse Isère qui semblent concerner particulièrement les garages d'écluses de Beauchastel (16-BEA) ; Baix-Le-Logis-Neuf (17-BLN) et Montélimar (18-MON).

Les écluses elles-mêmes disposent d'une capacité d'auto-curage qui les protège de tout enjeu sédimentaire. Toutefois, de façon exceptionnelle, elles peuvent être affectées, comme cela a été le cas pour l'écluse de Bourg-lès-Valence, suite à la chasse de la Basse Isère de 2015 (15-BLV) : les sables accumulés dans le canal d'amenée ont été remobilisés dans les mois suivants et en février 2016, l'écluse a été bloquée durant plusieurs jours, nécessitant un arrêt de la navigation.



Figure 171 : Garages d'écluse de Bourg-lès-Valence exposés à la sédimentation (15-BLV) (Géoportail)

Avec les usines-écluses, pourraient être ajoutées les écluses simples et leur embouquement : embouquement et écluse du canal d'Arles (/ UHC#23-ARL), canal du Rhône à Sète et écluse de St-Gilles (/ UHC#25-PRH), écluse de Chanaz vers le canal de Savières (/ UHC#06-BEL), embouquement de la branche secondaire du canal du Rhône à Sète à Beaucaire (/ UHC#22-VAL). Par souci de cohérence avec les tronçons homogènes, ces embouquements et écluses ont été rapprochés des tronçons du Rhône auquel ils se branchent : « Rhône total (RT) » pour les deux premiers cas, « retenue (R) » pour le troisième cas et « Vieux Rhône (RC) » pour le quatrième.

Pour assurer les conditions de navigation, des dragages sont nécessaires très fréquemment dans les garages d'écluse, et exceptionnellement dans les écluses elles-mêmes :

- **UE.N1) Garage d'écluse amont** (pour la plupart des écluses de barrage-usines) ;
- **UE.N2) Ecluse** (cas exceptionnel, cas de flux sédimentaire très important) ;
- **UE.N3) Garage d'écluse aval** (pour la plupart des écluses de barrage-usines) ;
- **UE.N4) Embouquement et écluse de canal secondaire**

- **RC) Les Vieux Rhône ou Rhône court-circuités**

Les Vieux Rhône se décomposent généralement en un tronçon amont aux écoulements libres et courants, et un tronçon aval sous l'influence du remous de la retenue aval. La répartition entre les deux faciès est très variable selon les configurations locales et les débits : par exemple, le bras d'Avignon est navigable jusqu'au port du Pontet situé en aval de l'usine de Sauveterre ; inversement, le Vieux Rhône de Donzère Mondragon ne présente pas de chenal navigable entretenu, bien qu'il soit possible de remonter en direction de Pont-St-Esprit.

Le tronçon courant des Vieux Rhône n'est pas navigable, sauf localement pour des embarcations légères. Il n'existe donc pas d'enjeu sédimentaire pour la navigation dans ces tronçons.

Le tronçon aval est généralement navigable, et certains d'entre eux présentent un chenal navigable entretenu pour le commerce fluvial : bras d'Avignon vers le port du Pontet (/ UHC#21-AVI), Vieux Rhône de Caderousse vers le Port de l'Ardoise (/ UHC#20-CAD), Vieux Rhône de Montélimar vers le port Lafarge Ciments (/ UHC#18-MON), etc. A ces ports, sont associés un bassin de retournement qui doit également garantir la profondeur de mouillage. La configuration fermée des ports est d'autant plus favorable à la sédimentation, en particulier lorsque surviennent des fortes crues sur le Rhône.

Certains Vieux Rhône sont équipés également de port de plaisance ou d'appontement : port de Viviers (/ UHC#18-MON), appontement d'Avignon (/ UHC#21-AVI), etc. qui sont d'autant plus sensibles à la sédimentation qu'ils sont également situés dans un bassin semi-fermé.

A la restitution, c'est-à-dire à la confluence d'un Vieux Rhône et du bras de restitution d'une usine, il peut exister un enjeu en cas d'apport sédimentaire relativement grossier du Vieux Rhône et d'incapacité de la retenue aval à faire transiter ces matériaux (Pont de la Loi / UHC#05-CHA ; fosse de la Feyssine / UHC#10-ALY ; Beauchastel / UHC#16-BEA). Inversement, l'absence de dragage à une restitution ne signifie pas que le Vieux Rhône ne charrie pas : cas du Vieux Rhône de Donzère Mondragon dont les apports sont piégés pour l'instant dans d'anciennes fosses d'extraction en amont de la restitution.

Pour assurer les conditions de navigation dans les Vieux Rhône, leurs ports et les installations associées, des dragages sont nécessaires dans ces différents lieux :

- **RC.N1) dans les linéaires aval sous l'influence de la retenue aval, ainsi que la zone de restitution** du canal usinier (Bras d'Avignon / UHC#21-AVI, etc.) ;
- **RC.N2) dans les ports, darses et leur bassin de retournement** (port du Pontet sur le bras d'Avignon / AVI, port Lafarge Ciments sur le Vieux Rhône de Montélimar / UHC#18-MON), **embouquement** (branche du canal du Rhône à Sète à Beaucaire / UHC#22-VAL) ;
- **RC.N3) dans les ports de plaisance** (port de Viviers / 18-MON, etc.), quais et haltes fluviales.

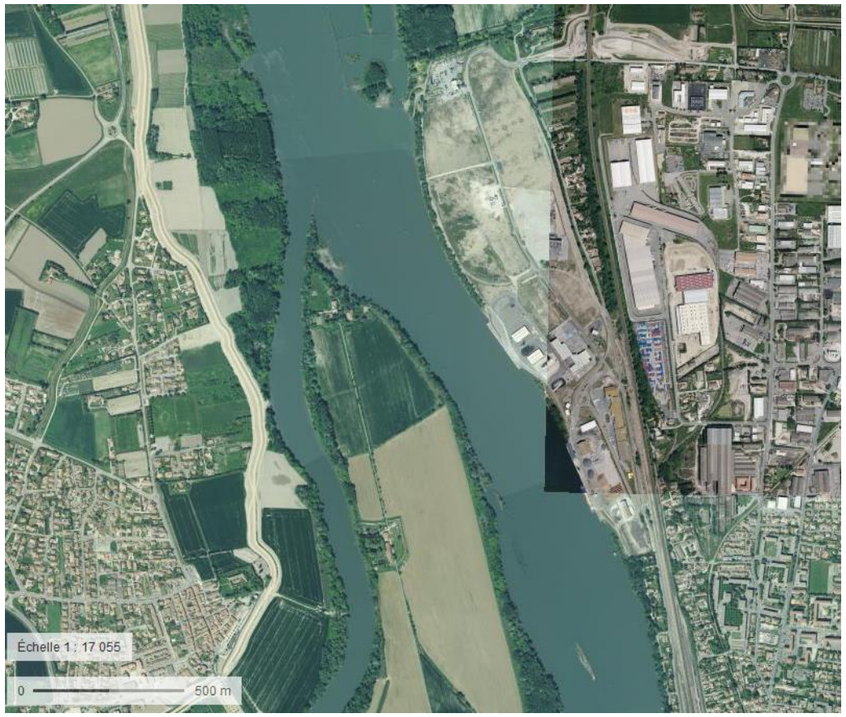


Figure 172 : Diffluence Petit Rhône / Grand Rhône et port d'Arles-Nord (23-ARL) (Géoportail)



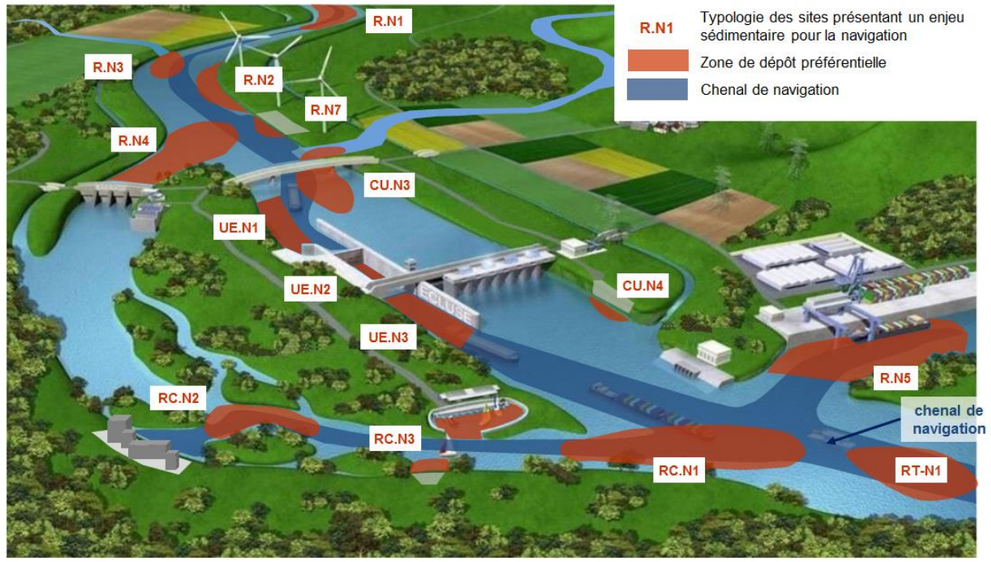
Figure 173 : Port de Lafarge-Ciments et bassin de retournement sur le Vieux Rhône de Montélimar (18-MON) (Géoportail)

- **RT) Le Rhône total ou Rhône libre**

Les sections courantes du Rhône ne sont pas nombreuses (UHC#09-VUL, UHC#23-ARL, UHC#24-GRH, UHC#25-PRH). L'absence d'ouvrage en travers de ces unités pourrait laisser penser à un équilibre sédimentaire. En réalité, seul le tronçon de St-Vulbas (UHC#09-VUL) semble en équilibre voire en léger déstockage sédimentaire. Les autres unités subissent des phénomènes de sédimentation qui sont naturels du fait de leur implantation dans le delta du Rhône et qui sont amplifiés par la nécessité de conserver des hauteurs de mouillage adéquates pour la navigation.

Les enjeux sédimentaires pour le Rhône total résultent des situations suivantes :

- **RT-N1 : les 4 principaux linéaires libres du Rhône** présentent 4 situations contrastées :
  - le tronçon de Rhône total de St-Vulbas (UHC#09-VUL) semble en équilibre voire en léger déstockage sédimentaire. Il n'est pas utilisé pour la navigation pour l'instant (projet d'extension du périmètre Haut-Rhône pour la plaisance entre l'écluse de Villeurbanne et l'ouvrage de Sault-Brénaz) ;
  - le tronçon de Rhône total du Palier d'Arles (UHC#23-ARL) est un tronçon anciennement dragué lors de l'aménagement pour la navigation des années 1970. Il ne nécessite plus de dragage sur sa partie amont et sa partie aval en excédent profite des dragages à la diffluence Petit Rhône / Grand Rhône (cf. RT-N2) ;
  - le tronçon de Grand Rhône (UHC#24-GRH) fonctionne en équilibre apparent dans la mesure où le seuil de Terrin a été dérocté (cf. RT-N4) et que le fonctionnement de la diffluence Petit Rhône / Grand Rhône le préservent de tout apport excessif ; toutefois, depuis 2011, les matériaux dragués à la diffluence sont restitués en aval d'Arles et participent au rehaussement du lit en amont du seuil de Terrin, ce qui pourrait conduire à l'avenir à menacer l'intégrité du chenal navigable ;
  - le tronçon de Petit Rhône (UHC#25-PRH), malgré un bilan sédimentaire globalement déséquilibré du fait de l'effet érosif des crues, présente des secteurs linéaires en excédent qu'il ne peut remobiliser avec des débits courants, ce qui nécessite de déclencher des dragages réguliers sur le tronçon amont jusqu'à l'écluse de St-Gilles où un mouillage de 3 m doit être assuré en étiage.
- **RT.N2 : la diffluence Petit Rhône / Grand Rhône** (/ UHC#23-ARL) impose un dépôt des sédiments transportés en amont et déclenche des actions de dragage au droit de la diffluence. En général, ces opérations de dragage sont menées conjointement avec celles du port d'Arles-Nord situé sur la branche du Grand Rhône et dont l'accès nécessite un mouillage de 4,25 m au minimum. En réalité, on peut considérer que la seule présence de la diffluence déclenche des actions de dragage pour la navigation à son passage. En effet, si le port d'Arles-Nord (cf. RT.N3) n'était pas présent, la diffluence continuerait à nécessiter des actions de dragage. La sédimentation dans un tel site est naturelle : une zone deltaïque présente par définition des dépôts sédimentaires qui favorisent des défluviations et réciproquement (Raccasi, 2008). Même si le Rhône est très aménagé dans ce secteur depuis les années 1970, il n'en reste pas moins que la rupture de pente à l'entrée du delta (0,7 à 0,01 ‰) et le partage des débits favorisent les dépôts sédimentaires ;
- **RT.N3 : les ports, quais, embouquements** sont présents uniquement dans les secteurs du Palier d'Arles (23-ARL) et du Grand Rhône (UHC#24-GRH). Le principal enjeu concerne le port d'Arles-Nord, qui est très lié à la diffluence Petit Rhône / Grand Rhône, et nécessite des opérations de dragages pour maintenir un mouillage de 4,25 m pour les navires fluviomaritimes qui remonte de Fos-sur-Mer. L'embouquement du canal d'Arles est un cas particulier favorable à la sédimentation et nécessitant des dragages réguliers pour assurer un mouillage minimal de 2 m ;
- **RT.N4 : dans le bras du Grand Rhône en aval d'Arles, le seuil sous-fluvial de Terrin** (/ UHC#24-GRH) au-dessus duquel passait le Rhône naturel est apparu comme une contrainte de mouillage dans le cadre du développement de la navigation à partir des années 1970. Il a donc fait l'objet de déroctages successifs pour garantir aujourd'hui un mouillage minimal de 4,25 m. Actuellement, le linéaire en amont de ce seuil est sensible à la sédimentation mais le mouillage de 4,25 m reste garanti pour l'instant.



R.N1 : linéaire de la retenue
R.N2 : sinuosité ou surlargeur de la retenue
R.N3 : confluence d'affluent en retenue
R.N4 : en amont du barrage de dérivation
R.N5 : port, darse, embouquement en retenue
R.N6 : port de plaisance en retenue (*non illustré*)
R.N7 : quai, halte en retenue
CU.N1 : engravement entrée canal usinier (*non illustré*)
CU.N2 : surlargeur du canal usinier (*non illustré*)
CU.N3 : confluence d'affluent en canal
CU.N4 : quai, halte en canal

UE.N1 : garage d'écluse amont
UE.N2 : écluse
UE.N3 : garage d'écluse aval
RC.N1 : linéaire RCC remous-restitution
RC.N2 : port, embouquement, sur RCC
RC.N3 : port de plaisance sur RCC
RT.N1 : linéaire de Rhône total
RT.N2 : diffluence Petit/Grand Rhône (*non illustré*)
RT.N3 : port, embouquement (*non illustré*)
RT.N4 : seuil naturel (*non illustré*)

Figure 174 : Synthèse schématique des enjeux sédimentaires pour la navigation

NAVIGATION (N)

Type de tronçon homogène	Lieu	Importance socio-économique	Fréquence d'intervention	Importance des volumes	CALCUL	Navigation (N)
RETENUE	Queue de retenue	3	2	3	2,7	R.N1
RETENUE	Linéaire retenue, surlargeur, sinuos	3	2	3	2,7	R.N2
RETENUE	Confluence affluent	3	2	2	2,3	R.N3
RETENUE	Amont barrage	3	2	3	2,7	R.N4
RETENUE	Port, darse, embouquement	3	2	2	2,3	R.N5
RETENUE	Port plaisance	2	2	2	2,0	R.N6
RETENUE	Quai, halte, rampe	2	2	1	1,7	R.N7
CANAL USINIER	Entrée canal usinier	3	0	0	0,0	CU.N1
CANAL USINIER	Surlargeur	3	0	0	0,0	CU.N2
CANAL USINIER	Confluence affluent	3	1	3	2,3	CU.N3
CANAL USINIER	Quai, halte, rampe	2	0	0	0,0	CU.N4
USINE-ECLUSE	Garage amont	3	3	3	3,0	UE.N1
USINE-ECLUSE	Ecluse	3	1	1	1,7	UE.N2
USINE-ECLUSE	Garage aval	3	3	3	3,0	UE.N3
VIEUX RHONE	Linéaire remous	3	3	3	3,0	RC.N1
VIEUX RHONE	Port, embouquement	3	2	2	2,3	RC.N2
VIEUX RHONE	Port plaisance, quai, halte	2	1	1	1,3	RC.N3
RHONE TOTAL	Linéaire courant	3	1	2	2,0	RT.N1
RHONE TOTAL	Diffluence PRH/GRH	3	3	3	3,0	RT.N2
RHONE TOTAL	Port, quai, embouquement	3	3	2	2,7	RT.N3
RHONE TOTAL	Seuil naturel	3	0	0	0,0	RT.N4

Cf. PARTIE E / §.10 pour la méthodologie de hiérarchisation des enjeux

8.2.4 Synthèse des opérations de gestion sédimentaire répondant à l'usage de navigation

Dans la base de données « dragages » exploitée en mission 4, les opérations répondant au présent chapitre sur les enjeux de navigation sont rassemblées sous le motif « navigation ».

Pour la navigation, les volumes de dragages sur 1995-2018 qui s'élèvent à 9 341 665 m³ sur 1995-2018 (soit 389 236 m³/an en moyenne) sont répartis sur 106 sites (sur 263 au total, soit 40%), et ont fait l'objet de 421 opérations sur 947 (44 %).

Ces actions sont réparties en très grande majorité (95% des volumes) sur le Rhône en aval de Lyon, et plus particulièrement au droit puis en aval de l'UHC de Bourg-lès-Valence (cf. Figure 175), avec d'autres maxima observés à Montélimar (18-MON) au Palier d'Arles (23-ARL).

Les dragages ont lieu en très grande partie (60% des volumes) au niveau des ouvrages liés aux écluses :

- Les garages d'écluse, pour 233 535 m³/an en moyenne ;
- Le chenal navigable et les retenues, pour 132 545 m³/an en moyenne ;
- Les autres ouvrages (ports, haltes fluviales, quais, etc.) pour 19 430 m³/an en moyenne.

Le rapport de Mission 4 peut être consulté pour toute précision sur les opérations réalisées sur la période 1995-2018.

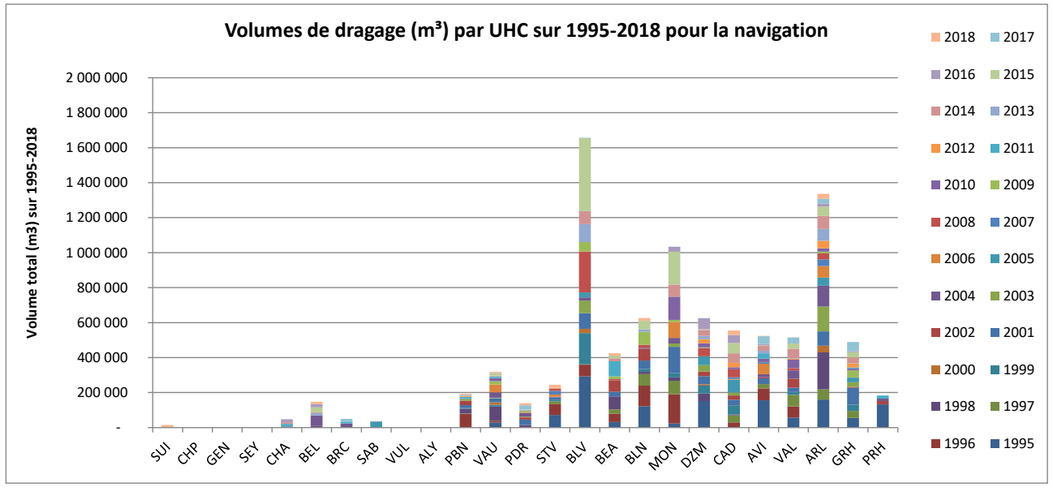
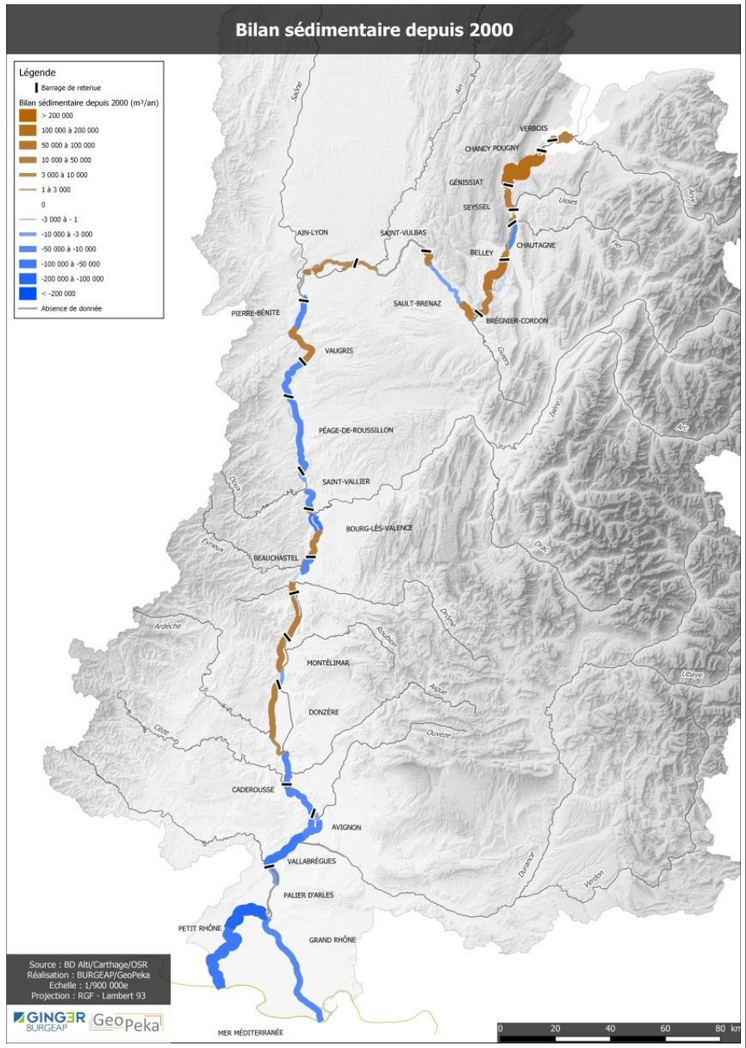


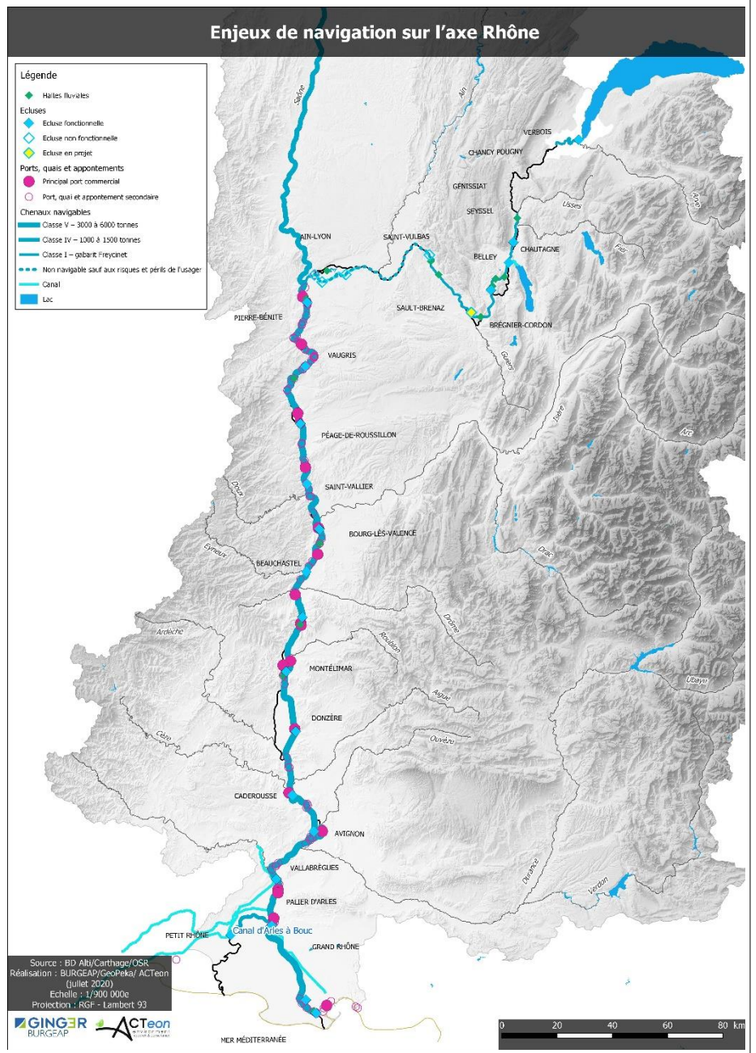
Figure 175 : Volumes de dragage par UHC sur 1995-2018 pour la navigation (toutes localisations)

8.2.5 Synthèse graphique des enjeux

Cf. page suivante.

Fonctionnement hydrosédimentaire global (MISSION 2)	Enjeux de navigation (MISSION 3)	Opérations de gestion « navigation » (MISSION 4)





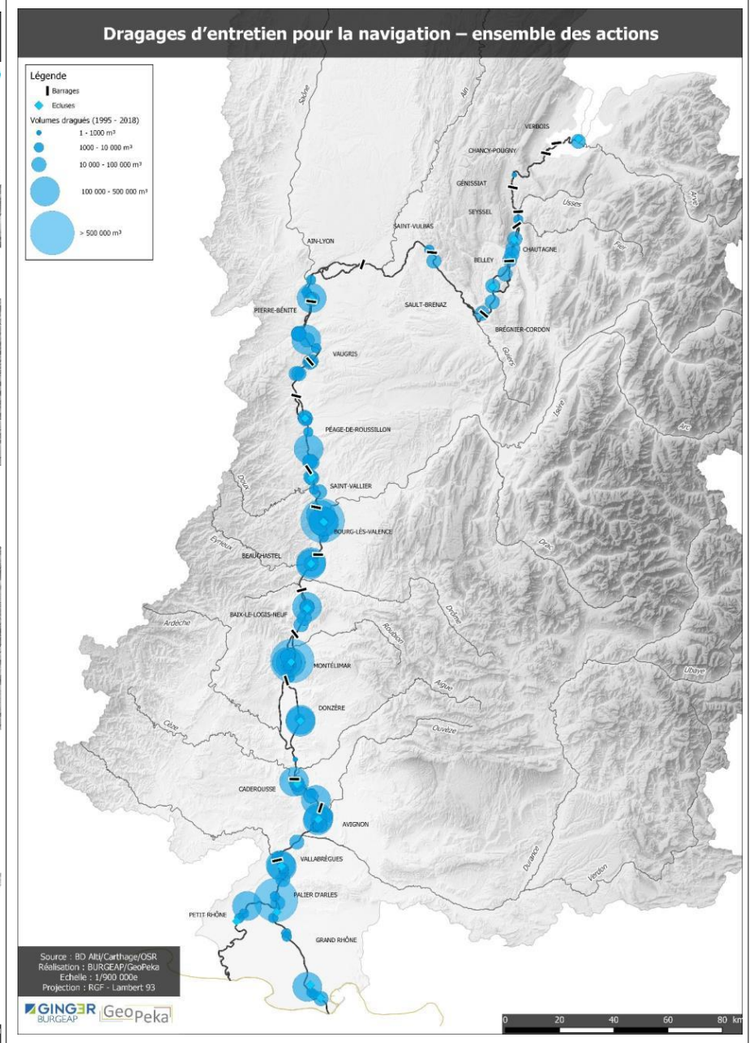


Figure 176 : Synthèse cartographique des enjeux sédimentaires liés à la navigation

8.3 Enjeux sédimentaires liés à la production d'énergie

8.3.1 Analyse préalable des enjeux

Les enjeux sédimentaires liés à la production d'énergie résultent 1) du fonctionnement hydrosédimentaire du Rhône et 2) de la nécessité d'assurer les conditions prévues dans les cahiers des charges des ouvrages hydroélectriques (cf. §. 4.2.1), nucléaires (cf. §. 4.3.1) et des nouvelles énergies produites sans la contribution du Rhône (cf. §. 4.4 et 4.5). Un enjeu pour la production d'énergie est supposé apparaître quand le fonctionnement hydrosédimentaire, typiquement un dépôt de sédiments, menace les conditions nécessaires à la production d'énergie, que celle-ci est rendue impossible ou reste éventuellement possible dans un mode dégradé (l'optimisation de la production n'est pas possible).

Globalement, pour l'hydroélectricité, l'axe du Rhône peut être scindé en 4 contextes :

- Les ouvrages suisses (Seujet, Verbois, Chancy-Pougny) fonctionnant par éclusées ;
- L'ouvrage-réservoir de Génissiat, fonctionnant par éclusées, démodulées partiellement par la retenue de Seyssel et en partie synchronisée avec les ouvrages suisses ;
- Les ouvrages du Haut-Rhône, fonctionnant au fil de l'eau et dépendant en partie du fonctionnement par éclusées de Génissiat ;
- Les ouvrages du Rhône aval, indépendant du Haut-Rhône, fonctionnant au fil de l'eau, et en mesure de générer de petites éclusées, notamment au départ des retenues de Pierre-Bénite ou de Montélimar.

Le fonctionnement hydrosédimentaire du Rhône est étroitement lié à la présence des aménagements hydroélectriques et de navigation de la vallée. Chaque lieu utile à la production d'énergie est soumis à des fonctionnements morphologiques différenciés, issus du diagnostic de Mission 2, et qui sont synthétisés par la suite.

Concernant les obligations des concessionnaires, les éléments les plus importants sont interprétés en termes de fonctionnement hydrosédimentaire.

Tableau 55 : Synthèse des obligations techniques pour la production d'énergie

Lieu de production d'énergie	Conditions nécessaires à la production d'énergie en lien avec le fonctionnement hydrosédimentaire
Hydroélectricité (spécificités communes)	• Répartition des débits à la prise d'eau du canal d'amenée • Bon fonctionnement des ouvrages* (points de réglage, limnimètres, prises d'eau, vannes de fond, vanne de surface, déchargeur, groupe, contre-canal, siphons, etc.) • Tranche utile (0,30 à 0,50 m) dans les retenues dans le cadre de fonctionnements par éclusées • Cote de restitution (garantie de la hauteur de chute) • Obligations de produire l'énergie (cf. cahier des charges)
Hydroélectricité (spécificités suisses)	• Tranche utile des réservoirs de Chancy-Pougny (1,50 m) et Verbois (0,70 m) • Tranche utile dans le Lac Léman
Hydroélectricité (spécificités Génissiat)	• Tranche utile (5,70 m) du réservoir de Génissiat dans le cadre de fonctionnement par éclusées
Nucléaire	• Débit minimal dans le Rhône • Admission du débit nominal dans la prise d'eau • Libre restitution du rejet
Photovoltaïque	Sans objet (installation terrestre)
Eolien	Sans objet (installation terrestre)

* ces ouvrages assurent le bon fonctionnement des ouvrages hydroélectriques dans leur globalité et répondent également à un enjeu de sûreté

8.3.2 Enjeux hydrosédimentaires pour l'hydroélectricité par type de tronçon

Cette partie résume les enjeux sédimentaires qui sont observés sur le Rhône pour l'hydroélectricité. Le propos est illustré par la Figure 182.

- **R) Les retenues de barrage hydroélectrique**

Les retenues de barrage hydroélectrique peuvent présenter un enjeu sédimentaire plus ou moins fort pour la production hydroélectrique, selon le rôle de la retenue dans le cycle de production. A cet effet, on peut distinguer les barrages au fil de l'eau qui constituent la majorité des ouvrages du Rhône, et les barrages à réservoir dont le seul représentant sur le Rhône est le barrage de Génissiat.

Sur le barrage-réservoir de Génissiat, la hauteur de chute de l'ouvrage (64,5 m), la longueur de la retenue (23 km) permettent de constituer un volume de stockage qui était de 56 hm³ à la cote 330,70 m ortho lors de la mise en eau. Ce volume comprend une tranche superficielle de 5 m, appelée « tranche utile », qui fait l'objet d'un marnage et permet de turbiner par éclusées. La retenue du barrage de Seyssel située en aval immédiat, grâce à un marnage de plusieurs mètres, permet de démoduler partiellement l'onde de l'éclusée. Les ouvrages du Haut-Rhône (Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon, Sault-Brénaz) peuvent ainsi fonctionner également sur un mode d'éclusées, en profitant du sur-débit généré par le barrage de Génissiat. Les phénomènes de sédimentation dans le barrage de Génissiat, et dans une moindre mesure dans les retenues du Haut-Rhône, pourrait présenter un enjeu à terme pour la production hydroélectrique et son optimisation si le volume utile pour les éclusées devait être entamé par la sédimentation dans la retenue (en particulier en queue de retenue).

Pour la retenue de Génissiat, la sédimentation est un enjeu très fort qui résulte de la gestion des ouvrages amont de Chancy-Pougny et de Verbois, ce dernier étant très sensible aux apports sédimentaires de l'Arve (cf. fiches UHC#03-GEN, UHC#02-CHP, UHC#01-SUI). Les ouvrages suisses pratiquent des chasses (2003, 2012, 2016 pour les dernières opérations) qui nécessitent d'être accompagnées en aval par une gestion adaptée de l'ouvrage de Génissiat et des ouvrages du Haut-Rhône en aval. Cette gestion est appelée APAVER (accompagnement de l'Abaissement PArtiel de la retenue de VERbois) et est décrite en détail dans le rapport de Mission 4. Ces opérations permettent de ralentir le comblement, sans toutefois le stopper, de la retenue du barrage de Génissiat.

Pour les retenues du Haut-Rhône, les phénomènes de sédimentation (notamment pour Chautagne et Belley) proviennent en grande partie des apports lors des APAVER, et dans une moindre mesure des apports des affluents intermédiaires qui viennent aggravent les excédents (Fier, Usses). Toutefois, la pratique montre que ces dépôts ne sont pas une contrainte avérée pour la gestion des éclusées et du marnage associé (0,30 à 0,50 m), alors qu'ils peuvent l'être pour des enjeux de sûreté des ouvrages (cf. PARTIE C). Ces dépôts sont gérés au sein des retenues par la mise en transparence des barrages de dérivation lors des crues, et si cela n'est pas suffisant, par des opérations de dragage.

Pour les retenues du Rhône aval, le contexte est similaire, sans toutefois l'influence des éclusées de Génissiat ou des APAVER. Le rôle des apports sédimentaires des affluents sur le fonctionnement hydroélectrique est relativement faible dans ces retenues du fait des opérations de dragage aux confluences, mais il pourrait être bien plus important sans ces interventions (cas de la Drôme ou de la Durance). Les barrages produisent au fil de l'eau ou par éclusées (tranches utiles de 0,30 à 0,50 m dans les retenues). Les éclusées sont initiées sur des retenues possédant une bonne capacité de sur-débit (par exemple +100 m³/s sur quelques heures) grâce à leur étendue (Montélimar, Pierre Bénite), puis l'onde de l'éclusée est turbinée d'ouvrage en ouvrage vers l'aval. Comme pour les retenues du Haut-Rhône, les dépôts dans les retenues déclenchent un enjeu pour la sûreté des ouvrages ou pour la navigation, avant de présenter un enjeu pour la production hydroélectrique. Toutefois, ces phénomènes méritent d'être surveillés dans la durée, notamment dans les queues de retenues qui participent à la tranche utile.

En termes d'enjeu pour la production hydroélectrique, les linéaires en amont immédiat des barrages de retenue et en aval des dérivations restent particulièrement sensibles. En effet, les processus de sédimentation sont généralement marqués du fait de la séparation des débits et des surlargeurs induites par la diffluence (cf. détails au §.8.2 / Fonctionnement hydrosédimentaire / N1). Ce phénomène est d'autant plus marqué que le linéaire est important entre la dérivation et le barrage de retenue (Pierre-Bénite, La-Roche-du-Glun, Donzère) ou que la retenue est très large (Montélimar). L'enjeu provient du fait qu'une sédimentation excessive, non remobilisée par la mise en transparence du barrage de dérivation lors des crues, pourrait modifier la loi hauteur-débit du point de réglage de la retenue, et modifier ainsi la répartition

de débit avec le canal d'amenée ; dans de telles conditions, il existerait un risque de sur-débit dans le canal d'amenée lors d'une crue, ce qui serait une contrainte d'une part pour l'usine hydroélectrique, et d'autre part pour la sûreté des barrages latéraux du canal.

Ainsi, pour assurer les conditions adéquates de production hydroélectrique, des opérations de gestion sédimentaire (chasses, dragages) sont donc nécessaires pour les configurations suivantes :

- **R.H1) Retenue de type réservoir** (Génissiat / UHC#03-GEN), dont le mode de gestion sédimentaire courant vise à accompagner les chasses des ouvrages amont (Verbois, Chancy-Pougny). Le mode opératoire par dragage n'est pas pratiqué pour l'instant dans un but hydroélectrique vis-à-vis de la tranche utile, mais il peut l'être au plus près du barrage pour assurer la bonne fonctionnalité des organes de vidange (enjeu de production d'énergie combiné avec un enjeu de sûreté) ;
- **R.H2) Retenue de type fil de l'eau, à la confluence d'un affluent majeur** (Drôme / UHC#17-BLN, Durance / UHC#22-VAL, etc.). Cet enjeu est conservé pour mémoire ; il est aujourd'hui faible pour l'hydroélectricité dans la mesure où des actions de dragage sont réalisées aux confluences avant tout pour motifs de sûreté-sécurité ou de navigation ;
- **R.H3) Retenue de type fil de l'eau, en amont du barrage de dérivation** (La-Roche-de-Glun / UHC#15-BLV, Donzère-Mondragon / UHC#19-DZM, Sauveterre / UHC#21-AVI, etc.), sensible en particulier dans le linéaire entre la dérivation et le barrage de retenue qui ne fait pas partie du chenal navigable. Pour ce type de secteur, le mode de gestion sédimentaire privilégié est la mise en transparence du barrage de dérivation lors des crues, et il est fait appel à des dragages lorsque cette mise en transparence n'est pas ou plus en mesure de remobiliser les sédiments stockés ;
- **R.H4) Au niveau du barrage de retenue (et de la PCH le cas échéant)**, le bon fonctionnement des ouvrages mobiles et des prises d'eau, la protection du génie civil, etc. peuvent nécessiter localement et occasionnellement des opérations de dragages ;
- **R.H5) au niveau des différents équipements de monitoring des ouvrages** (échelle limnimétrique, sondes, etc.) qui sont susceptibles de subir des phénomènes de sédimentation ou de colmatage, ce qui peut présenter un enjeu pour le pilotage et l'optimisation de la production hydroélectrique : délimonage d'échelles limnimétriques (la plupart des UHC), délimonage d'un point de réglage (/ UHC#19-DZM, / UHC#21-AVI), d'un point de mesure (/ UHC#15-BLV), etc.



Figure 177 : Retenue de Sauveterre, hors chenal navigable, sensible à la sédimentation (21-AVI) (Géoportail)

- **CU) Le canal usinier (ou canal de dérivation)**

Le canal usinier (ou de dérivation) d'une usine hydroélectrique comprend un canal d'amenée en amont de l'usine, et un canal de restitution en aval de l'usine. Ces canaux ont été conçus à l'origine pour fonctionner en autonomie sédimentaire, par auto-curage (cf. détails au §.8.2 / Enjeux hydrosédimentaires / CU).

Comme pour l'enjeu navigation, il existe des exceptions à ce fonctionnement par auto-curage qui peuvent déclencher des enjeux hydroélectriques :

- **CU.H1) En cas d'engravement à l'entrée du canal :** ce constat n'est présent que sur le canal de Jonage (UHC#10-ALY), qui n'est pas pourvu d'un seuil sous-fluvial à son entrée, et qui laisse entrer environ ¼ des apports grossiers du Rhône alimenté par l'Ain (10 000 m³/an sur 30-40 000 m³/an). Ces matériaux se déposent dans les deux premiers kilomètres en aval de la diffluence au barrage de Jons. Un tel dépôt est de nature à modifier la loi de répartition de débits au niveau du barrage de dérivation, ce qui peut avoir des incidences sur la production hydroélectrique
- **CU.H2) En cas d'apport sédimentaire important d'un affluent :** le canal de Bourg-lès-Valence (UHC#15-BLV) reçoit les apports sédimentaires (sables fins) de l'Isère, dont une grande partie est libérée lors des chasses des ouvrages de la basse Isère. Le canal usinier est dimensionné pour évacuer les apports courants, mais certaines chasses espacées (2008, 2015) peuvent apporter des quantités importantes de sédiments avec des conséquences sur la production hydroélectrique de l'usine : difficultés de pilotage des lignes d'eau, colmatage des organes de fonctionnement, réduction de la puissance produite, perte de production, désoptimisation de la production ;
- **CU-H3) au niveau des différents équipements de monitoring des ouvrages** (échelle limnimétrique, sondes, etc.) qui sont susceptibles, comme dans les retenues, de subir des phénomènes de sédimentation ou de colmatage.



Figure 178 : Apports sédimentaires à la confluence de l'Isère dans le canal de Bourg-lès-Valence, pouvant impacter la production hydroélectrique (15-BLV) (Géoportail)

Le canal de restitution ne fait pas l'enjeu sédimentaire avéré pour la production hydroélectrique. Toutefois, on notera que la plupart de ces canaux ont fait l'objet par le passé, généralement quelques années après la mise en service de l'ouvrage, d'extractions à but énergétique. Les extractions portaient sur des matériaux grossiers et avaient pour objectif d'abaisser les niveaux d'eau en aval de l'usine pour ainsi augmenter la hauteur de chute nette et la production. Ces opérations menées entre 1970 et 1990 ne sont plus pratiquées aujourd'hui, et aucun dépôt de sédiment fin de justifie des opérations de dragages.

On notera toutefois que des phénomènes d'engravement (sables, graviers) de la restitution, du fait d'apports grossiers de Vieux Rhône sont possibles et pourraient être de nature à rehausser la ligne d'eau dans le canal de restitution, avec un risque de diminuer la hauteur de chute à l'usine. Un dernier type d'enjeu est donc ajouté :

- **CU.H4) En cas d'engravement à la restitution, risque potentiel pour la hauteur de chute**. Les secteurs concernés en l'état actuel du fonctionnement sont potentiellement : restitution de Chautagne / UHC#05-CHA ; restitution de Beauchastel / UHC#16-BEA ; Baix-le-Logis-Neuf / UHC#17-BLN ; restitution de Montélimar / UHC#18-MON.

- **UE) Les usines-écluses**

Dans la continuité des canaux usiniers, les organes de fonctionnement de l'usine hydroélectrique ont été conçus pour fonctionner en auto-curage. Néanmoins, en cas d'apports sédimentaires importants ou selon leur nature (limons, sables), des défauts de fonctionnement ou d'optimisation de la production peuvent être constatés, par exemple lorsque l'alimentation d'un groupe est perturbée par un dépôt sédimentaire. Ces défauts peuvent conduire en parallèle à des enjeux de sûreté (manœuvrabilité d'une vanne de fond, etc. ; cf. PARTIE C).

Pour assurer les conditions adéquates de production hydroélectrique, des dragages peuvent être nécessaires

- **UE.H1) Sédimentation à l'approche des organes mobiles d'usine** (prise d'eau, vanne de fond, vanne médiane, etc.) : dragage de la prise d'eau de préfiltration des groupes de l'usine de Bollène (/ UHC#19-DZM), dragage en amont de l'usine (/ UHC#04-SEY) ;

- **RC) Les Vieux Rhône ou Rhône court-circuités**

Sur les Vieux Rhône, il n'existe pas d'enjeu sédimentaire avéré en lien avec la production hydroélectrique, dans le sens où il n'est pas nécessaire d'y engager des actions de gestion sédimentaire pour entretenir ou optimiser la production hydroélectrique.

Inversement, les ouvrages de production hydroélectrique, superposés aux aménagements historiques (ouvrages Girardon, extractions) ont eu et continuent à avoir en retour des conséquences sur le fonctionnement hydrosédimentaire des Vieux Rhône, comme cela a été montré dans le rapport de Mission 2 (et dans le volet Ecologie de Mission 3).

- **RT) Le Rhône total ou Rhône libre**

Sur les sections de Rhône total, il n'existe pas d'enjeu sédimentaire en lien avec la production hydroélectrique du fait de l'absence d'ouvrages hydroélectriques sur ces linéaires.

Toutefois, un tronçon de Rhône total peut déboucher sur un ouvrage hydroélectrique et avoir des interactions avec lui, notamment en termes d'apports sédimentaires. Dans de telles conditions, il peut être fait l'hypothèse que ce transport sédimentaire est pris comme une donnée d'entrée pour la gestion de l'ouvrage conformément à la logique de continuité sédimentaire. Cette condition de continuité est respectée pour le seul cas du Rhône correspondant à cette configuration, à savoir l'ouvrage hydroélectrique de Jons-Cusset (UHC#10-ALY) qui reçoit les apports de l'Ain et du tronçon libre de St-Vulbas (UHC#09-VUL). La continuité sédimentaire est obtenue, d'après la consigne de gestion de l'ouvrage, par une mise en transparence de l'ouvrage lors des crues.

8.3.3 Enjeux hydrosédimentaires pour les CNPE par type de tronçon

Chaque prise d'eau de CNPE (Bugey, St-Alban, Cruas-Meysse, Tricastin) sert au refroidissement des installations et est susceptible, de par sa configuration en dérivation et en surlargeur, de subir des dépôts de sédiments fins. Toutefois, la prise d'eau du Bugey n'a pas eu à bénéficier de dragage car sa conception avec un déversoir latérale limite les apports sédimentaires. Par ailleurs, un débit minimal est nécessaire dans le Rhône pour assurer le débit de prélèvement : celui-ci est de 150 m³/s au CNPE du Bugey pour un fonctionnement à pleine puissance et si cette condition est garantie, elle suffit pour les autres CNPE en aval (à noter toutefois que le CNPE de Tricastin est situé sur un canal usinier et ne bénéficie donc pas à ce titre de la totalité du débit du Rhône).

Si le débit de prise d'eau ne peut être assuré à cause d'une sédimentation en entrée de prise d'eau, le CNPE ne respecte pas une condition majeure de fonctionnement et doit réduire sa production ou la cesser : il s'agit d'un enjeu de production d'énergie. Si la limitation de débit entrant ne permet pas au système de refroidissement de fonctionner correctement, il s'agit d'un enjeu sûreté (cf. PARTIE C/ §.3).

Ainsi, des opérations de dragages sont menées régulièrement sur les canaux d'amenée des prises d'eau afin de maintenir un volume de garde. Tous les CNPE sont concernés par ces opérations régulières, excepté pour le CNPE du Bugey.

A noter que, dans le cadre du démantèlement de l'ancienne prise d'eau de la centrale de Creys-Malville, un dragage a été réalisé, sans qu'il soit lié à un enjeu de production électrique.

Les canaux de restitution sont exempts de phénomènes de sédimentation tant qu'il existe un débit de sortie. En effet, un arrêt prolongé d'un CNPE serait susceptible de laisser entrer et décanter des sédiments du Rhône, ce qui pourrait menacer le bon fonctionnement de la restitution et nécessiterait d'établir un état des lieux sédimentaire avant remise en service.

Les seules actions de dragages concernent donc les prises d'eau, qui peuvent être distinguées selon leur localisation par tronçon homogène type :

- R.C1) prise d'eau de CNPE dans une retenue (St-Alban / UHC#13-PDR, Cruas-Meysse / UHC#18-MON) ;
- CU.C1) prise d'eau de CNPE dans un canal usinier (Tricastin / UHC#19-DZM) ;
- RT.C1) prise d'eau de CNPE dans une section de Rhône total (Bugey / UHC#09-VUL).

Tableau 56 : Volume de sédiments curés sur la période 2014-2017

	Débits (m³/s)		Volumes de sédiments dragués					
CNPE	Rhône(1)	Prise d'eau(2)	2014	2015	2016	2017	TOTAL	Moyenne/an
Bugey	150	64 (106)	0	0	0	0	**0**	**0**
Saint Alban	-	116 (140)	0	0	4 610	0	**4 610**	**1 152**
Cruas	-	16,8 (20)	35 000	0	22 334	25 105	**82 439**	**20 610**
Tricastin	-	156 (177)	15 000	12 000	10 430	6 048	**43 478**	**10 870**
Total	**-**	**-**	**50 000**	**12 000**	**37 374**	**31 153**	**130 527**	**32 632**

(1) débit minimal devant être garanti dans le Rhône. Le respect du débit au Bugey suffit pour les autres CNPE

(2) débit instantané calculé à partir du volume moyen annuel (donnée 2017). Entre parenthèse le débit maximal instantané autorisé

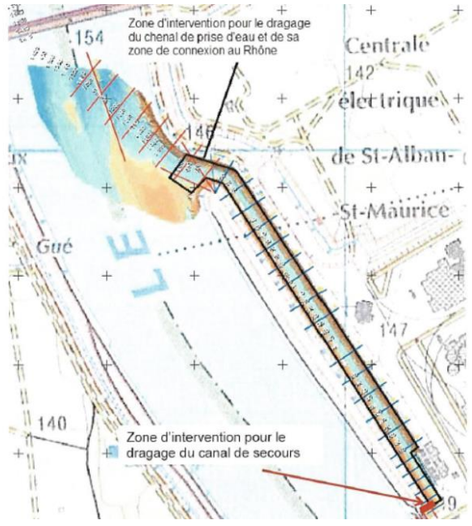


Figure 179 : Exemple d'enjeu sédimentaire à l'entrée d'une prise d'eau de CNPE (St-Alban, 13-PDR) (EDF, fiche de position, 2016)

8.3.4 Enjeux hydrosédimentaires pour les parcs photovoltaïques

- **(PV) Parcs photovoltaïques**

Les parcs photovoltaïques sont situés en milieu terrestre, en dehors des cours d'eau et canaux ; ils n'utilisent pas l'eau dans leur process et ne sont donc pas concernés par des enjeux sédimentaires. Ils peuvent toutefois parfois être exposés à des enjeux d'inondation (cf. PARTIE C).

On notera que se développent depuis quelques années des parcs photovoltaïque sur plan d'eau. C'est le cas par exemple de la centrale solaire O'MEGA1 de Piolenc (84) (UHC#20-CAD) qui a été inaugurée en 2019 par la société AKUO. Ces ouvrages ne sont pas plus concernés par des enjeux sédimentaires, mais ils sont exposés potentiellement à des enjeux d'inondation.



Figure 180 : Centrale solaire flottante de Piolenc (20-CAD) (© Akuo Energy)

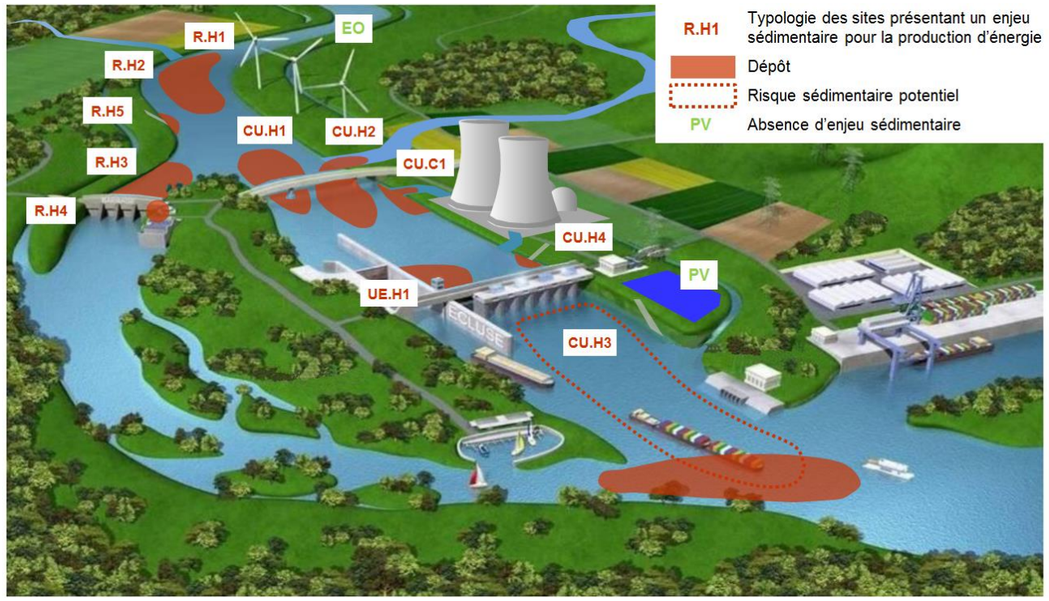
8.3.5 Enjeux hydrosédimentaires pour les parcs éoliens

- **(OE) Parcs éoliens**

Les parcs éoliens sont situés en milieu terrestre, en dehors des cours d'eau et canaux ; ils n'utilisent pas l'eau dans leur process et ne sont donc pas concernés par des enjeux sédimentaires. Ils peuvent toutefois parfois être exposés à des enjeux d'inondation (cf. PARTIE C).



Figure 181 : Centrale photovoltaïque et éolienne en amont du barrage du Pouzin (17-BLN) (© CNR)



R.H1 **:** retenue (réservoir / tranche utile)
R.H2 **:** retenue (fil de l'eau / confluence affluent)
R.H3 **:** retenue (fil de l'eau / amont barrage)
R.H4 : barrage de retenue (et PCH)
R.H5 : équipement de monitoring (échelle, sonde, etc.)
R.C1 : prise d'eau de CNPE en retenue (*non illustré*)
UE.H1 **:** barrage-usine organes mobiles usine
CU.H1 **:** engravement en entrée de canal
CU.H2 : confluence d'affluent (dans le canal)
CU.H3 : équipement de monitoring (échelle, sonde, etc.)
CU.H4 : canal de restitution (potentiel)
CU.C1 : prise d'eau de CNPE en canal
RT.C1 : prise d'eau de CNPE en Rhône total (*non illustré*)
PV : parc photovoltaïque
EO : parc éolien

Figure 182 : Synthèse schématique des enjeux sédimentaires pour la production d'énergie

ENERGIE HYDROELECTRICITE (H)

Type de tronçon homogène	Lieu	Importance socio-économique	Fréquence d'intervention	Importance des volumes	CALCUL	Energie Hydroélectricité (H)
RETENUE	Queue de retenue	3	2	3	2,7	R.H1
RETENUE	Linéaire retenue, surlargeur, sinuosité	3	2	3	2,7	R.H1
RETENUE	Confluence affluent	1	1	2	1,3	R.H2
RETENUE	Amont barrage	3	2	3	2,7	R.H3
RETENUE	Barrage (et PCH)	3	1	2	2,0	R.H4
RETENUE	Equipement monitoring	3	2	1	2,0	R.H5
CANAL USINIER	Entrée canal usinier	3	0	0	0,0	CU.H1
CANAL USINIER	Confluence affluent	3	1	3	2,3	CU.H2
CANAL USINIER	Equipement monitoring	3	2	1	2,0	CU.H3
CANAL USINIER	Canal de restitution	2	0	0	0,0	CU.H4
USINE-ECLUSE	Barrage-usine et organes mobiles	3	1	2	2,0	UE.H1

ENERGIE CNPE (C)

Type de tronçon homogène	Lieu	Importance socio-économique	Fréquence d'intervention	Importance des volumes	CALCUL	Energie CNPE (C)
RETENUE	Prise d'eau CNPE	3	3	2	2,7	R-C1
CANAL USINIER	Prise d'eau CNPE	3	3	2	2,7	CU-C1
RHONE TOTAL	Prise d'eau CNPE	3	0	0	0,0	RT-C1

8.3.6 Synthèse des opérations de gestion sédimentaire répondant à la production d'énergie (et globalement à l'exploitation des ouvrages)

Les opérations de gestion sédimentaire répondant à un enjeu d'exploitation sont de deux types :

- Opérations de dragages d'entretien ;
- Opérations de chasse dans les retenues.

Dans la base de données « dragages » exploitée en mission 4, les opérations répondant au présent chapitre sur les enjeux de production d'énergie sont rassemblées en grande partie sous le motif « exploitation ».

Toutefois, sous ce terme générique d'exploitation, sont rassemblées d'autres types d'actions qui répondent parfois à plusieurs motifs et qu'il n'était pas possible de distinguer.

Par ailleurs, on notera que dans la base de données, les opérations de dragages pour les CNPE ont été intégrées dans les prélèvements (cf. §.8.4) et n'ont pas été repris pour le volet production d'énergie afin d'éviter les doublons.

Pour l'exploitation, les volumes de dragages sur 1995-2018 qui s'élèvent à 782 855 m³ sur 1995-2018 (soit 32 619 m³/an en moyenne) sont répartis sur 35 sites (sur 263 au total, soit 13%), et ont fait l'objet de 115 opérations sur 947 (12 %).

Ces actions sont situées sur quelques unités, particulièrement dans la retenue (13 sites) et sur d'autres ouvrages (16 sites) : sur le Haut-Rhône, la retenue de Génissiat (03-GEN), avec des dragages en pied de barrage et au niveau de la prise d'eau de fond, constituent l'essentiel des opérations avec 293 963 m³. Sur Bourg-lès-Valence (15-BLV), la quasi-totalité des volumes provient du dragage de la retenue sur l'Isère en 1995 (115 696 m³). Sur Avignon, les volumes proviennent des dragages anciens sur la retenue de Villeneuve (147 590 m³) et du Port vedette de la CNR (108 139 m³ en 9 opérations).

Par ailleurs, des chasses sont menées sur les ouvrages suisses tous les 3 à 4 ans, et accompagnées par les ouvrages du Haut-Rhône français (APAVER). Ces opérations sont rendues nécessaires par la sédimentation continue des réservoirs (22% de comblement pour la retenue de Verbois, 51% de comblement pour la retenue de Génissiat, et par l'impossibilité d'atteindre une pente d'équilibre au sein de la retenue sans menacer le bon fonctionnement des ouvrages ou la pérennité d'enjeux riverains. Les chasses ont donc également vocation à répondre à des enjeux de sûreté et sécurité (cf. PARTIE C / §.2.3.3).

Le rapport de Mission 4 peut être consulté pour toute précision sur les opérations réalisées sur la période 1995-2018.

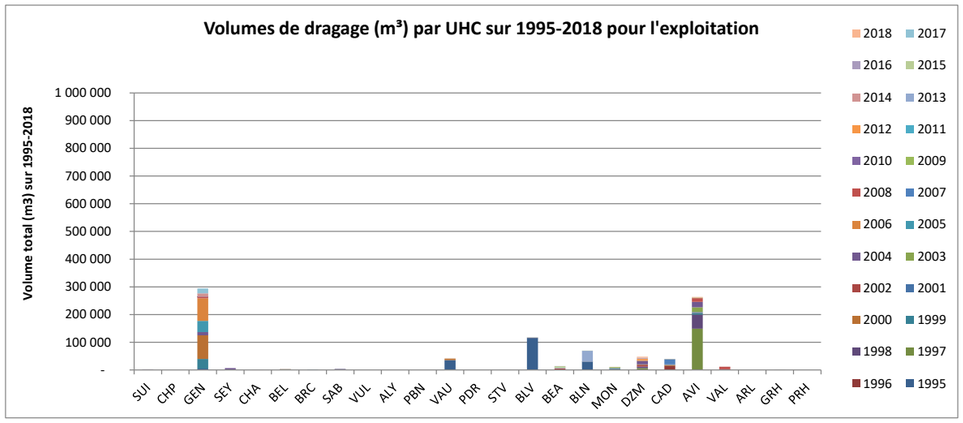
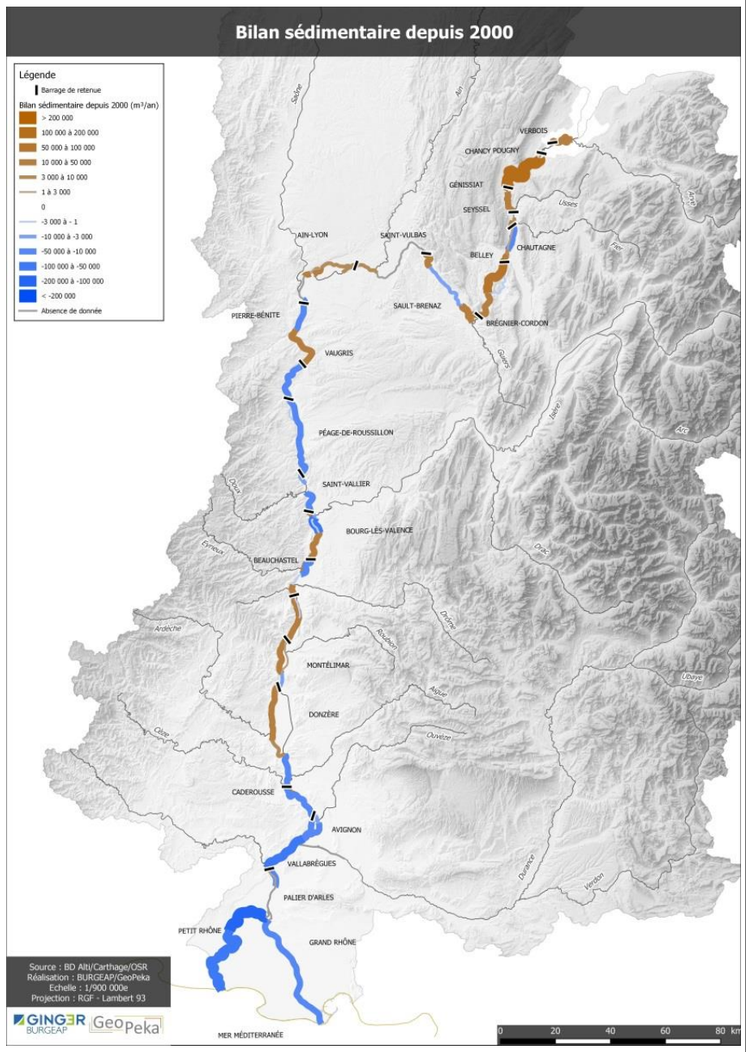


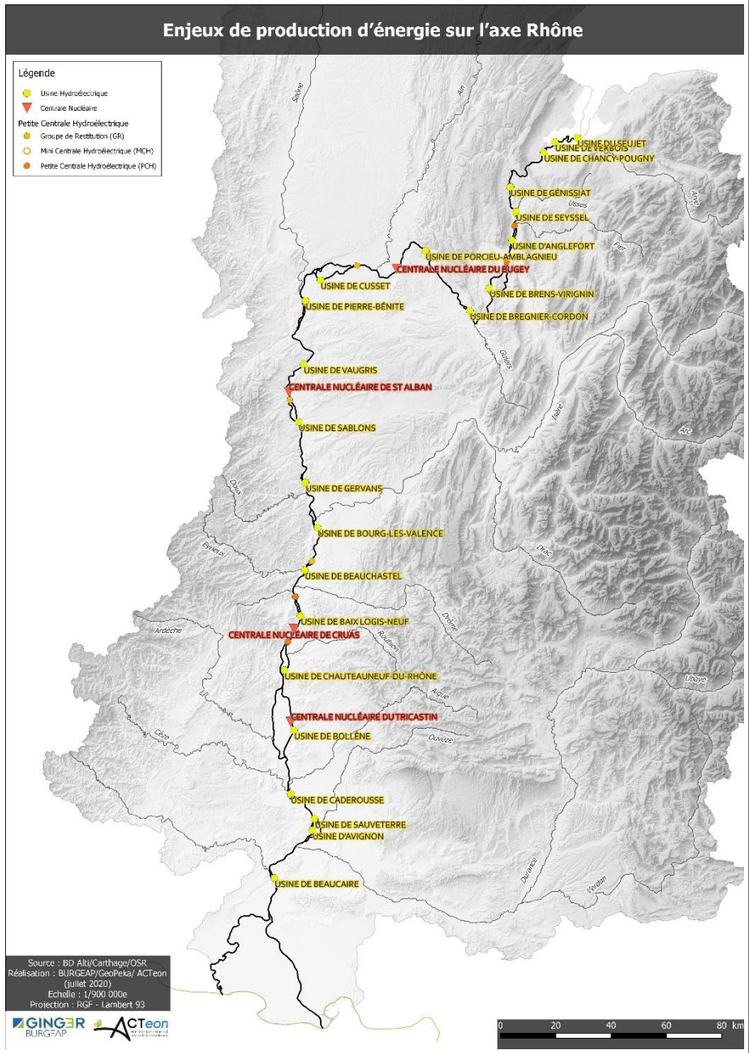
Figure 183 : Volumes de dragage par UHC sur 1995-2018 pour l'exploitation (toutes localisations)

8.3.7 Synthèse graphique des enjeux

Cf. page suivante.

Fonctionnement hydrosédimentaire global (MISSION 2)	Enjeux de production d'énergie (MISSION 3)	Opérations de gestion « exploitation » (MISSION 4)





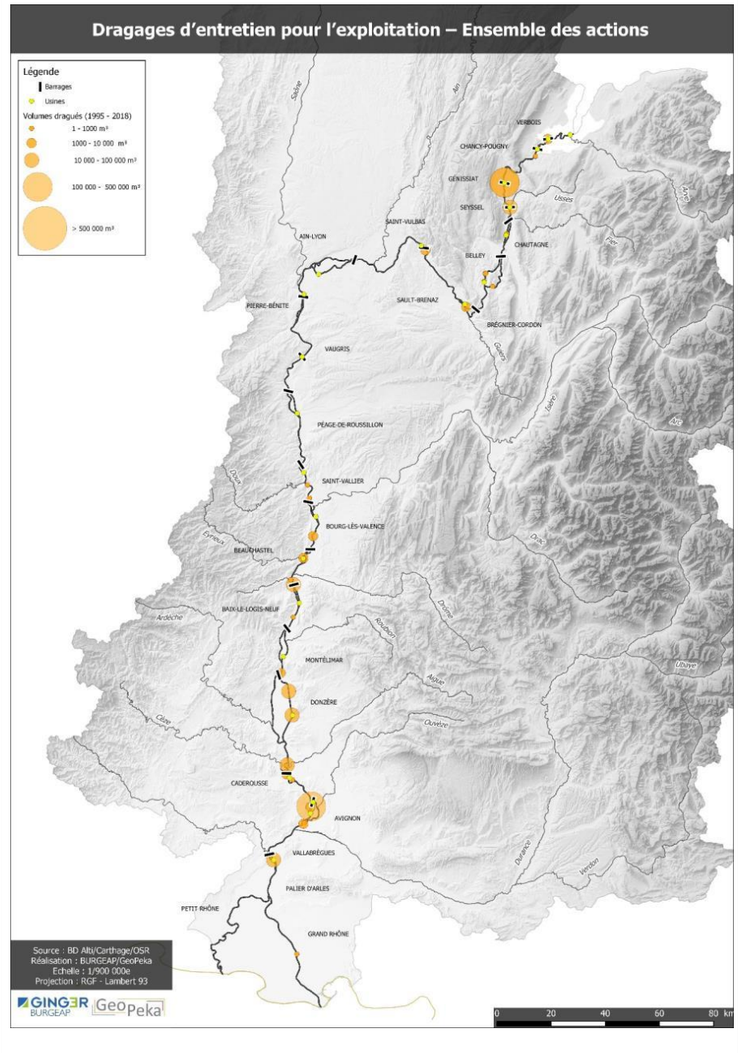


Figure 184 : Synthèse cartographique des enjeux sédimentaires liés à la production d'énergie

8.4 Enjeux sédimentaires liés aux prélèvements et rejets d'eau

8.4.1 Analyse préalable des enjeux

Les enjeux sédimentaires liés aux prélèvements et rejets d'eau résultent 1) du fonctionnement hydrosédimentaire du Rhône et 2) de la nécessité d'assurer le bon fonctionnement des ouvrages de prélèvements d'eau souterraine ou superficielle (cf. §.5.1), et des ouvrages de rejet (cf. §.5.2).

Le fonctionnement hydrosédimentaire du Rhône est étroitement lié à la présence des aménagements hydroélectriques et de navigation de la vallée. Chaque prélèvement ou rejet peut être soumis à des fonctionnements morphologiques différenciés, issus du diagnostic de Mission 2, et qui sont synthétisés par la suite.

Il est possible de distinguer – de façon non exhaustive – les grandes familles de prélèvements et rejets suivantes développées au chapitre 5 :

- Les prélèvements en eau superficielle :
  - Prise d'eau pour les CNPE,
  - Prise d'eau pour l'irrigation,
  - Prise d'eau pour l'industrie,
- Les prélèvements en eau souterraine :
  - Captages AEP,
  - Captages industriels, dont les CNPE,
  - Captages agricoles,
- Les rejets en eaux superficielles :
  - Rejets industriels, dont les CNPE,
  - Rejets de stations d'épuration (STEP).

D'autres familles de prélèvements ou de rejets (géothermie, prélèvements à usage local, etc.) ne sont pas analysées du fait de leur caractère a priori secondaire.

Les conditions de bon fonctionnement de ces installations de prélèvement ou de rejet présentent autant de cas particuliers qu'il existe d'ouvrages ; elles ne sont généralement pas définies par un cahier des charges comme dans le cadre d'une concession de navigation ou de production d'énergie.

Toutefois, ces installations font l'objet de déclaration ou d'autorisation Loi sur l'Eau, de Déclaration d'Utilité Publique (DUP), de servitudes, de conventionnements multi-partenariaux, etc. L'intensité du prélèvement en eau ou du rejet est généralement proportionnée à la capacité de la ressource en eau. Ainsi, les conditions d'usage sont tributaires de l'état de la ressource en eau, qu'il s'agisse de la nappe alluviale (niveau de nappe, réserve de l'aquifère) ou du cours d'eau (débit, niveau d'eau), a fortiori dans des conditions défavorables de changement climatique. Ces usages sont parfois dans l'obligation d'adapter leur production ou d'optimiser leurs équipements en cas de tendance au déficit ; ils doivent également prendre en compte les impacts potentiels ou avérés sur les milieux naturels.

Des conventions peuvent être établies entre gestionnaires pour limiter les périodes de déficit ou de tension (soutien d'étiage, etc.). Lorsque la ressource en eau est sollicitée au point que tous les usages et services ne peuvent être correctement assurés, un plan de gestion quantitative de la ressource en eau (PGRE) peut être institué afin de définir un programme d'actions vers une gestion partagée de la ressource eau ; c'est le cas actuellement dans la réserve naturelle de l'Ile de la Platière (UHC#13-PDR) où un PGRE est en cours de préparation pour adapter les prélèvements et favoriser la recharge de la nappe alluviale.

Dans les situations extrêmes, un déficit hydrique prolongé ou des conditions non satisfaisantes de production peuvent conduire à l'abandon d'un ouvrage de prélèvement et à son déplacement (captage plus profond, installation du captage sur un autre site). De telles situations ne semblent pas s'être déclarées sur le Rhône, mais elles ont existé par le passé sur d'autres cours d'eau (Allier, Loire) suite par exemple à l'incision du lit et de la nappe survenue après des extractions de granulats.

Le tableau qui suit récapitule les conditions techniques requises pour le bon fonctionnement des ouvrages de prélèvement et de rejet.

Tableau 57 : Synthèse des obligations techniques pour les prélèvements et rejets d'eau

Type de prélèvement	Conditions nécessaires aux prélèvements/rejets en lien avec le fonctionnement hydrosédimentaire
Prélèvements en eau superficielle	
CNPE	• Niveau d'eau minimal (cote de retenue, de canal usinier ou de Rhône libre) • Débit minimal dans le Rhône • Bon état de fonctionnement de la prise d'eau pour le débit nominal (absence de dépôt sédimentaire)
Captage irrigation	• Niveau d'eau minimal • Débit minimal dans le Rhône (ou le Vieux Rhône) • Bon état de fonctionnement de la prise d'eau pour le débit nominal (absence de dépôt sédimentaire)
Captage industriel	• Niveau d'eau minimal • Débit minimal dans le Rhône (ou le Vieux Rhône) • Bon état de fonctionnement de la prise d'eau pour le débit nominal (absence de dépôt sédimentaire)
Prélèvements en eau souterraine	
Captages AEP en nappe	• Cote minimale de nappe alluviale • Débit minimal dans les cours d'eau participant à l'alimentation de la nappe • Bon état de fonctionnement des éventuels ouvrages en eau superficielle (absence de dépôt sédimentaire) : station d'alerte, stations de pompage des bassins d'infiltration • Compatibilité de l'ouvrage avec d'éventuels risques hydromorphologiques (inondabilité des installations, exposition aux risques d'érosion, etc.)
Captage industriel	• Cote minimale de nappe alluviale • Débit minimal dans les cours d'eau participant à l'alimentation de la nappe
Captage agricole	• Cote minimale de nappe alluviale • Débit minimal dans les cours d'eau participant à l'alimentation de la nappe
Rejet en eau superficielle	
Rejet de CNPE (circuit de refroidissement)	• Conditions de rejets satisfaisantes en termes de cote de fond de lit (absence de sédimentation à l'exutoire) • Compatibilité de l'ouvrage avec d'éventuels risques hydromorphologiques (inondabilité des installations, exposition aux risques d'érosion, etc.)
Rejet de STEP	• Conditions de rejets satisfaisantes en termes de cote de fond de lit (absence de sédimentation à l'exutoire) • Compatibilité de l'ouvrage avec d'éventuels risques hydromorphologiques (inondabilité des installations, exposition aux risques d'érosion, etc.)

8.4.2 Enjeux hydrosédimentaires liés aux prélèvements et rejets d'eau

Afin d'analyser les enjeux et illustrer la partie précédente, plusieurs cas qui ont pu être collectés sur le Rhône à travers l'étude des différentes UHC et sont décrits dans cette partie. Cette approche n'est cependant pas exhaustive compte tenu de la multitude des situations rencontrées et se concentre sur les principaux prélèvements du linéaire.

- **Prélèvements en eau superficielle**

  - **Prélèvement superficiel de CNPE**

L'analyse des enjeux des CNPE est réalisée à partir des éléments transmis par EDF et en lien avec les enjeux de production d'énergie (cf. 8.3.3) :

- **RT.P1) Le CNPE du Bugey** (UHC#09-VUL) est situé dans un tronçon courant de Rhône total (RT.P1), bénéficie d'un débit minimal de 150 m³/s qui doit être garanti par les ouvrages hydroélectriques situés en amont et gérés par la CNR. Le respect de ce débit pour le site du Bugey, complété des débits de l'Ain, de la Saône, puis de l'Isère, entraînent de fait le respect d'un débit minimal pour les CNPE situés en aval (St-Alban, Cruas-Meysse, Tricastin) ;
- **R.P1 et CU.P1) Les CNPE de St-Alban (**UHC#**13-PDR), Cruas-Meysse (**UHC#**18-MON), Tricastin (**UHC#**19-DZM)** sont installés dans des linéaires de retenues (R.P1) ou de canal usinier (CU.P1). Les niveaux d'eau sont donc garantis par les cotes d'exploitation hydroélectriques et de navigation, et permettent à chaque site d'être en mesure de prélever le débit nécessaire. Toutefois, le site de Tricastin est plus sensible car il n'est pas situé sur un Rhône total et est donc tributaire de la répartition de débit à la dérivation ; par ailleurs, ces 3 sites sont sensibles à des phénomènes de sédimentation en entrée de canal de prise d'eau et doivent faire l'objet de dragages à intervalles réguliers (cf. partie sur les enjeux de production d'énergie / §.8.3.3).

Logiquement, pour des questions de ressource en eau, il n'existe pas de CNPE installés le long d'un Vieux Rhône et le code RC.P1 n'existe pas.

  - **Captages superficiels de réseau d'irrigation**

Pour les prises d'eau superficielles alimentant des réseaux d'irrigation, les enjeux sont analysés pour les principales prises d'eau à partir des documents collectés, de la base de données des dragages établie en Mission 4, et sans enquête auprès des gestionnaires :

- **RT.P2) Le canal Philippe LAMOUR du Bas-Rhône-Languedoc** irrigue depuis les années 1950 le Réseau Hydraulique Régional (RHR) de la Région Occitanie/Pyrénées-Méditerranée, concédé à BRL. Il est alimenté par une prise d'eau superficielle au sein du linéaire de Rhône total du Palier d'Arles (RT.P2), créée avant les aménagements pour la navigation des années 1970 (UHC#23-ARL). L'ouvrage est conçu pour admettre un débit maximal de 75 m³/s ; en pratique, le débit dérivé atteint actuellement de l'ordre de 12 m³/s en pointe et de l'ordre de 5 m³/s en moyenne annuelle.

  Une opération de dragage a été recensée en 2018 à l'entrée du canal (volume de 4 000 m³ graviers et limons), ce qui atteste qu'il existe un enjeu au niveau de la prise d'eau. Les informations collectées ne permettent pas de savoir si d'autres opérations ont eu lieu par le passé, ce qui est toutefois probable compte tenu des autres opérations de dragages menées pour la navigation en aval immédiat, aux abords de la diffluence Petit Rhône / Grand Rhône. On notera qu'en l'état, il est possible que la prise d'eau ne puisse admettre un débit de 75 m³/s.
- **RC.P2) Le SMHAR (Syndicat Mixte d'Hydraulique Agricole du Rhône)** possède une prise d'eau à Millery en rive droite du Vieux Rhône de Pierre-Bénite (RC.P1) qui permet d'irriguer les collines du Lyonnais (UHC#11-PBN). Un dragage a été réalisé à l'entrée de la prise d'eau en 1997 (1 425 m³ de limons) et a priori aucun autre dragage n'a été réalisé depuis ;
- **R.P2) des prises d'eau en retenue :**
  - **La prise d'eau de Savasse** dans la retenue de Montélimar (UHC#18-MON) a fait l'objet d'un dragage en 1995 pour 1 300 m³ de limons, et a priori aucun autre dragage n'a été réalisé depuis ;
  - **La prise d'eau de Pont-Vincent**, dans la retenue de Donzère-Mondragon (UHC#19-DZM) a fait l'objet d'un dragage en 2011 pour un volume de 130 m³ de limons.

On notera que les prises d'eau représentent plus d'enjeux quand il y a un canal secondaire créé pour ce prélèvement, qui nécessite alors des opérations de curages régulières car la diffluence du canal secondaire favorise la sédimentation.

Il s'agit des seules opérations de gestion sédimentaires connues ayant bénéficié à des prises d'eau superficielle pour l'irrigation agricole.

  - **Captages superficiels pour l'industrie**

Les captages industriels dans le Rhône sont relativement nombreux, notamment dans les zones industrielles et zones urbaines qui jouxtent des retenues du Rhône, voire des canaux de dérivation.

Cependant, il n'a pas été recensé d'action de gestion sédimentaire pour ce type d'usage et l'enjeu semble relativement négligeable, soit parce que les débits prélevés sont faibles, soit parce que les prises d'eau superficielles sont configurées pour être peu sensibles à la dynamique sédimentaire du Rhône.



Figure 185 : Prise d'eau du canal BRL Philippe Lamour (23-ARL) (Géoportail)



Figure 186 : Prise d'eau du SMHAR (11-PBN) (Géoportail)

- **Prélèvement en eau souterraine**

D'une manière générale, les captages en eau souterraine sont sensibles au bon fonctionnement des cours d'eau et des bassins versants participant à l'alimentation des aquifères, qu'il s'agisse du Rhône et de ses différents bras, de ses affluents, et des versants. En effet, les nappes alluviales sont alimentées à la fois par (SAFEGE, 2010) :

- Les eaux qui s'infiltrent au niveau de la plaine alluviale et de ses bordures. L'urbanisation peut impacter cette infiltration ;
- Le transfert d'eau depuis le cours d'eau au travers des berges et du lit → des phénomènes de colmatage (relation rivière – nappe) du Vieux Rhône par les fines particules qui peuvent impacter ce transfert d'eau et rendre le champ captant moins productif ;
- Les flux d'eau souterraine issus des nappes amont et adjacente, qui drainent les versants et les territoires situés de part et d'autre de la vallée.

D'après l'étude de la nappe alluviale du Rhône (SAFEGE, 2010), les enjeux portent avant tout sur l'occupation des sols, les pressions sur les aires de recharge des aquifères (évolution démographique, urbanisation, pratiques agricoles, industrie).

On sait toutefois que de bonnes relations cours d'eau / nappes sont également à la base d'un bon état de l'aquifère (Paran et al., 2015 ; caractérisation des échanges nappes/rivières en milieu alluvionnaire – Guide méthodologique). Les enjeux sédimentaires liés à ce bon fonctionnement portent en particulier sur le fonctionnement hydrosédimentaire à grande échelle (UHC, voire plusieurs UHC) et renvoient au rapport de Mission 2 et à la PARTIE B de ce rapport.

Compte tenu de ces préalables, dans cette partie, la priorité est donnée aux enjeux sédimentaires spécifiques à chaque prélèvement et interprétables à une échelle locale (tronçon homogène).

- **Captages AEP en nappe**

- **Le champ captant de l'agglomération d'Avignon à la Seignone** (UHC#21-AVI), dessert de l'ordre de 150 000 habitants à partir de la nappe alluviale en rive droite de la Durance, à proximité de la confluence avec le Rhône. Le diagnostic a rappelé le rôle des seuils sur la Durance (seuil de Callet – ou seuil n°68, seuils n°66 et 67) dans l'alimentation de la nappe ;
- **Le champ captant de l'agglomération de Nîmes situé à Comps-Beaucaire** (UHC#22-VAL), dessert de l'ordre de 200 000 habitants à partir de la nappe alluviale du Vieux Rhône de Vallabrègues. Ces captages sont situés dans un Vieux Rhône relativement stable (seuil de Beaucaire en aval, bilan sédimentaire stable) et ont bénéficié d'une augmentation du débit réservé en 2013 (84 m³/s contre 10 m³/s auparavant). L'aquifère d'une épaisseur de 10 à 20 m est suffisant pour assurer une production quotidienne de l'ordre de 45 000 m³/j.
- **Le champ captant de la Métropole de Lyon** (UHC#10-ALY) dessert plus d'un million d'habitants à partir de la nappe alluviale du Rhône sur l'Ile de Crépieux-Charmy située entre les deux bras principaux du Rhône : le canal de Miribel et le Vieux Rhône de Neyron. Ce champ captant s'est développé dans les années 1960 alors que le Rhône et ses différents bras étaient drastiquement exploités pour les granulats (fosses d'extraction jusqu'à 10 m de profondeur). Avec un transit sédimentaire annuel de l'ordre de 30 000 m³/an en sédiments grossiers, le captage est très sensible à la dynamique sédimentaire qui influence les niveaux d'eau, les répartitions de débits et l'intégrité des équipements lorsque des phénomènes d'érosion ou de dépôt se développent. Ces phénomènes se sont exacerbés depuis les années 2000 qui ont fait suite à l'interdiction d'extraction en lit mineur vers 1992-1994.



Figure 187 : Champ captant AEP de Nîmes-Beaucaire en rive droite du Vieux Rhône de Beaucaire (22-VAL) (Géoportail)



Figure 188 : Champ captant AEP de Crépieux-Charmy (Métropole de Lyon) entre Vieux Rhône de Neyron et canal de Miribel (10-ALY) (Géoportail)

Sur ce site de Crépieux-Charmy (10-ALY), plusieurs conditions sont nécessaires au bon fonctionnement de la production d'eau potable :

- **Des conditions traduites par conventionnement :**
  - le débit réservé du Canal de Miribel est porté de 30 à 60 m³/s pour soutenir la nappe alluviale lorsque le niveau du lac des Eaux Bleues de l'Ile de Miribel-Jonage, pris pour indicateur de la ressource en eau souterraine, atteint une cote seuil (convention de 1999 entre EDF et la Métropole de Lyon) ;
- **Des conditions non formalisées**, portant sur le site même du champ-captant, et connues de l'exploitant par retour d'expérience (BURGEAP, 2013) :
  - Répartition de débit à la brèche de Neyron de 50% pour le Vieux Rhône de Neyron (ou de Crépieux-Charmy) qui traverse le champ captant et de 50% pour le Canal de Miribel aval. Dans l'état actuel, cette proportion est de l'ordre de 15 % pour le Vieux Rhône et 85 % pour le canal de Miribel, alors que la conception initiale lors de la création de la brèche de Neyron en 1995 prévoyait une répartition équitable ;
  - Répartition de débit à la diffluence Vieux Rhône / Canal Sud favorable au Vieux Rhône à hauteur de 90 % (soit de l'ordre de 3 à 5,5 m³/s dans le Vieux Rhône pour un débit réservé de 30 m³/s / BURGEAP, 2014) ;
  - Bonne représentativité des mesures de la station d'alerte située en entrée du Vieux Rhône et sensible aux phénomènes d'engravement ;
  - Bon état de fonctionnement des prises d'eau des bassins d'infiltration qui assurent une recharge de la nappe et sa protection contre les pollutions potentiellement transitées par les cours d'eau bordant le champ captant (Canal de Miribel, Vieux Rhône de Neyron, Canal Sud). A ce titre, ces prises d'eau doivent permettre d'alimenter 2x4 pompes de 2000 à 3000 m³/h, soit un débit maximal de 5,6 m³/s. Ce débit de pompage est obtenu par un débit au moins équivalent dans le Vieux Rhône et une absence d'obstruction par les sédiments ; en effet, les prises d'eau sont gravitaires et sont situées sur la partie basse des berges immergées d'où leur sensibilité aux phénomènes de comblement ;
  - Maîtrise des risques hydrauliques dans le champ-captant, pour lequel l'inondabilité moyenne actuelle est la crue décennale, et qui pourraient être aggravés par un engravement des cours d'eau dans des secteurs favorables au dépôt ;
  - Régulation de pénétration du public au sein du champ captant depuis l'apparition des dépôts sédimentaires dans le delta de Neyron (entre brèche de Neyron et Vieux Rhône).

  Sur ces 6 derniers points, 5 sont liés au fonctionnement hydrosédimentaire, et notamment aux dépôts dans le Vieux Rhône des flux grossiers qui franchissent la brèche de Neyron (environ 20 000 m³/an). Ces apports étaient extraits par un carrier jusqu'en 1992. Depuis 2002, les dépôts ont commencé à menacer les installations (station d'alerte détruite par 2 fois en 2010-2012). Les études menées par BURGEAP (2013) montrent que l'admission d'un flux de sédiments grossiers dans le Vieux Rhône n'est pas compatible avec l'exploitation et la pérennité du champ captant. Un plan de gestion sédimentaire a donc été établi depuis 2013 et a conduit à plusieurs dragages pour entretenir le lit dans une situation de référence correspondant à la situation de 2006 environ (cf. UHC#10-ALY).

- **Pour les autres captages**, dont les principaux sont listés en PARTIE C / §.4.2, le détail des conditions et contraintes d'exploitation n'est pas connu. Toutefois, il peut être affirmé que sur les 25 captages les plus importants :
  - 60% (15 captages) sont situés en bordure d'une retenue ou d'un canal usinier, ce qui permet a priori de garantir un niveau de nappe satisfaisant pour l'exploitation (niveau minimal, faibles fluctuations, etc.) ;
  - 28% (7 captages) sont situés le long d'un Vieux Rhône, avec des conditions hydriques dépendantes du débit réservé. Toutefois, on notera que la totalité des ouvrages est soit située dans le remous de la retenue située aval (3 captages), soit abritée en amont d'un seuil qui garantit un niveau minimal de nappe (4 captages). Il n'existe donc aucun captage le long d'un Vieux Rhône libre ;
  - Sur ces 7 derniers captages en RCC, seul le captage de la Métropole de Lyon est situé le long d'un Vieux Rhône qui présente des flux de charriage grossier ; ce charriage est un facteur important de modification de la morphologie du lit et de contraintes pour l'exploitation. Les 6 autres captages sont potentiellement concernés par des excédents sédimentaires de sables ou de limons, mais des dragages sont opérés en amont ou à proximité pour d'autres usages :
    - Les captages de Nîmes-Beaucaire et Beaucaire, le long du Vieux Rhône de Vallabrègues, sont protégés des apports du Gardon par des dragages sur cet affluent. Les apports en sédiments fins qui franchissent le barrage de Vallabrègues transitent sans dépôt dans le RCC (cf. UHC#22-VAL / volet C). La présence du seuil de Beaucaire en aval assure un équilibre du profil en long du Vieux Rhône et des lignes d'eau, favorables aux captages ;
    - Les captages le long du bras d'Avignon (La Barthelasse, la Jouve, La Motte) sont situés au droit de sites de dragage enclenchés pour la navigation, l'accès et le bassin de retournement du port du Pontet (cf. UHC#21-AVI). Les gestionnaires des captages n'ont donc pas besoin de solliciter un dragage pour restaurer leurs conditions initiales d'exploitation puisque cela est assuré pour la navigation ;
    - Le captage de Miribel en rive droite du Canal de Miribel est situé le long d'une section en équilibre sédimentaire du fait de la présence du seuil du PK14 (cf. UHC#10-ALY). Pour ce captage il n'y a pas d'enjeu sédimentaire et aucun dragage n'est nécessaire ;

    En résumé, sur ces 6 derniers captages en bordure de Vieux Rhône, sans des opérations de dragages déclenchées pour des enjeux de navigation ou de sûreté hydraulique, 5 seraient potentiellement concernés par des phénomènes de sédimentation qui pourraient modifier voire contraindre leur exploitation (colmatage, érosion de berge, inondabilité). Le champ captant de la Métropole de Lyon est finalement le seul captage – et le plus important en volume de production d'eau potable – à devoir gérer des sédiments grossiers en quantité (20 000 m³/an) sur son site et pour son seul intérêt. Cela résulte de l'abandon de l'usage « extraction de granulats » dans les années 1990, alors que pour les autres sites, l'usage navigation ou l'enjeu sûreté maintiennent les conditions dans lesquelles le captage s'est développé.

En conclusion, l'analyse de ces différentes configurations le long du Rhône montre que les captages AEP présentent des enjeux de gestion sédimentaire différenciés selon les conditions rencontrées :

- **R.P3) en bordure d'une retenue**, un captage ne présente généralement pas d'enjeu sédimentaire vis-à-vis de son exploitation. La présence de la retenue peut être un facteur de stabilité de la nappe (niveau minimal, faibles fluctuations) et de sécurité pour la production d'eau potable ;
- **CU.P3) en bordure de canal usinier,** les conditions sont similaires à celles des abords d'une retenue ;
- **RT.P3) en bordure de Rhône total**, les captages AEP sont très peu nombreux. En effet, en aval de Beaucaire et Tarascon, dans le Palier d'Arles 23-ARL) et en Camargue (UHC#24-GRH et UHC#25-PRH), il n'existe pas de captage AEP significatif en dehors de celui d'Arles qui est éloigné du Rhône, les principales ressources en eau ayant été développées en dehors du delta (Crau, Montagnette, etc.) ; le long du Rhône de St-Vulbas, les captages existants sont de faible ampleur et présentent a priori peu d'enjeu compte tenu de la relative stabilité du Rhône dans ce secteur ;
- **RC.P3) en bordure d'un Vieux Rhône**, le captage puise dans les alluvions d'une nappe soumise à des fluctuations dépendante du débit réservé et de l'état de la ressource en eau. A contrario, un captage situé le long d'une retenue ou d'un canal usinier sera moins sensible du fait d'un niveau de nappe stabilisé par les ouvrages hydroélectriques ;

  Si le Vieux Rhône concerné connaît une activité sédimentaire significative (apport du Rhône amont, apport d'un affluent), avec du charriage grossier ou sableux en mesure de modifier la structure du lit, soit par incision (risque d'abaissement de la nappe), soit par engravement (exhaussement du lit et menace pour les infrastructures de captages), alors l'enjeu sédimentaire pour la production d'eau potable peut être significative. En effet, si en apparence un exhaussement du lit peut être bénéfique à la nappe, il peut être en réalité source de contraintes diverses et de vulnérabilité pour l'exploitation : évolution morphologique du lit, dégradation des berges et d'éventuels équipement, inondabilité plus fréquente des installations, etc.).

  L'analyse montre que le champ captant de la Métropole est le seul ouvrage de production AEP qui nécessite des opérations de dragages pour son seul intérêt, qui plus est pour des volumes conséquents, de l'ordre de 20 000 m³/an. D'autres sites comme Avignon (captages de La Barthelasse, la Jouve, La Motte) ou Beaucaire (captages de Nîmes-Beaucaire et Beaucaire) pourraient présenter des enjeux sédimentaires, mais ils bénéficient de dragages qui sont réalisés pour la navigation ou l'enjeu sûreté, et qui maintiennent l'état du Vieux Rhône dans les conditions qui ont vu le développement de la production d'eau potable.

○ Captages industriels en nappe

Les captages industriels peuvent présenter les mêmes configurations par rapport au Rhône que les captages d'eau potable : en bordure de retenue, en bordure de canal usinier, le long d'un Vieux Rhône ; ainsi que les mêmes sensibilités aux évolutions d'un Vieux Rhône.

Dans la base de données des actions de gestion sédimentaire traitée en Mission 4, il n'apparaît pas d'action concernant un ou des captages industriels, mais cette base ne peut être considérée comme exhaustive en termes de collecte des données. Aussi, à ce stade, on pourra supposer que les captages industriels ne possèdent pas d'enjeu sédimentaire avéré, ou que, à l'instar des captages AEP précédents sur Avignon et Beaucaire, ils bénéficient de mesures de gestion de type dragage réalisées pour d'autres usages.

Citons toutefois le cas particulier des captages de la plateforme chimique OSIRIS de Péage de Roussillon (UHC#10-PDR). En effet, ces captages en nappe ont été installés sur l'Ile de la Platière, le long de la lône de la Platière, avant la création de l'ouvrage hydroélectrique de Péage de Roussillon en 1977, et probablement après les principaux effets d'incision du Vieux Rhône liés aux aménagements Girardon. Si les installations de captages ne sont pas concernées directement par le Vieux Rhône qui s'écoule quelques centaines de mètres à l'ouest des puits, elles ont vécu indirectement, à travers l'abaissement de la nappe, l'incision du lit du Vieux Rhône qui a suivi l'aménagement hydroélectrique. Cette incision, estimée à 0,30 m en moyenne sur 1977-1994 (Cf. UHC#10-PDR / volet C) est relativement faible et a probablement eu des répercussions également très faibles au droit des puits à drain rayonnant, peu sensibles à la charge phréatique ; elle n'est donc probablement pas de nature à avoir baissé drastiquement leur productibilité et l'enjeu est probablement passé inaperçu aux yeux du gestionnaire.

Cet exemple sur un captage industriel mérite d'être mentionné pour la démonstration d'une situation de déficit sédimentaire d'un Vieux Rhône (a contrario des situations d'excédents vues précédemment). Toutefois, l'analyse montre que l'enjeu est faible et ne nécessite pas d'action de gestion sédimentaire en faveur des captages industriels.

○ Captages agricoles en nappe

Pour les captages agricoles en nappe, la situation est similaire aux captages AEP et industriels.

Aucune action de gestion sédimentaire en lien avec des captages agricoles en nappe n'a été recensée. Les enjeux sédimentaires sont a priori faibles pour ce type d'usage.

• Rejets en eau superficielle

○ Rejets industriels, dont les CNPE

Etant donné les objectifs de l'étude, il n'a pas été possible de recenser l'ensemble des rejets industriels. L'analyse est focalisée sur les rejets les plus importants d'un point de vue quantitatifs, à savoir les rejets des CNPE. Les rejets d'eau de refroidissement des CNPE présentent des configurations différentes selon les sites :

- **pour les CNPE de Bugey et de St-Alban (UHC#13-PDR)**, les restitutions sont dissociées des prises d'eau, du côté aval de la plateforme :
  - Dans le cas du Bugey (UHC#09-VUL), la prise d'eau ne nécessite pas d'opération d'entretien, et il n'a pas été mentionné non plus d'opération d'entretien à la restitution. Toutefois, le diagnostic de la fiche UHC#09-VUL montre qu'un banc d'alluvions existe au droit de la restitution. L'absence de données topographique récente ne permet pas d'identifier s'il existe un enjeu avéré et/ou si le site mérite d'être surveillé.
  - Dans le cas de St-Alban, la prise d'eau fait l'objet d'opérations d'entretien par dragage (cf. §.8.3.3), et il n'est pas mentionné d'opérations de gestion sédimentaire dans le chenal de restitution. Celui-ci ne pourrait éventuellement être sensible à la sédimentation de fines provenant du Rhône qu'en cas d'arrêt prolongé du CNPE sur une longue période, ce qui est peu probable ;
- **pour les CNPE de Cruas-Meysse (UHC#18-MON) et Tricastin (UHC#19-DZM)**, le rejet a lieu dans le même chenal que la prise d'eau. Aussi, les opérations de dragage de chenal d'amenée à la prise d'eau régulièrement réalisées profitent également pour le rejet ;

Ainsi, les enjeux liés aux rejets des CNPE ne se démarquent pas et peuvent être associés aux enjeux sédimentaires des prises d'eau de ces mêmes CNPE.

○ Rejets de STEP

Pour tous les rejets de stations d'épuration (STEP) recensés dans le cadre de l'étude pour les différentes UHC, le lieu de rejet est situé dans un affluent du Rhône ou dans le Rhône lui-même. Un rejet gravitaire dans le Rhône suppose que le rejet soit situé au-dessus du niveau d'eau ; cependant, compte tenu de contraintes locales comme pour les sites de Valence, Montélimar ou Avignon, il est observé des rejets de STEP dans une retenue endiguée ou dans un canal d'amenée, avec un rejet par pompage.

Pour les plus grandes agglomérations de la vallée, les rejets directs dans le Rhône ont pu être identifiées d'après le SCAN25 et le Géoportail (IGN) :

- **R.P4) au niveau d'une retenue :**
  - dans une queue de retenue (STEP de l'agglomération de Vienne / UHC#13-PDR) ;
  - dans une retenue non endiguée (STEP d'Aïre de l'agglomération genevoise / UHC#01-SUI) ;
  - dans une retenue endiguée (STEP de Valence / UHC#16-BEA ; STEP d'Avignon / UHC#21-AVI) ;
  - dans un contre-canal (STEP de Tournon / UHC#BLV ; STEP de Tain-l'Hermitage / UHC#15-BLV) ;
- **CU.P4) au niveau d'un canal usinier :**
  - dans un canal d'amenée (STEP de l'agglomération de Montélimar / UHC#18-MON) ;
  - dans un canal de restitution (STEP de la Métropole de Lyon à St-Fons / UHC#11-PBN) ;
- **RC.P4) au niveau d'un Vieux Rhône :**
  - Dans un Vieux Rhône (STEP de Lyon à Pierre-Bénite / UHC#11-PBN, Pt-St-Esprit / UHC#19-DZM) ;
- **RT.P4) au niveau d'un Rhône total :**
  - dans une section courante du Rhône (STEP Tarascon / UHC#22-VAL ; STEP de Beaucaire / UHC#23-ARL).

Pour ces différents sites, il peut exister des contraintes sur les rejets en cas de hautes eaux ou de crue. Il s'agit de contraintes hydrauliques de mise en charge.

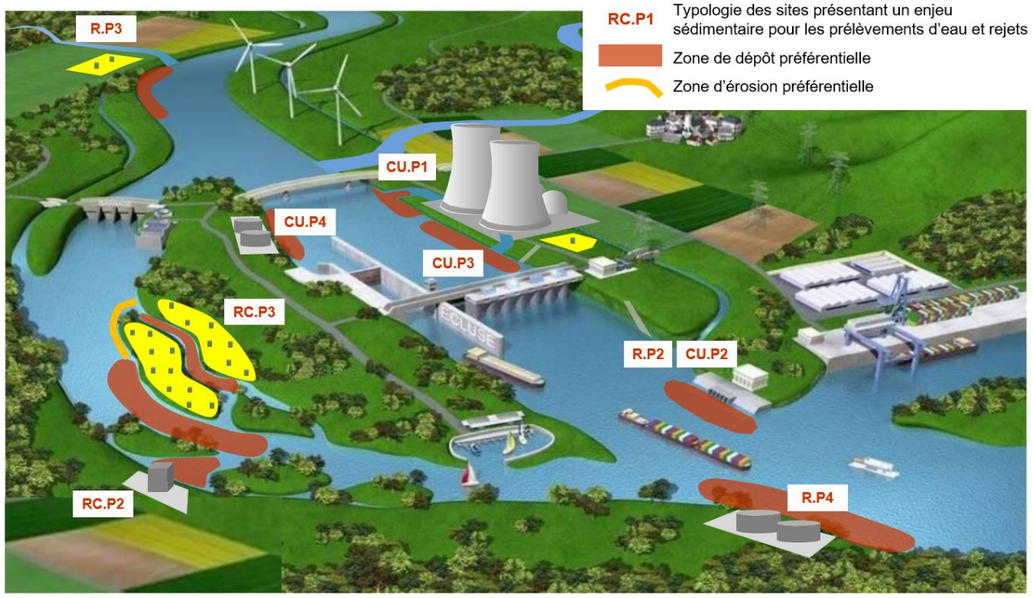
D'après les données collectées, aucun site de rejet de STEP ne semble en mesure d'être contraint par le fonctionnement sédimentaire du Rhône. Dans la base de données des actions de gestion sédimentaire traitée en Mission 4, aucune opération de ce type de site n'a été mentionnée. Il sera donc considéré que l'enjeu est négligeable mais il reste potentiel en cas d'engravement du lit pouvant menacer l'intégrité du rejet.

Toutefois on gardera en mémoire que les rejets de STEP peuvent affecter la qualité de l'eau et de façon indirecte la qualité des sédiments, par adsorption sur les particules, et des eaux interstitielles dans les sédiments. Il a été rappelé notamment le bénéfice apporté par la STEP d'Aïre en 1967 (UHC#01-SUI) sur les effets des chasses suisses (cf. §.5.2).



Aujourd'hui, certaines pollutions caractéristiques des rejets, par exemple industriels, présents dans le réseau d'assainissement, peuvent ne pas être traitées par les STEP et vont directement dans le milieu naturel. Les pollutions à mettre en avant dans le cas du Rhône est les polychlorobiphényles (PCB), lesquels sont très présents et d'origine exclusivement anthropique, avec une production industrielle débutant au cours des années 1930 (ACTeon 2009). Bien que l'utilisation des PCB dans les circuits ouverts (huiles, peintures, encres, etc.) et la production d'appareils contenant plus de 0,01 % de PCB en poids (transformateurs, condensateurs, inductances, etc.) ainsi que leur vente sur le marché (neufs et occasions) aient été respectivement interdites en France en 1975 et en 1987, les sources de pollutions par les PCB restent multiples (ACTeon, 2009).

Figure 189 : Stations d'épuration de la Métropole de Lyon à St-Fons (rive gauche) et Pierre-Bénite (rive droite) (11-PBN) (Géoportail)



R.P1 : prise d'eau CNPE (*non illustré*)
R.P2 **:** prise d'eau en retenue (agricole, industrielle, etc.)
R.P3 : captage en nappe
R.P4 : rejet de STEP
CU.P1 **:** prise d'eau CNPE
CU.P2 **:** prise d'eau en canal (agricole, industrielle, etc.)
CU.P3 : captage en nappe
CU.P4 : rejet de STEP
RC.P2 **:** prise d'eau en RCC (agricole, industrielle, etc.)
RC.P3 : captage en nappe
RC.P4 : rejet de STEP (*non illustré*)
RT.P1 : prise d'eau CNPE (*non illustré*)
RT.P2 **:** prise d'eau en Rhône total (*non illustré*)
RT.P3 : captage en nappe (*non illustré*)
RT.P4 : rejet de STEP (*non illustré*)

Figure 190 : Synthèse schématique des enjeux sédimentaires pour les prélèvements et rejets d'eau

PRELEVEMENTS (P)

Type de tronçon homogène	Lieu	Importance socio-économique	Fréquence d'intervention	Importance des volumes	CALCUL	Prélèvements eau (P)
RETENUE	Prise d'eau CNPE	3	3	2	2,7	R-P1
RETENUE	Prise d'eau superficielle	2	1	1	1,3	R.P2
RETENUE	Captage AEP en nappe	2	0	0	0,0	R.P3
RETENUE	Rejet de STEP	1	0	0	0,0	R.P4
CANAL USINIER	Prise d'eau CNPE	3	3	2	2,7	CU.P1
CANAL USINIER	Prise d'eau superficielle	2	0	0	0,0	CU.P2
CANAL USINIER	Captage AEP en nappe	2	0	0	0,0	CU.P3
CANAL USINIER	Rejet de STEP	1	0	0	0,0	CU.P4
VIEUX RHONE	Prise d'eau superficielle	2	1	1	1,3	RC.P2
VIEUX RHONE	Captage AEP en nappe	3	2	2	2,3	RC.P3
VIEUX RHONE	Rejet de STEP	2	0	0	0,0	RC.P4
RHONE TOTAL	Prise d'eau CNPE	3	0	2	0,0	RT-P1
RHONE TOTAL	Prise d'eau superficielle	2	1	2	1,7	RT-P2
RHONE TOTAL	Captage AEP en nappe	2	0	0	0,0	RT.P3
RHONE TOTAL	Rejet de STEP	1	0	0	0,0	RT.P4

8.4.3 Synthèse des opérations de gestion sédimentaire répondant aux usages de prélèvements

Dans la base de données « dragages » exploitée en mission 4, les opérations répondant au présent chapitre sur les enjeux de prélèvements sont rassemblées en grande partie sous le motif « prélèvement ».

Pour ces usages de prélèvement, les volumes de dragages sur 1995-2018 qui s'élèvent à 721 528 m³ sur 1995-2018 (soit 30 064 m³/an en moyenne) sont répartis sur 9 sites (sur 263 au total, soit 3%), et ont fait l'objet de 33 opérations sur 947 (3 %).

Ces actions sont situées sur quelques unités, dans des Vieux Rhône (2 sites) ou au niveau d'autres ouvrages (7 sites comme les CNPE, prises d'eau d'irrigation). On note principalement 4 sites actifs : les captages de la Métropole de Lyon (UHC#10-ALY ; 271 000 m³), le CNPE de St-Alban (UHC#13-PDR ; 63 610 m³), le CNPE de Cruas (UHC#18-MON ; 200 219 m³), le CNPE du Tricastin (UHC#19-DZM ; 198 149 m³) ; ces deux derniers ouvrages nécessitant des interventions très régulières (tous les 2 ans en moyenne). La prise d'eau du CNPE du Bugey ne nécessite pas d'entretien du fait d'une configuration favorable et d'une moindre quantité de fines en transit.

Le rapport de Mission 4 peut être consulté pour toute précision sur les opérations réalisées sur la période 1995-2018.

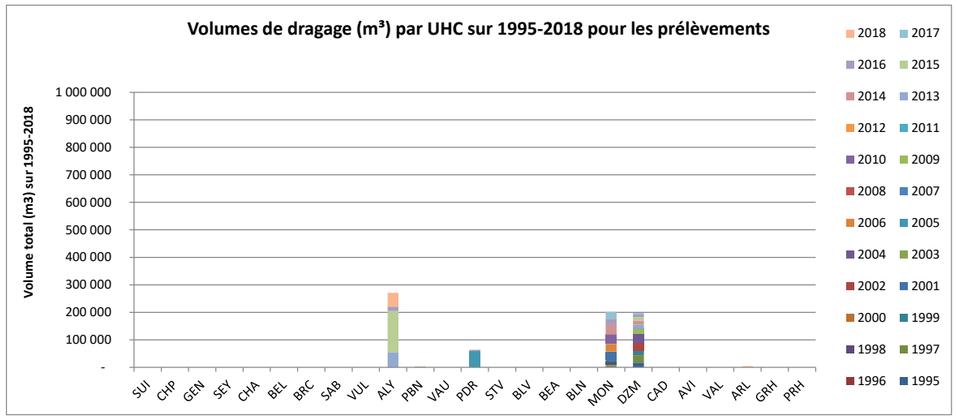
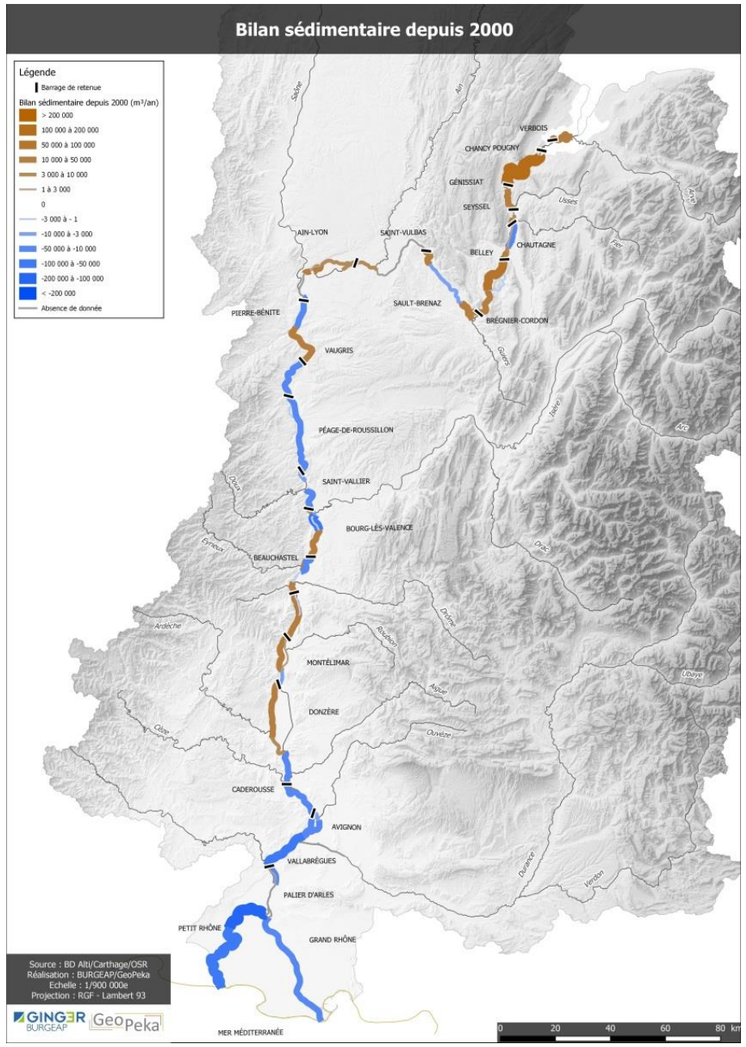


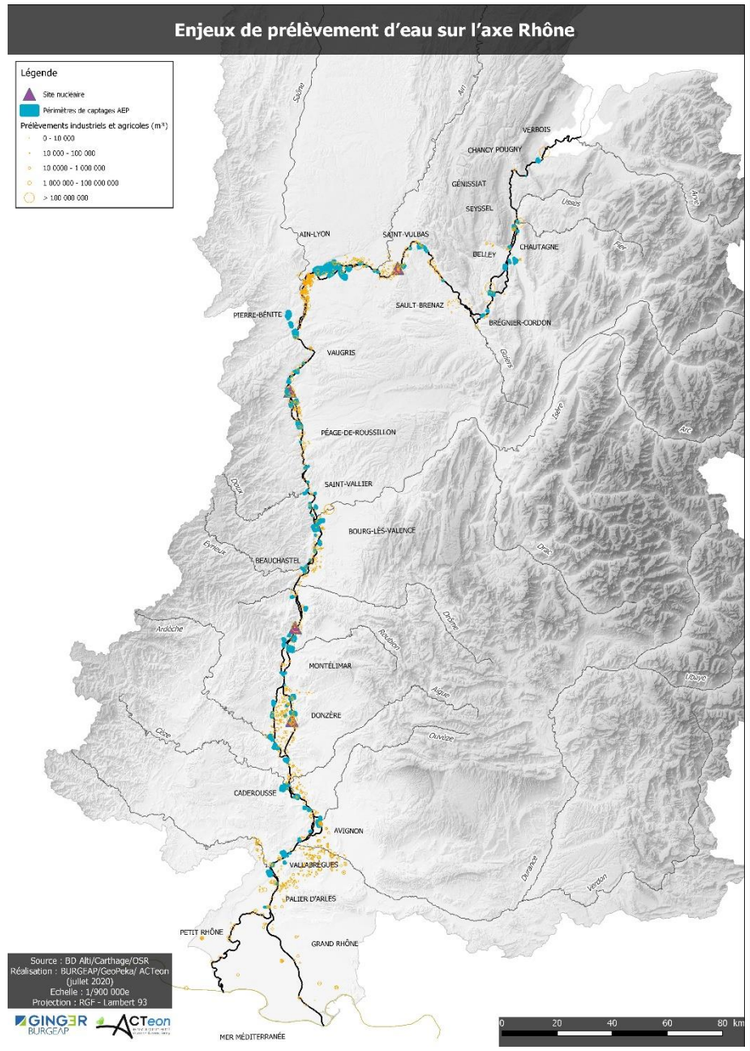
Figure 191 : Volumes de dragage par UHC sur 1995-2018 pour les prélèvements (toutes localisations)

8.4.4 Synthèse graphique des enjeux

Cf. page suivante.

Fonctionnement hydrosédimentaire global (MISSION 2)	Enjeux de prélèvements (MISSION 3)	Opérations de gestion « prélèvement » (MISSION 4)





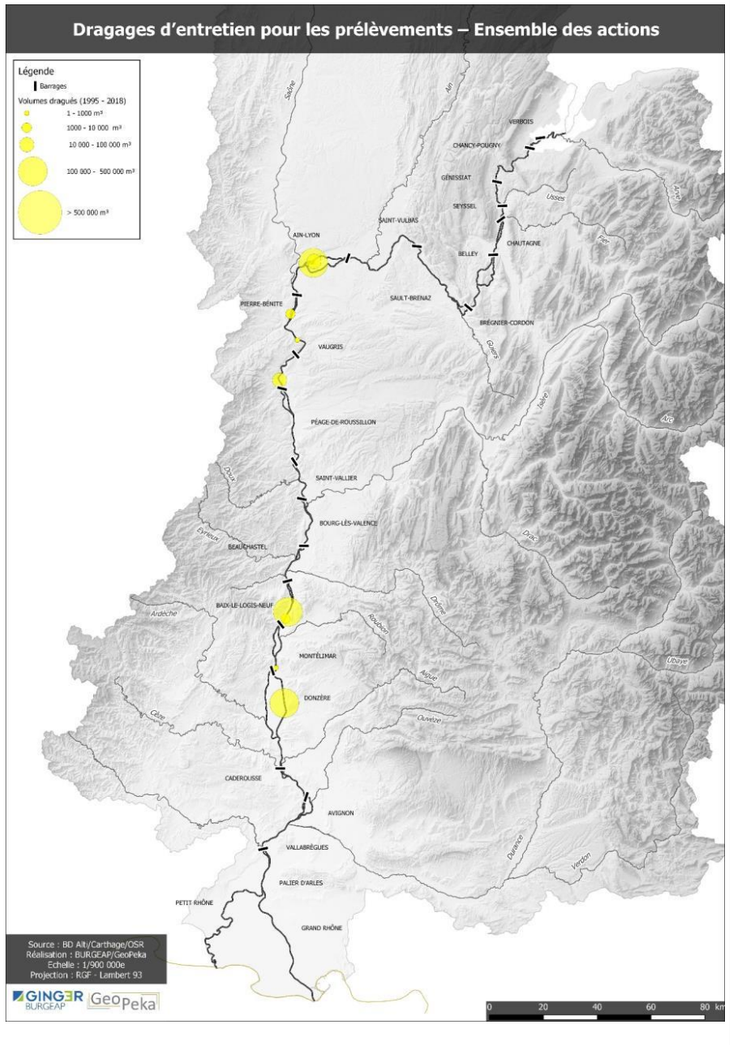


Figure 192 : Synthèse cartographique des enjeux sédimentaires liés aux prélèvements

8.5 Enjeux sédimentaires liés à l'exploitation de granulats

8.5.1 Analyse préalable des enjeux

Les enjeux sédimentaires liés aux exploitations de granulats résultent en théorie 1) du fonctionnement hydrosédimentaire du Rhône et 2) de la nécessité d'assurer les bonnes conditions d'exploitation des granulats.

Or, le diagnostic établi au §.6.2 apporte plusieurs éléments :

- Il n'existe plus de site d'extraction à caractère économique en lit mineur du Rhône (bien qu'il puisse en exister sur des affluents). En cela, l'arrêté du 22 septembre 1994 interdisant les extractions en lit mineur dans un but commercial est respecté ; cet arrêté stipule que si des extractions sont nécessaires à l'entretien dûment justifié ou à l'aménagement d'un cours d'eau ou d'un plan d'eau, elles sont alors considérées comme un « dragage ». En réalité, les dernières extractions à titre commercial, recensées dans l'analyse historique (ACTHYS, 2017), ont été réalisées dans les années 1995-1998 ; les opérations qui ont suivi s'apparentaient à des dragages d'entretien ;
- L'exploitation actuelle des granulats porte sur des gravières et carrières en lit majeur, en dehors des flux de charriage du Rhône actuel. On recense 11 sites de gravières en activité en lit majeur, le reste des sites étant des carrières sur terrasse ancienne (4) et des sites de stockage et/ou de recyclage de granulats (16). Les carrières en falaise en dehors des limites des UHC n'ont pas été recensées excepté 2 sites qui utilisent la voie navigable ;
- Sur un total de 31 sites, 11 ont accès à la voie navigable directement depuis l'installation, ce qui renvoie aux enjeux de navigation vus par ailleurs (§.8.2.3) ;
- Les exploitations de granulats de type gravière en lit majeur sont exposées aux crues du Rhône, ce qui se traduit par une inondabilité du site et par des potentielles mobilités du lit du Rhône. Cet enjeu est lié au volet sûreté-sécurité (cf. PARTIE C / 2.2.2).

8.5.2 Enjeux hydrosédimentaires liés aux exploitations de granulats

Aussi, deux types d'enjeu sédimentaire sont à considérer, aux titres :

- de la navigation et de l'accès aux pontons des exploitations ;
- de l'inondabilité et des risques d'interception de gravière par le Rhône.

- **Enjeu lié à l'accès à la voie navigable**

Pour les 11 sites accessibles par voie fluviale, l'enjeu sédimentaire se traduit en premier lieu par la maintenance des axes de navigation. A ce sujet, on peut se reporter aux enjeux sédimentaires concernant les ports et appontements (enjeux R.N7, CU.N4, RC.N4, RT.N3 décrits au §.8.2.3.).

En second lieu, des interventions au droit de chaque quai ou appontement peuvent être nécessaires pour l'accès des embarcations. L'analyse de la base de données constituée en Mission 4 sur les actions de gestion sédimentaire montre que sur ces 11 sites, seul celui de Lafarge Ciments sur le Vieux Rhône de Montélimar (UHC#18-MON) a fait l'objet d'interventions de dragage ces dernières années (il s'agit d'un site de fabrication de ciments, qui s'éloigne de la vocation d'exploitant de granulats pour le BTP). Les autres sites sont localisés dans des retenues (5 sites : SAB, VAU, BEA, CAD, AVI), dans un canal usinier (4 sites : PBN, PDR, deux sites sur DZM) ou le long d'un Rhône total entretenu pour la navigation (1 site : ARL) beaucoup moins sensibles à la sédimentation. Par ailleurs, des actions de dragages pour la navigation à plus grande échelle ont pu profiter à ces sites, notamment dans les retenues de Caderousse et Avignon.

Ainsi, d'après les informations collectées, en dehors du site Lafarge-Ciments (UHC#18-MON ; enjeu navigation RC-N2), l'enjeu sédimentaire lié à l'accès à la voie navigable peut être supposé comme négligeable. L'enjeu sédimentaire pour cette activité se rapporte pour le reste aux enjeux de navigation sur l'axe Rhône (§.8.2.3).

- **Enjeu lié aux crues du Rhône**

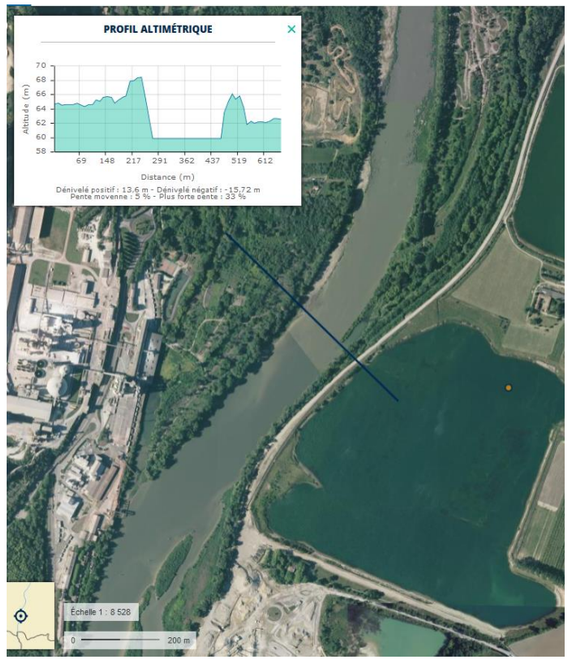
Du point de vue de l'exploitation de granulats, deux risques sont à considérer dans le cadre des crues du Rhône :

- **En cas d'inondabilité**, les apports de MES pourraient dégrader la qualité des gravières. En réalité ces impacts ne sont pas connus et sont probablement négligeables. En effet, on peut considérer que les gravières situées en arrière de digues de retenues ou de canal usinier sont peu fréquemment inondables ; par ailleurs, les impacts potentiels ne sont pas de nature à remettre en question une activité qui s'est généralement installée en zone inondable en connaissant le risque ;
- **En cas de fortes crues, une rivière est susceptible de voir son lit évoluer** latéralement par érosion et dépôt (cf. enjeux de sûreté-sécurité en PARTIE C / §.2.2.2). Pour le Rhône, la mobilité latérale est très fortement contrainte par les aménagements passés : aménagements Girardon la fin du 19ème siècle, aménagements hydroélectriques et de navigation (1948-1986), extractions dans le Rhône (1954-1995), extractions dans les affluents, etc. Les enjeux sont à considérer selon le type de tronçon homogène :
  - **R.G1 et CU.G) Les secteurs de retenue et de canal usinier** sont considérés comme non mobiles. L'enjeu lié à la mobilité du lit et au risque d'interception d'une gravière est donc nul ;
  - **RT.G1) Les portions de Rhône total** peuvent conserver une activité sédimentaire et une éventuelle mobilité latérale. Cependant, on ne note aucune gravière en lit majeur dans les 4 unités de Rhône total (VUL, ARL, GRH, PRH) ;
  - **RC.G1) Les Vieux Rhône** sont des secteurs qui peuvent conserver une part d'activité sédimentaire. En pratique, une seule gravière sur les 17 sites recensés (cf. Tableau 50) est située le long d'un Vieux Rhône : gravière de Châteauneuf du Rhône (UHC#18-MON). Dans ce secteur situé face au port de Lafarge-Ciments, l'activité sédimentaire du Vieux Rhône est contenue par des dragages du chenal navigable qui limitent les risques de mobilité latérale déjà réduits par les aménagements Girardon et l'hydrologie influencée. Il reste toutefois un enjeu morphologique du fait que l'espace tampon entre le Vieux Rhône et la gravière est limité à 40 m environ de large, avec un effet digue sur une hauteur de 3 m. Il existe donc a priori un risque d'interception de la gravière par le Rhône, qui n'a pas fait l'objet d'une caractérisation précise à ce stade.

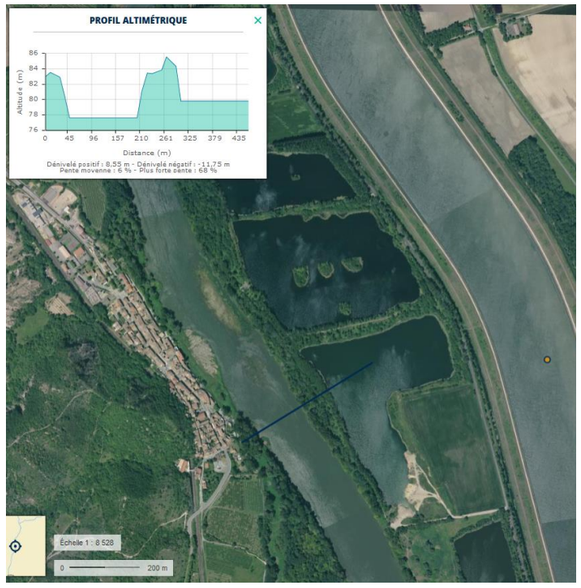
    Les Vieux Rhône sont également concernés par des gravières anciennes, sans activité et qui sont parfois situés à une faible distance du Vieux Rhône, avec un risque potentiel d'interception en crue. C'est notamment le cas d'anciennes gravières sur le Vieux Rhône de Baix-Le-Logis-Neuf.

8.5.3 Synthèse des opérations de gestion sédimentaire répondant à l'exploitation de granulats

Le rapport d'expérience de la Mission 4 montre qu'il n'existe pas sur la période 1995-2018 d'action de gestion sédimentaire en lieu avec les sites d'exploitation de granulats. Toutefois, les éléments précédents montrent qu'il existe des enjeux potentiels, soit par l'intermédiaire des voies navigables, soit par l'exposition des gravières aux inondations et à la mobilité potentielle du lit d'un Vieux Rhône.

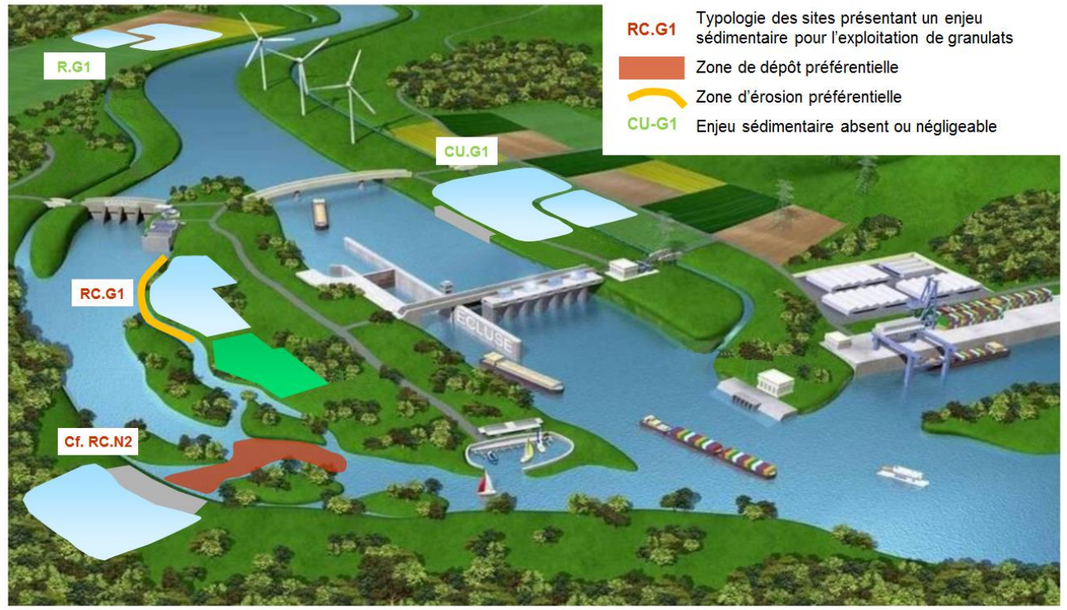


Gravière active de Châteauneuf-du-Rhône
(UHC#18-MON)



Anciennes gravières de Saulce-sur-Rhône
(UHC#17-BLN)

Figure 193 : Gravières anciennes et en activité exposées à un risque potentiel d'interception



R.G1 : Exploitation de granulats près d'une retenue (gravière active)
CU.G1 **:** Exploitation de granulats près d'un canal (gravière active)
RC.G1 : Exploitation de granulats près d'un RCC (gravière active en bleu, gravière ancienne en vert)
RT.G1 : Exploitation de granulats près d'un Rhône total *(non illustré)*

Figure 194 : Synthèse schématique des enjeux sédimentaires pour les exploitations de granulats

EXPLOITATION DE GRANULATS (G)

Type de tronçon homogène	Lieu	Importance socio-économique	Fréquence d'intervention	Importance des volumes	CALCUL	Exploitation granulats (G)
RETENUE	Gravière	2	0	0	0,0	R.G1
CANAL USINIER	Gravière	2	0	0	0,0	CU.G1
VIEUX RHONE	Gravière	2	0	0	0,0	RC.G1

8.6 Enjeux sédimentaires liés aux activités de loisirs

8.6.1 Analyse préalable des enjeux

Les enjeux sédimentaires liés aux activités récréatives et touristiques résultent 1) du fonctionnement hydrosédimentaire du Rhône et 2) de la nécessité d'assurer le bon fonctionnement de ces activités, représentées notamment par les activités de pêche (cf. §.7.2) et de loisirs nautiques (cf. §.7.3).

Le fonctionnement hydrosédimentaire du Rhône est étroitement lié à la présence des aménagements hydroélectriques et de navigation de la vallée. Chaque usage récréatif peut être soumis à des fonctionnements morphologiques différenciés, issus du diagnostic de Mission 2, et qui sont synthétisés par la suite.

Il est possible de distinguer les grandes familles d'usages récréatifs suivantes :

- Les pratiques de la pêche amateur et de la pêche professionnelle ;
- Les activités du tourisme et des loisirs qui sont directement liées au fleuve et à sa dynamique sédimentaire :
  - Navigation de plaisance (cf. enjeux §.8.2.3),
  - Rampes à bateau,
  - Base de loisirs, zone de baignade,
  - Activités en bassin de joute nautique pouvant accueillir plusieurs embarcations ;
- Les activités du tourisme et des loisirs qui sont indirectement liées au fleuve : bases de loisirs non connectées au fleuve, mais qui sont liés à la nappe alluviale, à des affluents ou des annexes du Rhône ;
  - Les usages terrestres qui bénéficient du cadre environnemental et paysager fournis par la présence du fleuve (voie verte, randonnée, etc.), et qui peuvent dépendre de la gestion sédimentaire à la marge car concernés par le risque inondation et les dépôts de sable sur les berges.

Les conditions de satisfaction des usages touristiques présentent autant de cas particuliers qu'il existe de situation ; elles ne sont généralement pas définies par un cahier des charges propre comme dans le cadre d'une concession. Toutefois, lorsqu'il existe un ouvrage, celui-ci a pu faire l'objet de déclaration ou d'autorisation Loi sur l'Eau, de servitudes, de conventionnements multi-partenariaux, etc.

Les usages touristiques actuels ont généralement été mis en place, sous forme de mesures d'accompagnement, avec les aménagements hydroélectriques qui ont fortement modifié les conditions locales de pêche, de navigation légère ou de pratique de sports nautiques. Ainsi, la CNR, en tant que concessionnaire, assure généralement la gestion sédimentaire jusqu'à l'entrée de ces sites. Les sites eux-mêmes sont gérés par des gestionnaires locaux. Par exemple, pour un port de plaisance comme le port de l'Epervière, le chenal navigable est entretenu par la CNR jusqu'au musoir de l'entrée du port ; les dragages à l'intérieur du port sont portés par la CCI, gestionnaire du site.

8.6.2 Enjeux hydrosédimentaires liés aux activités de loisirs

- **Pratiques de la pêche**

Le perpétuel remaniement du tracé des rives et des chenaux par les crues et le transport sédimentaire engendrent une grande diversité de formes alluviales et un emboîtement de chenaux d'âges différents dans la plaine fluviale. Cette diversité du paysage fluvial est source de richesse piscicole, en particulier le maintien du lien dynamique entre les différentes composantes fluviales (rives, annexes et chenaux).

Néanmoins, comme développé dans la PARTIE B, le peuplement piscicole est aujourd'hui influencé par le développement urbain, agricole et industriel ayant profondément modifié les modalités d'occupation de l'espace par les espèces, peuplement qui était auparavant gouverné par les caractéristiques géomorphologiques du cours d'eau. Les aménagements et l'urbanisation ont ainsi accentué les différences qui pouvaient exister dans la structure des peuplements rhodaniens en amont et en aval de Lyon et la confluence de la Saône.

Plusieurs facteurs sont à l'origine de ce changement structurel de peuplement, en particulier la pente du cours d'eau, la qualité et la température de l'eau ainsi que l'absence d'obstacles infranchissables (en particulier pour les poissons migrateurs tels que l'alose, l'anguille et la lamproie). En effet, la construction d'aménagements, notamment hydroélectriques, a modifié les conditions d'écoulement des eaux et de transfert des sédiments entrainant donc : une modification de la diversité et la disponibilité des habitats lotiques (d'eaux courantes), une fragmentation de l'espace fluvial (provoquant un isolement plus ou moins radical des populations) et une banalisation d'une grande partie du linéaire. Le débit du fleuve joue donc un rôle important sur le peuplement piscicole car certaines espèces, telles que la truite et le brochet, sont favorisées par les années à débits importants alors que le sandre a besoin de débits importants suivis d'années plus sèches (Bravard et al., 2010).

De plus, dans le cadre de la restauration des marges alluviales sur le Vieux Rhône de Pierre Bénite, une étude est actuellement en cours pour la remobilisation des matériaux des casiers Girardon à Vernaison/Irigny dans le cadre du Plan Rhône. Ces opérations posent des problèmes pour les pêcheurs qui utilisent aujourd'hui les épis comme « spot » de pêche (entretien mené avec les services de la Métropole de Lyon).

Ainsi l'aménagement du fleuve, la pollution des eaux et le transfert des sédiments ont contribué à la fragmentation des populations et au déséquilibre des peuplements par dominance de certains groupes d'espèces plus tolérantes, réduisant ainsi la diversité d'espèces piscicoles présentes dans le Rhône.

Face à ces transformations rapides, des efforts sont réalisés depuis les années 1990 pour améliorer les conditions de développement des populations de poissons dans le Rhône avec des travaux qui sont menés pour restaurer les habitats et favoriser la migration malgré les aménagements, notamment les passes à poissons et les aménagements sur les écluses, en particulier en aval du Rhône. Les écluses de Beaucaire, Avignon, et Caderousse ont été aménagées afin de créer un courant spécifique dans l'écluse (« débit d'attrait » de 60 m^3/s) et ainsi attirer les aloses dans le sas. Des passes à poissons ont également été construites pour permettre l'accès aux principaux affluents. En sept ans, 3,2 millions d'euros ont été investis pour la remontée des aloses dans le cadre d'un programme de protection de celles-ci. L'augmentation des débits permet ainsi de favoriser le développement d'espèces préférant des conditions d'écoulement rapides et/ou profondes (ombre commun, barbeau fluviatile, vandoise…), considérées comme typiques du fleuve avant l'aménagement. Ainsi à Pierre-Bénite, le débit minimal a été augmenté en 2000 (de 10-20 m^3/s) à 100 m^3/s puis en 2004 en Chautagne, en 2005 à Belley et en 2006 à Brégnier-Cordon. Des travaux de réhabilitation des annexes ont aussi permis de recréer des milieux stagnants et protégés, connectés au chenal principal afin de favoriser le développement d'espèces d'eau calme et créer des zones de nurserie pour les juvéniles. Ces travaux sont encourageants : par exemple, des aloses sont parvenu à franchir plusieurs écluses afin d'accèdes à des frayères (notamment de la Cèze et de l'Ardèche).

- **Activités en lien direct avec le fleuve**

  - **Rampes à bateau**

Les rampes à bateau sont très nombreuses sur l'ensemble du Rhône. Ces rampes sont classées dans les enjeux touristiques mais elles ont en réalité différentes fonctions :

- Accès au fleuve pour des embarcations légères du concessionnaire ou du gestionnaire (CNR, EDF, VNF) dans le cadre de l'exploitation des ouvrages ;
- Accès au fleuve sur les périmètres autorisés pour des embarcations légères d'usagers et riverains ;
- Accès au fleuve pour les services de secours, les travaux de surveillance, les travaux de maintenance d'ouvrages, les travaux scientifiques, etc.

Ces rampes à bateau peuvent subir des phénomènes de sédimentation dans les retenues ou les canaux usiniers, au même titre que les quais ou haltes fluviales (cf. §.8.2.3). Les opérations de gestion sédimentaire sont généralement menées pour plusieurs rampes dans un tronçon comprenant une ou plusieurs UHC. On peut lister les enjeux selon leur localisation en tronçon homogène mais il existe peu de différence de fonctionnement :

- **R.L1 : rampe à bateau en retenue ;**
- **CU.L1 : rampe à bateau en canal usinier ;**
- **RC.L1 : rampe à bateau dans un Vieux Rhône ;**
- **RT.L1 : rampe à bateau dans un Rhône total.**

  - **Base de loisirs, zone de baignade**

Le Rhône comprend plusieurs bases de loisirs ou zones de baignade connectées au fleuve.

A ce jour, d'après les données collectées, en dehors du bassin des Musards (/ UHC#15-BLV), aucune de ces bases de loisirs n'ont jamais fait l'objet de dragage d'entretien pour réduire la sédimentation en limons et sables. Cependant, plusieurs sites semblent commencer à présenter des enjeux, comme la base de Seyssel (/ UHC#05-CHA), les bases de loisirs de la Vallée bleue et du Point Vert (/ UHC#08-SAB), la base de loisirs du Lac du Lit au Roi (/ UHC#06-BEL), la base de loisirs du plan d'eau de Cuchet (/ UHC#07-BRC).

Le bassin des Musards présente un fonctionnement particulier avec une fonction hydraulique importante. En effet, il reçoit les apports du contre-canal de rive gauche de la retenue, débutant en amont avec les apports de la Bouterne ; les écoulements traversent le bassin de Musards puis se jettent dans le Vieux Rhône de Bourg-lès-Valence. Lorsque le Vieux Rhône est en crue, le bassin est inondé par remous hydraulique, ce qui favorise les dépôts sédimentaires du Rhône.

Tous les tronçons du Rhône sont potentiellement exposés à des enjeux de sédimentation. On peut lister les enjeux potentiels selon leur localisation en tronçon homogène :

- **R.L2 : base de loisirs en bordure de retenue** (bassin des Musards / UHC#15-BLV ; base nautique de Seyssel / UHC# 05-CHA ; bases de loisirs de la Vallée bleue et du Point Vert / UHC#08-SAB, base de loisirs des Roches de Condrieu / UHC#13-PDR) ;
- **CU.L2 : base de loisirs en bordure de canal usinier** (base de loisirs du Lac du Lit au Roi / UHC#06-BEL ; base de loisirs du plan d'eau de Cuchet / UHC#07-BRC) ;
- **RC.L2 : base de loisirs en bordure d'un Vieux Rhône** (base de loisirs à St-Pierre-de-Bœuf / UHC#13-PDR ; base nautique de Viviers / UHC#18-MON ; le club nautique d'Avignon / UHC#21-AVI ; base nautique de Beaucaire / UHC#22-VAL) ;

La situation de base de loisirs en bordure de Rhône total (RT) n'est pas observée sur le fleuve.

  - **Activités en bassin de joute**

Le Rhône comprend plusieurs bassins de joute qui ont une implantation historique ou réaménagée après les aménagements hydroélectriques, notamment dans le linéaire entre Lyon et Valence. Compte tenu de leur configuration relativement fermée et/ou influencée par un ouvrage en aval, ces sites sont sensibles à la sédimentation par des fines.

Plusieurs opérations ont été menées ces dernières années sur plusieurs sites : bassin de joute de Vernaison (/ PBN), bassin de joute de Grigny (/ UHC#11-PBN), bassin de joute de Serrières (/ UHC#13-PDR), bassin de joute de Valence (/ UHC#16-BEA). Les dragages portent généralement sur quelques milliers de m³ de matériaux limoneux.

On peut lister les enjeux selon leur localisation en tronçon homogène :

- **R.L3 : bassin de joute en retenue** (bassin de joute de Valence / UHC#15-BLV) ;
- **RC.L3 : bassin de joute en bordure d'un Vieux Rhône** (bassins de joute de Vernaison / UHC#11-PBN, Grigny / UHC#11-PBN, Serrières / UHC#13-PDR) ;

Les bassins de joute en bordure de canal usinier (CU) ou de Rhône total (RT) ne sont pas observés.

- **Les bases de loisirs non liées au fleuve**

Les bases de loisirs et zones de baignade en lit majeur, non connectées directement au fleuve sont nombreuses sur l'ensemble du linéaire. Il s'agit bien souvent d'anciennes zones de gravières réhabilitées en base de loisirs.

Pour ces usages, l'enjeu sédimentaire s'apparente à ceux des gravières (cf. §.8.5) ou à ceux des captages en nappe alluviale (cf. §.8.4.2). En effet, le niveau du (ou des) plan(s) d'eau est dépendant de l'état de la nappe, et celui-ci peut être dépendant du fonctionnement sédimentaire du Rhône dans les tronçons de Vieux Rhône ou de Rhône total ; cependant, les impacts sont potentiellement très faibles. Dans les périmètres proches de retenues ou de canaux usiniers, la nappe est moins sujette à fluctuations et l'activité sédimentaire du Rhône n'est pas en mesure de l'impacter.

Les enjeux pour des bases de loisirs non liées au fleuve sont donc faibles, et on peut lister les situations selon leur localisation qui est souvent privilégiée le long de Vieux Rhône :

- **RC.L4 : base de loisirs en lit majeur, à proximité d'un Vieux Rhône** (Grand Parc de Miribel-Jonage / UHC#10-ALY ; base de loisirs de Montmeillan à Montélimar / UHC#18-MON ; plan d'eau de Pignedoré à Pierrelatte / UHC#19-DZM) ;

- **Les usages terrestres**

Les usages récréatifs terrestres autour du fleuve sont nombreux : promenade, randonnée, vélo, etc. La ViaRhôna est emblématique de ces usages en permettant de relier Genève à la Méditerranée.

Ces usages ne sont pas directement liés au fonctionnement sédimentaire du Rhône. Les seules interactions ont lieu en période de crue lorsque les espaces terrestres concernés sont noyés, et potentiellement exposés à des dépôts de sédiments limoneux et/ou sableux. Ces enjeux épisodiques se rapportent plus précisément aux enjeux de sûreté et de sécurité.

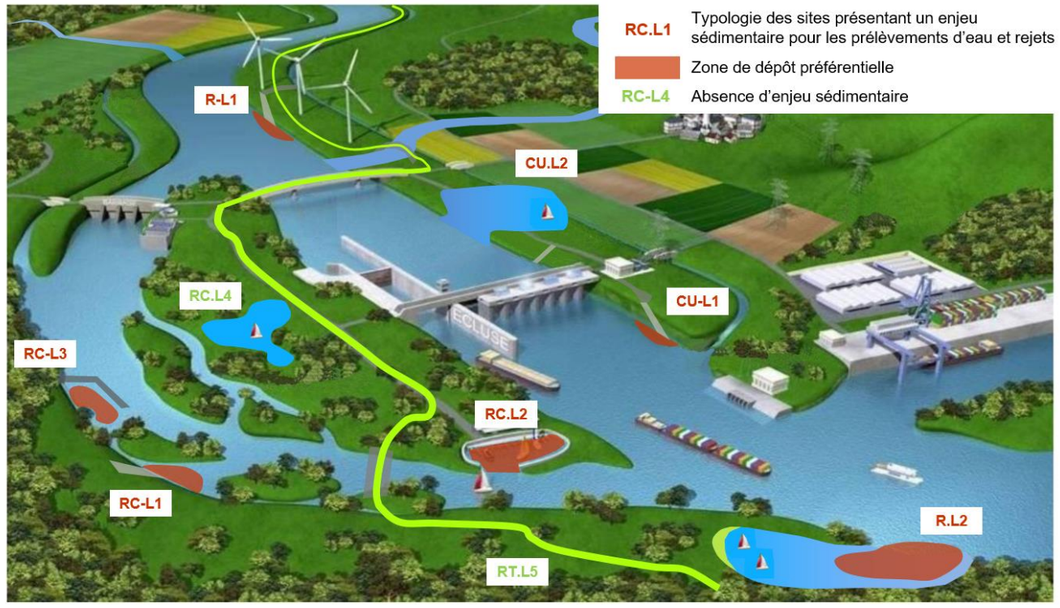
On retiendra comme site principal :

- **R.L5 : ViaRhôna entre Genève et la Mer Méditerranée**.

8.6.3 Synthèse des opérations de gestion sédimentaire répondant aux usages de loisirs

Le travail de Mission 4 ne permet pas aisément d'isoler les opérations de dragages menées pour les usages de loisirs et qui sont rassemblées dans un motif global « environnement » ou « autres motifs », et qui comprennent des petites actions à vocation écologique notamment.

Toutefois les ordres de grandeurs ci-dessous peuvent être retenus. Les volumes correspondants sont limités à quelques milliers de m³. Pour ces actions, les volumes de dragages sur 1995-2018 qui s'élèvent à 177 792 m³ sur 1995-2018 (soit 7 408 m³/an en moyenne) sont répartis sur 20 sites (sur 263 au total, soit 8 %), et ont fait l'objet de 44 opérations sur 947 (5 %).



R.L1 : rampe à bateau en retenue
R.L2 : base de loisirs en bordure de retenue
R.L3 : bassin de joute en retenue *(non illustré)*
R.L4 : base de loisirs en lit majeur, près retenue *(non illustré)*
CU.L1 : rampe à bateau en canal usinier
CU.L2 : base de loisirs en bordure de canal usinier
RC.L1 : rampe à bateau dans un Vieux Rhône
RC.L2 : base de loisirs en bordure de Vieux Rhône
RC.L3 : bassin de joute dans un Vieux Rhône
RC.L4 : base de loisirs en lit majeur, près d'un RCC
RT.L5 : voie verte ViaRhôna

Figure 195 : Synthèse schématique des enjeux sédimentaires pour les activités de loisirs

Type de tronçon homogène	Lieu	Importance socio-économique	Fréquence d'intervention	Importance des volumes	CALCUL	Loisirs (L)
RETENUE	Rampe à bateau	1	2	1	1,3	R.L1
RETENUE	Base loisirs connectée	2	1	2	1,7	R.L2
RETENUE	Bassin joute	1	2	1	1,3	R.L3
RETENUE	Base loisirs en lit majeur	2	0	0	0,0	R.L4
CANAL USINIER	Rampe à bateau	1	1	1	1,0	CU.L1
CANAL USINIER	Base loisirs connectée	2	0	0	0,0	CU.L2
VIEUX RHONE	Rampe à bateau	1	1	1	1,0	RC.L1
VIEUX RHONE	Base loisirs connectée	2	0	0	0,0	RC.L2
VIEUX RHONE	Bassin joute	1	2	1	1,3	RC.L3
VIEUX RHONE	Base loisirs en lit majeur	2	0	0	0,0	RC.L4
RHONE TOTAL	Voie verte ViaRhôna	2	0	0	0,0	RT.L5

PARTIE E. **SYNTHESE**

9 Synthèse des enjeux de gestion sédimentaire et de restauration des milieux

Le travail de Mission 3 a consisté à identifier les enjeux liés à la gestion sédimentaire du fleuve Rhône. Dans l'esprit du SDAGE Rhône-Méditerranée, les enjeux ne sont pas hiérarchisés ni indépendants ; a contrario, ils sont étroitement liés entre eux et doivent être intégrés de façon équilibrée, de façon notamment à concilier la gestion de l'eau avec le développement économique et le respect de l'environnement.

La Mission 3 identifie 3 grandes familles d'enjeux : les enjeux écologiques ; les enjeux sûreté-sécurité ; les enjeux socio-économiques. Les parties qui suivent résument les enjeux identifiés et détaillés dans le cœur du présent rapport.

• Les enjeux écologiques

Les milieux naturels aquatiques, humides et terrestres de la vallée du Rhône présentent une très grande diversité du fait des conditions climatiques, géologiques et orographiques qui s'étagent sur le parcours du fleuve entre le lac Léman et la mer Méditerranée.

L'hydrosystème rhodanien est un éco-complexe qui comprend le fleuve proprement dit, ses annexes (bras vifs et bras morts isolés du chenal principal) et la plaine d'inondation. Cet hydrosystème est composé de sous-systèmes aquatiques, de sous-systèmes semi-aquatiques (inondés pendant plusieurs mois ou quelques semaines) et de sous-systèmes terrestres en rapport avec la présence d'une nappe phréatique (inondés à l'occasion des fortes crues). Les sous-systèmes sont connectés par des circuits constitués par un réseau fortement ramifié dont l'artère principale est le chenal, et les milieux annexes sont des bras vifs, bras séparés, affluents, canaux, fossés.

Ces milieux naturels ont été fortement altérés, à partir du Moyen-Age et surtout à partir du milieu du 19ème siècle, par les aménagements du fleuve et de ses affluents (digues paysannes, aménagements Girardon, extractions de granulats, aménagements hydroélectriques). Ces aménagements ont peu à peu modifié la structure et l'équilibre du fonctionnement hydrosédimentaire, avec des mécanismes de :

- **déficit hydrique et déficit sédimentaire** qui se sont progressivement appliqués au niveau du lit mineur, notamment en termes de flux en sédiments grossiers, de débits réservés et morphogènes ;
- **déconnexion latérale** du milieu aquatique, du milieu terrestre et des affluents, du fait de la chenalisation et de l'incision du lit, et de la simplification des milieux écotones ;
- **excédent sédimentaire** en éléments fins dans les marges alluviales, les lônes, les retenues de barrages, etc. conduisant progressivement, en l'absence de processus de renouvellement, à la simplification, à l'assèchement et à l'atterrissement des milieux annexes.

Ainsi, les aménagements passés ont transformé le paysage alluvial et ont conduit à la diminution, voire à la disparition, de plusieurs types d'habitats remarquables, pendant que se recomposaient de nouveaux habitats secs ou des plans d'eau autour des infrastructures aménagées.

Avec les aménagements du milieu alluvial, des pressions environnementales se sont développées sur le milieu aquatique (compartimentage de la rivière, continuité écologique, pollutions de l'eau et des sédiments, notamment en HAP et PCB), sur le milieu terrestre (axes de communication, zones urbaines, zones d'activité, zones agricoles intensives, populicultures, espèces exotiques, gravières, pompages, rejets, etc.) et sur le milieu aérien (nuisances sonores, lignes électriques, éoliennes, etc.).

Aujourd'hui, les milieux naturels du fleuve les plus intéressants se concentrent dans les Vieux Rhône ou les linéaires de Rhône total, et restent d'une grande valeur écologique malgré une perte de fonctionnalité. Cela se traduit par de nombreux zonages réglementaires, contractuels et d'inventaire (ZNIEFF, zones humides, Natura 2000, réserves nationales et régionale, etc.), mais également par des obligations en termes de continuité biologique, de corridors écologiques et de réservoirs biologiques.

La qualité de l'eau est globalement moyenne à bonne et montre des améliorations sur les pollutions en HAP et PCB. Les peuplements de macro invertébrés subissent les évolutions d'habitats, mais également les fluctuations interannuelles et les évolutions thermiques vers un réchauffement de l'eau (rejets urbains, rejets industriels, changement climatique), en particulier depuis la canicule de 2003, qui participent à l'implantation d'espèces exotiques. Le Haut-Rhône bénéficient de conditions thermiques encore favorables donnant des indices biologiques relativement élevés, alors que le Rhône moyen puis le Rhone inférieur sont plus dégradés.

Les milieux naturels du Rhône peuvent être associés à 3 grands secteurs géographiques : le Haut-Rhône, le Rhône aval et le Delta. Si les habitats aquatiques ont été assez peu étudiés (il se dégage tout de même de grands faciès liés aux retenues, aux Vieux Rhône courants et aux Vieux Rhône lentiques sous l'influence d'une retenue aval), les habitats humides et terrestres sont assez bien connus, notamment à l'échelle des Vieux Rhône, et présentent encore une grande diversité : herbiers aquatiques et habitats d'eau stagnante à courante ; grèves et bancs de graviers et galets, sables et limons ; pelouses sèches et alluviales ; prairies humides et mégaphorbiaies ; forêts alluviales et saulaies basses ; végétations de ceinture des eaux et bas-marais ; berges érodées ; habitats littoraux.

Les peuplements piscicoles sont à l'image des milieux à la fois naturels et anthropiques, des conditions hydrologiques et thermiques pénalisantes, et des pressions environnementales sur le Rhône et ses affluents (continuité biologique). On dénombre ainsi 52 espèces piscicoles présentes dans le Rhône depuis la fin du 18ème siècle, caractérisées pour certaines par un large spectre de répartition (ablette, barbeau fluviatile, blageon, chevesne, etc.), des distribution plus locales (gambusie, loche d'étang, omble chevalier, silure), et globalement une forte régression des migrateurs amphihalins. Par ceux-ci : l'alose feinte, la lamproie marine, l'anguille et l'esturgeon (qui est au final la seule espèce à avoir définitivement disparu). L'anguille reste présente sur l'axe avec une réduction drastique de ces effectifs. L'apron du Rhône, seule espèce endémique du bassin versant, semble avoir quasiment disparu du cours principal du fleuve, mais garde des populations autonomes dans le bassin versant (Loue, Ardèche, Durance, Buëch, etc.). L'indice poissons IPR, bien que peu pertinent pour un grand fleuve comme le Rhône, montre que 80% des stations ont été classées en bon état entre 2013 et 2015, sans confirmation depuis, et sans toutefois qu'aucune station ne soit qualifiée de très bonne. La richesse spécifique démontre la valeur piscicole des UHC de Belley (06-BEL) et Brégnier-Cordon (07-BRC) sur le Haut-Rhône (20 à 30 espèces), alors que le reste du fleuve oscille entre 15 et 20 espèces sans tendance marquée entre l'amont et l'aval, excepté la qualité supérieure de certains Vieux Rhone (13-PDR, 19-DZM).

La fonctionnalité hydrosédimentaire du Rhône est révélée à travers l'état des peuplements piscicoles pour les espèces lithophiles (support de ponte graveleux) et psammophiles (support de ponte sableux). Les lithophiles sont bien présents sur le Haut-Rhône, de Chautagne à Lyon, en particulier dans le canal de Miribel.

La proportion de lithophiles baisse sur le Rhône aval, du fait des déficits sédimentaires et du pavage des milieux courants ; toutefois, celle-ci se démarque dans les Vieux Rhône de Baix-le-Logis-Neuf, Montélimar et Donzère, en lien notamment avec le rôle d'affluents à charge grossière (Eyrieux, Drôme, Ouvèze ardéchoise, Ardèche) qui permettent une recolonisation piscicole du Rhône par dévalaison. Plus en aval, leur proportion continue de baisser, notamment en aval des apports essentiellement fins de la Durance, sauf dans le Vieux Rhône de Caderousse bénéficiant probablement des apports grossiers et des peuplements de la Cèze.

Les psammophiles sont assez peu présents sur le Haut-Rhône, sauf dans la retenue de Belley ; leur influence diminue jusqu'à Vienne avant de remonter d'abord grâce aux apports sableux des affluents du Massif Central, puis en aval de la confluence avec l'Isère où les RCC de Baix-le-Logis-Neuf, Montélimar et Donzère se démarquent très fortement des retenues associées. Les apports sableux de la Cèze, du Gardon et de la Durance sont ensuite favorables aux psammophiles jusque dans le delta (Palier d'Arles, Grand Rhône et Petit Rhône).

La faune terrestre est avant tout remarquable pour les oiseaux, 150 espèces fréquentant le Rhône et son delta du fait du rôle majeur joué par le fleuve comme site de reproduction, axe de migration, site d'hivernage. Ces cortèges d'espèces sont associés à chacun des habitats précédents, avec des espèces aussi diversifiées et emblématiques que le martin pêcheur, la nette rousse, le guêpier d'Europe, la sterne pierregarin, le héron cendré, le milan noir ou le flamant rose. Sans être exhaustif, les autres espèces remarquables sont les mammifères semi-aquatiques (castor, loutre, campagnol amphibie), les chiroptères, les amphibiens (grenouilles vertes et rousses, triton crêté, rainettes arboricole, alyte accoucheur, pélobate cultripède, etc.), les odonates (nombreux agrions, aeschnes, etc.), reptiles (cistude).

Les enjeux de conservation de la faune sont liés au maintien et au renouvellement des milieux annexes et humides d'une part, et d'autre part des milieux pionniers autour du lit mineur, ce qui nécessite : 1) une alimentation hydrique adaptée en intensité (nappe, débits) et en fréquence (variabilité des débits, crues débordantes, etc.), 2) une activité hydrosédimentaire minimale pour entretenir les processus de régénération

(flux de grossiers, apports d'affluents, débits morphogènes, berges érodables), et 3) des interactions avec la végétation (bois morts, végétation de ceinture des eaux, etc.). Les sédiments grossiers (des sables grossiers aux galets) sont pour cela essentiels car ils structurent la morphologie du lit et offrent des habitats de repos, d'alimentation, de reproduction (frayères, nidification) et de refuge. La connectivité avec les annexes et les affluents vient compléter les conditions d'un bon fonctionnement de l'hydrosystème.

En termes de gestion, les deux premières causes des altérations citées précédemment (déficits, déconnexion) ont permis de tendre progressivement vers un nouvel équilibre morphologique qui répondait au cahier des charges des concessions et qui n'a pas été remis en question, sauf sous forme d'augmentation des débits réservés (entre 1999 et 2014).

La troisième cause (excédent en éléments fins dans les annexes) a conduit à déclencher des actions de dragages des lônes dès les années 1980, conçues comme des opérations de remise en état de lônes ayant subi des phénomènes de sédimentation, avec une approche plutôt hydraulique. Aujourd'hui, les lônes font l'objet d'opérations de restauration intégrée avec une vocation d'agir sur l'ensemble des fonctionnalités de l'hydrosystème, et à travers d'autres types d'actions.

L'ensemble des actions répondant aux enjeux écologiques est décrits en détail dans le rapport de Mission 4 :

- **Relèvement des débits et régimes réservés** entre 1999 et 2014 pour 14 tronçons de Rhône court-circuité (05-CHA, 06-BEL, 07-BRC, 10-ALY, 11-PBN, 13-PDR, 14-STV, 15-BLV, 16-BEA, 17-BLN, 18-MON, 19-DZM, 20-CAD, 21-AVI, 22-VAL), pour des débits « plafond » correspondant au 1/20 du module, voire plus sur certains ouvrages (Haut-Rhône, PDR). Le RCC de Sault-Brénaz (08-SAB) faisait déjà l'objet d'un régime réservé ;
- **Restauration de lônes et zones humides associées** pour 101 opérations au total réalisées entre 1986 et 2019, portant sur 76 lônes différentes parmi les 200 lônes que compte l'espace alluvial du Rhône ;
- **Restauration et reconnexion d'autres types d'annexes que les lônes** : anciennes gravières ou étangs, anciens casiers, actions sur les marais bordant le Rhône et connectés à sa nappe, reconnexion de zones humides en Camargue, etc. ;
- **Réactivation de la dynamique fluviale sur les marges alluviales** pour 8 opérations menées entre 2010 et 2018. Au moins 9 nouveaux projets sont en cours de développement ;
- **Réinjections sédimentaires** pour 3 opérations menées entre 2016 et 2019, pour un volume total de 52 000 m³. Des projets sont au stade d'étude sur d'autres sites.

En dehors des actions de restauration, l'enjeu écologique motive, sans commune mesure avec les enjeux sûreté ou socio-économiques, quelques actions de dragages au niveau des infrastructures (passes à poissons) ou au niveau de certaines confluences (dragages en vue de constituer un refuge lors de chasses).

- **Les enjeux sûreté-sécurité**

Les enjeux de sûreté-sécurité ont été déclinés selon 4 types : 1) sûreté des ouvrages, 2), sécurité de biens et personnes face aux inondations, 3) sûreté nucléaire, 4) sûreté de l'alimentation en eau potable.

1/ Les enjeux de sûreté des ouvrages : ces enjeux sont à différencier des enjeux de sécurité des biens et personnes face aux inondations. En effet, un ouvrage hydraulique formant retenue ou canal comporte un volume d'eau qui présente un enjeu de sûreté non seulement en période de crue (risque de rupture par surverse, risque d'érosion, etc.), mais également en période courante (risque de rupture par érosion interne, défaut de stabilité générale, etc.), alors que la sécurité des biens et des personnes intervient uniquement pour des événements de crues et d'inondations.

Les ouvrages intéressant la sûreté hydraulique sur le territoire sont gérés par les concessionnaires (CNR, EDF, SFMCP, SIG) et par les collectivités de compétence GEMAPI. Les ouvrages sont de classe A, B, C selon le décret digues de 2015, voire D s'ils ont été classés avec le décret de 2007.

Les ouvrages des concessions, sous la responsabilité des concessionnaires, ont tous fait l'objet d'un classement depuis 2019, et sont actuellement constitués de :

- 16 barrages de retenue (ou de dérivation) sur 22 installations hydroélectriques (3 en classe A, 13 en classe B), auxquels s'ajoute le barrage de l'Isère embranché sur le canal usinier de Bourg-lès-Valence ;
- 23 barrages-usines, dont 21 en France (18 en classe A, 3 en classe B), avec 12 écluses adossées à ces barrages pour former des « barrages-usines-écluses ». S'ajoutent également 2 écluses indépendantes d'usines (Barcarin, Port-Saint-Louis) et 3 systèmes d'écluse sur le Haut-Rhône, ces ouvrages n'étant pas classés ;
- Des barrages secondaires : passe navigable et barrage de garde de Donzère (B), barrage de Jonage (C), barrage-écluse de Savières (D), porte aval de l'écluse du canal d'Arles (B) ;
- Des barrages latéraux de retenues, de classe B pour la concession CNR, et de classes A et C pour la concession EDF de Cusset. Le linéaire total cumulé est de 395 km le long du Rhône, et comprend également 31 km de barrages latéraux sur des linéaires d'affluents intégrés à la concession (notamment Doux, Drôme, Roubion, Durance ;

Il existe également 17 seuils en travers, plutôt sur des Vieux Rhône (1 seul sur un linéaire de Rhône total), susceptibles d'être classés, dont 4 sont en dehors du domaine concédé (canal de Miribel). Enfin, les concessionnaires gèrent une multitude d'ouvrages annexes tels que : contre-canaux, siphons, aqueducs, canalisations, prises d'eau, bassins, stations de pompage, stations de mesures, échelles limnimétriques, etc. qui présentent également leurs propres enjeux de sûreté.

Sur la base des ouvrages précédents et des risques associés, les concessionnaires doivent assurer le respect de leur cahier des charges, avec 3 principaux types d'obligations :

- Dans les secteurs <u>non protégés</u> par les endiguements du Rhône (Vieux Rhône, queue de retenue), nécessité d'assurer le bon écoulement des crues et de ne pas aggraver les lignes d'eau par rapport à la situation avant aménagement ;
- Dans les secteurs <u>protégés</u> par les endiguements du Rhône (retenue, canal usinier), nécessité d'assurer la bonne tenue géotechnique et hydraulique des ouvrages (revanche minimale de 0,50 à 1,00 m sur les lignes d'eau en Q1000, surveillance / maintenance du génie civil des ouvrages, etc.) ;
- Pour les ouvrages annexes (contre-canaux, siphons, aqueducs, bassins, etc.), nécessité d'assurer un parfait état de fonctionnement des ouvrages dans un objectif de sûreté des ouvrages et de satisfaction des usages.

Les enjeux de gestion sédimentaire pour la sûreté-sécurité hydraulique apparaissent lorsque le fonctionnement hydrosédimentaire du Rhône ne permet plus de respecter les conditions précédentes. Un dragage ou une opération de chasse est alors nécessaire, sous forme programmée ou éventuellement en urgence suite à une crue du Rhône, d'un affluent ou d'une chasse. L'analyse montre qu'il existe de nombreuses configurations d'enjeu différentes, selon les obligations précédentes, selon la localisation (retenue, canal usinier, usine-écluse, Vieux Rhône, Rhône total), et selon la localisation d'une confluence dans les tronçons homogènes précédents. En effet, un affluent ne déclenche pas les mêmes types d'enjeu si sa confluence est située dans une partie endiguée de concession (retenue, canal) ou dans un RCC.

Globalement, le rapport de Mission 4 montre que les confluences sont un lieu privilégié pour les dragages liés aux enjeux de sûreté-sécurité, avec 253 862 m³/an (en moyenne sur 1995-2018), soit 2/3 des volumes annuels (388 151 m³/an) ; 62 confluences sur les 241 recensées sur le Rhône sont concernées. Les autres sites préférentiels sont les retenues, notamment les queues de retenue (17 sites, 94 110 m³/an), et les autres localisations, comme des ouvrages d'exploitation (siphons, aqueducs, etc.), sachant que les Vieux Rhône n'ont plus été dragués depuis 2007 pour l'objectif de sûreté-sécurité en crue.

2/ Les enjeux de sécurité des biens et personnes face aux crues et inondations

Les ouvrages de protection sous la responsabilité de collectivités GEMAPI représentent un linéaire total de 1 228 km au sein dans l'emprise géographiques des UHC, dont 83% en aval du défilé de Donzère. Un linéaire supplémentaire de 143 km porte sur des affluents du Rhône. Certains ouvrages le long du Rhône préexistaient avant les aménagements hydroélectriques et sont restés sous la compétence des collectivités. Au final, il appartient à chaque autorité compétente en matière de GEMAPI de choisir si elle souhaite intégrer les ouvrages non classés à un système d'endiguement classable au regard de l'article R.562-14 du Code de l'Environnement. Le classement en MEFM de certaines masses d'eau provient de contraintes techniques obligatoires (CTO) pour la protection contre les inondations (blocage lit mineur, limitation champ d'expansion de crue)

L'ensemble des ouvrages (sous concession et GEMAPI) intervient dans les modalités d'écoulement des crues et d'inondation dans les lits majeurs, qui sont caractérisés par des aléas d'inondation et aléas morphodynamiques. Au sein des UHC, on dénombre ainsi 471 km² de zones inondables pour le scénario fréquent (Q30), 1 442 km² pour le scénario moyen (Q100) qui couvre l'essentiel du fond de vallée, 1 496 km² pour le scénario extrême (Q1000) qui présente une faible extension au-delà au scénario moyen.

Les aléas morphodynamiques sont peu connus et restent en apparence faibles du fait du caractère figé du lit du Rhône suite aux aménagements passés (ouvrages Girardon résiduels, endiguements de concession). Cependant, des systèmes non contraints comme le Vieux Rhône de Chautagne ou contraints avec une forte capacité d'érosion (Vieux Rhône de Baix-le-Logis-Neuf, Montélimar, Donzère-Mondragon) montrent que ce type d'aléa de mobilité latérale ne doit pas être négligé.

Pour la stratégie de gestion de ces risques d'inondation, des Territoires à risques d'inondation (TRI) et SLGRI ont été mises en place en 2017 à partir de 6 territoires : 1) Aire Métropolitaine lyonnaise, 2) Vienne, 3) Valence, 4) Montélimar, 5) Avignon – Plaine du Tricastin – Basse vallée de la Durance, 6) Delta du Rhône. Ces démarches visent notamment à diminuer la vulnérabilité qui concerne actuellement : 250 000 personnes situées en zone inondable (Q1000), réparties sur 194 communes ; 39 000 entreprises représentant environ 100 000 emplois ; 1 000 bâtiments ou équipements publics exposés, répartis sur une centaine de communes. Les territoires des agglomérations lyonnaise et avignonnaise, et du delta sont les plus exposés.

Dans le cadre de la compétence GEMAPI, sur la base de la connaissance des risques et de niveau de protection validés, les collectivités compétentes assurent les travaux nécessaires pour maintenir voire améliorer ces niveaux de protection contre les inondations. Etant donné le faible linéaire de fleuve qui n'est pas dans le domaine concédé, les collectivités GEMAPI déclenchent, au-delà des actions de confortement des systèmes d'endiguement, un nombre limité d'actions de gestion sédimentaire pour cet objectif de protection des biens et des personnes.

Par exemple, dans le delta du Rhône, le SYMADREM a en charge la gestion des digues du Rhône, du Grand Rhône et du Petit Rhône ; il procède au confortement des ouvrages et à la sécurisation des biens et personnes exposés en lit majeur. Toutefois, il n'a pas eu à réaliser d'opération de gestion sédimentaire pour maîtriser les risques ou une aggravation des risques car la CNR intervient en premier lieu sur le chenal navigable. En vue d'améliorer le niveau de protection et diminuer les risques, le SYMADREM envisage des actions de restauration et de recul de digues (cas du Petit Rhône). Parmi les exemples de structure GEMAPI procédant à des opérations de gestion sédimentaire pour des enjeux de sûreté et de sécurité, on peut citer la Communauté de Communes Arche Agglo qui intervient à Tournon et St-Jean-de-Muzols (07) sur les engravements du Doux en amont de la RD1086 et du domaine concédé. La CNR intervient dans le domaine concédé, en ava du Pont de la RD1086.

3/ Les enjeux de sûreté-sécurité nucléaire portent sur les 4 CNPE de la vallée du Rhône : Bugey, St-Alban, Cruas-Meysse, Tricastin qui représentent 21,5 % de la production nationale en électricité d'origine nucléaire. Le site de Marcoule n'est pas dans les sites à enjeux, car bien que des installations nucléaires de base soient présentes sur site, l'absence de prise d'eau fonctionnelle fait qu'elles ne sont plus en interaction avec le fonctionnement hydrosédimentaire du Rhône.

Ces enjeux de sûreté-sécurité comprennent 3 composantes liées entre elles : enjeux socio-économiques de production d'énergie et de prélèvement d'eau (cf. plus loin), enjeu de sûreté hydraulique des installations. En termes de sûreté, ces enjeux se traduisent avant tout par : a) le respect de débits minimum dans le Rhône total et dans la prise d'eau, b) la sûreté des ouvrages vis-à-vis des inondations exceptionnelles ou d'une rupture éventuelle d'un ouvrage hydroélectrique situé en amont. Les barrages latéraux et remblais qui protègent les installations sont donc susceptibles d'être classés.

Cependant, ce sont bien les prises d'eau qui déclenchent des opérations de dragage lorsque des dépôts viennent limiter les débits de prélèvements, pour une moyenne annuelle de 17 410 m³/an (en moyenne sur 1995-2018) : le site du Bugey n'a pas besoin d'opérations de dragage du fait d'une configuration favorable de la prise d'eau (seuil en entrée) et d'apports sédimentaires fins limités ; le site de St-Alban a procédé à une grosse opération de 59 000 m³ en 2005, et depuis à de plus petites opérations ; le site de Cruas fait l'objet de régulières interventions (8 342 m³/an en 9 opérations), tout comme le site de Tricastin (7 125 m³/an en 12 opérations).

4/ Les enjeux de sûreté d'alimentation en eau potable portent sur les principaux captages de la vallée, pour lesquels il n'existe pas a priori de ressource alternative ou de possibilité de maillage de réseau compte tenu des quantités et de la qualité des volumes à délivrer aux abonnés. Bien qu'il n'existe pas d'analyse de la vulnérabilité de ces captages, une analyse a été menée sur les 25 principaux captages de la vallée, et en particulier sur 12 d'entre eux qui alimentent des agglomérations urbaines. Parmi ceux-ci, les captages de Valence (2,2 hm³/an), d'Arles (4,2 hm³/an), de Ternay et Grigny (sud-lyonnais) (10,6 hm³/an), d'Avignon et Sorgues (21,8 hm³/an) et le champ captant de Crépieux-Charmy de la Métropole de Lyon (80,9 hm³/an) qui représente à lui seul environ 1/3 du total des prélèvements AEP de toute la vallée.

Les questions de sûreté portent sur plusieurs aspects : sûreté des installations de prélèvement d'eau (prélèvements souterrains en général et parfois superficiels), sûreté des installations face aux risques d'inondation et de mobilité du lit, sûreté en termes de recharge effective de l'aquifère (rôle des fines et relations nappe/rivière), sûreté en termes de pénétration du public au sein des périmètres de protection. Le fonctionnement hydrosédimentaire peut déclencher ces enjeux de sûreté, en particulier lorsque le captage est situé le long d'un Vieux Rhône qui présente l'une de ces situations : 1) une activité sédimentaire de charriage (a fortiori en cas de retour de sédiments après une phase historique d'extraction), 2) une sensibilité au risque de colmatage, et 3) le Vieux Rhône ne présente pas d'autres enjeux qui nécessiteraient des dragages (navigation, écoulement des crues). Les captages de Crépieux-Charmy cumulent ces conditions défavorables et se retrouvent comme étant le seul site dans l'obligation de procéder à des dragages strictement pour l'usage AEP (271 000 m³ depuis 2013), alors que d'autres sites bénéficient de dragages pour des motifs différents (navigation, écoulement crues) : captages AEP d'Avignon bénéficiant de dragages pour l'accès au port du Pontet ; captages AEP de Nîmes-Beaucaire bénéficiant des dragages anciens et de la rupture de continuité sédimentaire sur le Gardon.

- **Les enjeux socio-économiques**

Les enjeux socio-économiques ont été déclinés selon 5 grands types : 1) navigation (N), 2) production d'énergie (H), 3) prélèvements d'eau (P), 4) activités de loisirs (L). Les activités d'exploitation de granulats (5), analysées dans le rapport de Mission 3 sont écartées des enjeux car elles ne déclenchent pas des opérations de dragage.

1/ Les enjeux sédimentaires liés à la navigation portent sur plusieurs axes de navigation : a) les axes de navigation marchande du Rhône aval entre le port de Marseille-Fos et Lyon (classe V) (prolongé en amont vers la Saône), et du Petit Rhône jusqu'à l'écluse de St-Gilles sur le canal du Rhône à Sète (classe IV) ; b) les axes de navigation de plaisance, qui empruntent les axes marchands précédents, et s'étendent sur le Haut Rhône (en l'état actuel dans un linéaire fermé de Classe I – gabarit Freycinet – entre Sault-Brénaz et Seyssel, avec une interruption à l'usine de Brégnier-Cordon en attente d'équipement), et se connectent avec des canaux secondaires (canal d'Arles, canal de Savières vers le Lac du Bourget).

VNF assure la gestion pour l'Etat du domaine public fluvial (DPF), et gère en régie, à la date d'émission de ce rapport, la navigation sur le Petit Rhône et le canal du Rhône à Sète, ainsi que d'autres ouvrages annexes. La CNR, intervient en tant que concessionnaire des installations de navigation sur l'ensemble du linéaire du Rhône aval, et sur le Haut Rhône en amont de Sault-Brénaz.

Depuis 1980 et le dernier ouvrage aménagé sur le Rhône aval (Vaugris), la remontée de la mer à Lyon est possible sur 330 km (162 m de dénivelé) par la présence d'un chenal navigable le long des retenues et des canaux usiniers, et de 14 écluses de grand gabarit installées à hauteur des barrages-usines. Cette voie navigable peut être empruntée par des convois de 1 500 à 6 000 tonnes (automoteurs, convois poussés, barges de poussage) et qui donnent accès à de nombreux ports et quais, eux-mêmes souvent connectés à

des zones d'activités : Marseille-Mer, Arles-Nord, Beaucaire, Le Pontet, L'Ardoise, Lafarge-ciments, Portes-lès-Valence, Salaise, Loire-St-Romain, Port Edouard-Herriot à Lyon.

Les aménagements permettent aujourd'hui d'assurer une navigabilité du Rhône de l'ordre de 355 jours par an, avec un mouillage garanti de 3 m et une vitesse d'écoulement inférieure à 2 m/s, alors que navigabilité était limitée à environ 170 jours/an avant les aménagements Girardon. Ces derniers aménagements avaient permis de se rapprocher d'un objectif de navigabilité sur 355 jours par an, mais le mouillage assuré était limité à 1,60 m et il restait quelques passages difficiles à franchir.

Le trafic fluvial de marchandises porte sur des filières variées telles que les matières dangereuses (hydrocarbures, etc.), les marchandises diverses en import/export notamment avec l'Asie, les déchets, les matériaux du BTP et les céréales. Ce trafic connait une tendance à la baisse sur les dernières années (-17 % entre 2014 et 2017) avec au total 4,44 Mt de marchandises acheminées entre Lyon et la Méditerranée en 2018 et 36 000 bateaux éclusés. L'augmentation du trafic entre 2007 et 2010 ne s'est pas confirmée et le trafic actuel est passé en dessous de celui de 2007. Le transport fluvial en conteneurs est en baisse également depuis 2015 pour s'afficher actuellement à 80 000 EVP/an. EN 2020, la baisse semblait liée à différents facteurs : hausse du trafic maritime au grand port maritime de Marseille (GPMM), absence d'obligation de seuils minimaux de report, tarification pénalisante, manque d'attractivité de l'axe Rhône-Saône. Globalement, le trafic fluvial le long du Rhône et dans les ports reste en dessous de ses capacités.

Le tourisme fluvial est globalement en plein essor sur le Rhône. Sur le Haut-Rhône, les usines hydroélectriques sont équipées progressivement d'écluses de franchissement depuis 2010, ce qui assurera prochainement une continuité de 90 km entre Sault-Brénaz et Seyssel, avec accès à 6 ports de plaisance, 2 haltes nautiques et 7 pontons. Sur le Rhône aval, l'activité touristique et de loisirs se développe et se structure. L'axe compte actuellement 23 paquebots de croisière (5 fois plus qu'en 2000), 18 péniches-hôtels, 55 bateaux promenade, et des nombreux bateaux de location habitables. La plaisance privée dénombre près de 15 000 plaisanciers et 90 000 éclusages en 2017. Il existe plusieurs projets de haltes fluviales.

Le concessionnaire (CNR), et VNF pour le reste du DPF, doivent assurer le respect du cahier des charges, ce qui se traduit par 3 grands types d'obligations et le classement en MEFM du fait de contraintes techniques obligatoires (CTO) (mouillage, chenal de navigation, blocage lit mineur) :

- Entretenir les profondeurs de mouillage minimal dans le chenal navigable : 3 m sur le Rhône aval avec 4,25 m en aval d'Arles, 2,50 m sur le Petit Rhône, et 1,80 à 2,20 m sur le Haut-Rhône. Les profondeurs de mouillage s'appliquent également dans les écluses, garages d'écluse ;
- Entretenir la largeur minimale du chenal de navigation : 60 m sur le Rhône aval, 16 m sur le Haut-Rhône, 34,20 m sur le Petit Rhône ;
- Respect des consignes de niveau d'eau et de vitesse d'écoulement (2 m/s) dans les retenues jusqu'aux conditions de restriction de navigation en période de crue (RNPC).

Les enjeux de gestion sédimentaire pour la navigation apparaissent lorsque le fonctionnement hydrosédimentaire du Rhône ne permet plus de respecter les conditions précédentes. Un dragage est alors nécessaire, sous forme programmée ou éventuellement en urgence suite à une crue du Rhône, d'un affluent ou d'une chasse. L'analyse montre qu'il existe de nombreuses configurations d'enjeu différentes, selon les obligations précédentes, selon la localisation par tronçon homogène (retenue, canal usinier, usine-écluse, Vieux Rhône, Rhône total), et selon les sites particuliers concernés : chenal navigable, diffluence, seuil naturel, garage d'écluse, écluse, quais, ports, darse, bassin de retournement, embouquement, etc.

Globalement, le rapport de Mission 4 montre que les garages d'écluse sont un lieu privilégié pour les dragages liés aux enjeux de navigation, avec 233 535 m³/an (en moyenne sur 1995-2018), soit 60% des volumes annuels (389 236 m³/an) ; la totalité des garages d'écluse est concernée. Les autres sites préférentiels sont les chenaux navigables dans les retenues (132 545 m³/an), et les autres localisations, comme les ports, haltes fluviales, quais, etc. pour 19 430 m³/an.

2/ Les enjeux sédimentaires liés à la production d'énergie portent sur deux types d'énergie : 1) la production d'hydroélectricité ; 2) la production dans les Centres Nucléaires de Production Electrique (CNPE). La vallée dispose actuellement de 22 complexes hydroélectriques installés entre 1899 et 1986, dont 2 en Suisse (Seujet, Verbois gérés par les SIG de Genève), 1 ouvrage transfrontalier (Chancy-Pougny, géré par la SFMCP), 1 ouvrage EDF (Jons-Cusset), et 18 aménagements CNR avec 19 centrales hydroélectriques principales (l'aménagement d'Avignon comprend deux usines : Avignon et Sauveterre).

Le schéma classique d'un complexe hydroélectrique comporte un barrage de tête de dérivation (ou barrage de retenue) et un canal usinier, composé d'un canal d'amenée jusqu'à l'usine hydroélectrique et d'un canal de restitution en aval de l'usine jusqu'à la « restitution » (confluence du canal avec le Rhône historique). Le tronçon court-circuité résultant de cet aménagement est appelé Rhône court-circuité (RCC) ou Vieux Rhône Sur les 22 complexes, 16 sont constitués selon cette configuration, et 6 turbinent au fil de l'eau, sans dérivation (Seujet, Verbois, Chancy-Pougny, Génissiat, Seyssel, Vaugris). L'aménagement du fleuve a laissé sans aménagement 3 tronçons dans le delta (le Palier d'Arles, le Grand Rhône et le Petit Rhône) et 1 seul tronçon dans le reste du linéaire (St-Vulbas entre Sault-Brénaz et Jons-Cusset).

En complément, certains barrages de dérivation sont équipés de PCH (Petite Centrale Hydroélectrique ; 6 ouvrages dont celui en projet de Vallabrègues), MCH (Mini-Centrale Hydroélectrique ; 2 ouvrages) et de GR (Groupe de Restitution ; 7 ouvrages) qui ont pour fonction de turbiner tout ou partie du débit réservé.

Les usines principales sont équipées d'une puissance entre 5,6 MW (Seujet) et 423 MW (Génissiat) ; les PCH sont de l'ordre de 5 à 8 MW, les MCH de l'ordre de 0,5 MW, et les GR de l'ordre de 0,7 à 5,4 MW. Au total, l'équipement de la vallée est de 3 241 MW, dont 3 086,4 MW en France et 3 021,9 MW pour la CNR. La production moyenne annuelle s'élève à 17,2 TWh, dont 16,5 en France et 16,1 pour la CNR.

Les 4 CNPE du Bugey, St-Alban, Cruas-Meysse et Tricastin ont été créés entre 1972 et 1986, pour une puissance de 3 600 MW chacun et 13 485 MW au total. Ils représentent aujourd'hui 21,5 % du parc nucléaire français et produisent 81,2 TWh.

La vallée du Rhône est par ailleurs équipée de nombreux parcs photovoltaïques et de parcs éoliens qui profitent de l'ensoleillement de la vallée du Rhône et de son exposition aux vents. Toutefois, ces installations ne présentent pas d'enjeu de gestion sédimentaire.

Les gestionnaires d'ouvrages hydroélectriques (CNR, EDF, SIG, SFMCP) et de CNPE (EDF) doivent assurer le respect de leur cahier des charges, ce qui se traduit par plusieurs obligations et le classement en MEFM du fait de contraintes techniques obligatoires (CTO) (débit/chute, marnage) :

- Ouvrages hydroélectriques :
  - Bonne répartition des débits à la prise d'eau du canal d'amenée ;
  - Bon fonctionnement des ouvrages* (points de réglage, limnimètres, prises d'eau, vannes de fond, vanne de surface, déchargeur, groupe, contre-canal, siphons, etc.) ;
  - Maintien d'une tranche utile dans les retenues dans le cadre de fonctionnements par éclusées : 0,70 m à Verbois, 1,50 m à Chancy-Pougny, 5,70 m à Génissiat, et 0,30 à 0,50 m pour les autres ouvrages ;
  - Surveillance de la cote de restitution (garantie de la hauteur de chute) ;
  - Obligations de produire l'énergie (article du cahier des charges) ;
- CNPE :
  - Débit minimal dans le Rhône au Bugey (150 m³/s), suffisant pour les autres CNPE en aval ;
  - Admission du débit nominal dans le chenal d'amenée et dans la prise d'eau (section suffisante).

Les enjeux de gestion sédimentaire pour la production d'énergie (et globalement pour l'exploitation des ouvrages) apparaissent lorsque le fonctionnement hydrosédimentaire du Rhône ne permet plus de respecter les conditions précédentes. Un dragage ou une chasse est alors nécessaire, sous forme programmée ou éventuellement en urgence (crue, chasse). Le bénéfice d'une opération peut servir non seulement pour la production d'énergie, mais également pour la sûreté des ouvrages (cas d'un dragage au niveau d'une prise d'eau et/ou d'un parement amont de barrage), ces actions étant rassemblées sous le motif « exploitation » dans le rapport de Mission 4.

L'analyse montre qu'il existe plusieurs configurations d'enjeu différentes pour les ouvrages hydroélectriques, selon les obligations précédentes, selon la localisation par tronçon homogène (retenue, canal usinier, usine-écluse), et selon les sites particuliers : parement de barrage, prise d'eau, confluence, restitution, etc. Pour les CNPE, les enjeux portent systématiquement sur la prise d'eau et canal d'amenée.

Le rapport de Mission 4 montre que les dragages liés aux enjeux de production d'énergie et d'exploitation portent sur 32 619 m³/an (en moyenne sur 1995-2018). Les sites les plus fréquemment dragués sont les retenues à l'approche des barrages, qui sont hors chenal navigable et qui sont sensibles à la sédimentation en dehors des événements de crues, ainsi que les ouvrages annexes (prises d'eau, etc.).

3/ Les enjeux sédimentaires liés aux prélèvements d'eau portent sur plusieurs types de prélèvements : eau potable, industries, agriculture, avec des captages en eau souterraine ou en eau superficielle.

Les prélèvements pour la production d'eau potable représentent 277 millions de m³ par an, en quasi-totalité en eau souterraine (données 2017). L'eau de cette nappe présente une bonne qualité avec des enjeux importants compte tenu de la population alimentée (près 3,7 millions d'habitants, dont 1,4 million pour l'agglomération lyonnaise). Les prélèvements annuels liés aux activités industrielles s'élèvent au total à près de 12 000 millions de m³, l'essentiel résultant de prélèvements des CNPE qui sont restitués à 99%. Les autres activités industrielles ont un prélèvement théorique cumulé de 4,3 m³/s, soit un volume modeste par rapport au débit fluvial moyen, grâce notamment à des process en circuits fermés. Les surfaces irriguées sur les départements riverains sont de l'ordre d'environ 125 000 ha, soit 6% de surfaces irriguées en France ; elles bénéficient de plus en plus de techniques permettant de limiter la consommation. Au total, 958 millions de m³ d'eau sont prélevés chaque année pour l'irrigation sur l'axe Rhône et 3 milliards de m³ sur l'ensemble du bassin versant du Rhône. Parmi les plus gros exploitants concernés par une gestion sédimentaire, on peut citer le SMHAR (Hydraulique Agricole du Rhône ; prise d'eau de Millery), le Syndicat de la plaine Marsanne (prise d'eau de Savasse), et surtout le canal Bas-Rhône-Languedoc (BRL) qui permet l'irrigation du sud du département du Gard et de l'est de l'Hérault, et dont le prélèvement moyen est de 12 m³/s pour un droit d'eau de 75 m³/s.

Les rejets des stations d'épuration ont été recensés mais aucun d'entre eux n'est lié à la gestion sédimentaire, bien qu'il soit important de noter qu'une part des polluants non traités transite par les eaux et les sédiments du Rhône. Par exemple, l'aménagement en 1967 de la STEP d'Aïre pour l'agglomération de Genève a grandement contribué à diminuer l'impact des chasses suisses sur la qualité des eaux du Haut-Rhône français.

Les gestionnaires des captages AEP, industriels, agricoles, doivent assurer les conditions qui satisfont leur besoin. Toutefois, en dehors des CNPE, les gestionnaires ne disposent pas d'un cahier des charges définissant les conditions à respecter au niveau de l'état de la ressource en eau. Les captages AEP disposent d'une DUP mais il est rare que celle-ci mentionne, en dehors de l'existence de périmètres de protection, les conditions physiques auxquelles l'hydrosystème doit répondre afin de garantir le bon fonctionnement du captage ; par exemple : débit minimal dans le cours d'eau, niveau minimal de la nappe, section minimale au droit d'une prise d'eau superficielle, protection contre l'inondabilité des captages, états granulométriques des fonds (risque de colmatage), etc. Ainsi, on peut constater que les gestionnaires de prélèvements AEP ont des obligations de résultats (délivrance d'une eau potable de qualité et en quantité) mais ne disposent pas de tous les moyens de gestion de la ressource en eau.

Les enjeux de gestion sédimentaire pour les prélèvements apparaissent lorsque le fonctionnement hydrosédimentaire du Rhône ne permet plus de respecter les conditions précédentes. Un dragage est alors nécessaire, sous forme programmée ou éventuellement en urgence. L'analyse montre qu'il existe plusieurs configurations d'enjeu différentes, selon les conditions précédentes, selon la localisation par tronçon homogène (retenue, canal usinier, Vieux Rhône, Rhône total), et selon les sites particuliers utilisés : prise d'eau, station d'alerte, etc. Les sensibilités les plus importantes, comme indiqué plus haut vis-à-vis de la sûreté de l'alimentation en eau potable, portent 1) sur des sédiments fins et les relations nappe/rivière, et 2) sur des captages situés en bordure d'un Vieux Rhône qui présente une activité sédimentaire (a fortiori en cas de retour de sédiments après une phase historique d'extraction) et/ou qui est sensible au risque de colmatage. Cette configuration est observée pour plusieurs captages comme ceux de Nîmes-Beaucaire, d'Avignon le long du bras d'Avignon (La Barthelasse, la Jouve, La Motte), et de la Métropole de Lyon au niveau du champ captant de Crépieux-Charmy. Par ailleurs, ce dernier ne présente pas d'autres enjeux nécessitant des dragages (navigation, écoulement des crues), ce qui fait que les interventions de dragages sont déclenchées uniquement sous le motif du prélèvement AEP.

Le rapport de Mission 4 montre que des dragages sont réalisés pour les installations de prélèvement, à hauteur de 30 064 m³/an (en moyenne sur 1995-2018). On note principalement 4 sites actifs : les captages de la Métropole de Lyon (271 000 m³ depuis 2013), le CNPE de St-Alban (63 610 m³ sur 1995-2018), le CNPE de Cruas (200 219 m³), le CNPE du Tricastin (98 149 m³).

4/ Les enjeux sédimentaires liés aux activités de loisirs portent sur différentes activités : les pratiques de la pêche (amateur et professionnelle) ; les activités du tourisme et des loisirs qui sont directement liées au fleuve et à sa dynamique sédimentaire : navigation de plaisance (cf. plus haut), les rampes à bateau, les base de loisirs, les zones de baignade, les activités en bassin de joute ; les activités du tourisme et des loisirs qui sont indirectement liées au fleuve (bases de loisirs non connectées au fleuve mais à la nappe alluviale, à des affluents ou des annexes du Rhône) ; les usages terrestres qui bénéficient du cadre environnemental et paysager du fleuve (voie verte, randonnée, etc.). Chacune des activités précédentes présente des conditions de bon fonctionnement qui lui sont particulières et qui ne peuvent être généralisées.

Un dragage est nécessaire pour les activités de loisirs lorsque le fonctionnement hydrosédimentaire du Rhône ne permet plus de respecter les conditions précédentes. L'analyse montre qu'il existe plusieurs configurations d'enjeu différentes, selon la localisation par tronçon homogène (retenue, canal usinier, Vieux Rhône, Rhône total), et selon les sites utilisés : rampes à bateau, base de loisirs, bassin de joute, etc.

Le travail de Mission 4 ne permet pas aisément d'isoler les opérations de dragages menées pour les usages de loisirs et qui sont rassemblées dans un motif global « environnement » ou « autres motifs », et qui comprennent des petites actions à vocation écologique notamment. Les ordres de grandeur de volume sont toutefois limités à de l'ordre de 7 408 m³/an (en moyenne sur 1995-2018).

5/ Les enjeux sédimentaires liés à l'exploitation de granulats sont limités. En effet, l'analyse montre qu'il n'existe plus de site d'extraction à caractère économique en lit mineur du Rhône, conformément à l'arrêté du 22 septembre 1994. L'exploitation actuelle des granulats porte sur des gravières et carrières en lit majeur, en dehors des flux de charriage du Rhône actuel. On recense 11 sites de gravières en activité en lit majeur, le reste des sites étant des carrières sur terrasse ancienne (4) et des sites de stockage et/ou de recyclage de granulats (16). Les carrières en falaise en dehors des limites des UHC n'ont pas été recensées excepté 2 sites qui utilisent la voie navigable.

Sur un total de 31 sites, 11 ont ainsi accès à la voie navigable directement depuis l'installation, ce qui renvoie aux enjeux de navigation vus par ailleurs. Par ailleurs, les exploitations de granulats de type gravière en lit majeur sont exposées aux crues du Rhône, ce qui se traduit par une inondabilité du site et par des potentielles mobilités du lit du Rhône. Cet enjeu est lié au volet sûreté-sécurité. Aucune action de gestion sédimentaire n'est donc réalisée strictement pour l'usage d'exploitation des granulats.

La Mission 3 a permis d'identifier les enjeux liés à la gestion sédimentaire du fleuve Rhône. Dans l'esprit du SDAGE Rhône-Méditerranée, les enjeux ne sont pas hiérarchisés ni indépendants ; a contrario, ils sont étroitement liés entre eux et doivent être intégrés de façon équilibrée, de façon notamment à concilier la gestion de l'eau avec le développement économique et le respect de l'environnement. Ces enjeux se présentent sous forme de 3 grandes familles : les enjeux liés aux milieux naturels, les enjeux socio-économiques et les enjeux de sûreté-sécurité. Pour chaque enjeu, les rôles des graviers, des sables et des limons peuvent être positifs ou négatifs selon les enjeux concernés (cf. Tableau 58).

Les milieux naturels sont concernés à plusieurs échelles : au sein des retenues, les conditions de plan d'eau très homogène font que les sédiments y jouent un rôle faiblement structurant. Au sein du lit mineur des Vieux Rhône, les milieux naturels subissent les déficits sédimentaires en matériaux grossiers et les déconnexions latérales résultant des aménagements passés, alors que dans les marges et dans les annexes, ils subissent les excédents de sédiments fins et l'absence de régénération des milieux naturels.

Les enjeux socio-économiques et de sûreté-sécurité se sont accommodés par le passé des conditions de déficit sédimentaire ; dans certains cas les usages se sont construits autour de conditions déficitaires favorables à la navigation, à la protection contre les inondations ou aux prélèvements d'eau. Aujourd'hui, ce sont donc exclusivement des conditions d'excès de sédiments, favorisés par une multitude de points de discontinuité liés aux aménagements, qui déclenchent des actions de gestion sédimentaire, par chasse ou dragage d'entretien. Par ailleurs, certains usages socio-économiques créent des enjeux sédimentaires pour d'autres usages ; c'est le cas par exemple du tronçon « retenue », nécessaire à la navigation et à l'hydroélectricité, qui est un élément favorisant les processus de sédimentation et qui affecte d'autres usages tels que les prélèvements d'eau (CNPE, irrigation, etc.). Ainsi, une opération de dragage sur un site peut profiter à plusieurs usages.

L'ensemble des dragages sur le Rhône représente 847 478 m³/an (moyenne sur 1995-2018), sur 263 sites différents, et l'essentiel de ces volumes est réalisé dans le cadre de la concession CNR (770 120 m³/an).

Pour conclure le rapport de Mission 3, les chapitres qui suivent établissent 1) une typologie et une hiérarchisation des enjeux déclenchant des actions de gestion sédimentaire ; 2) une synthèse pondérée des enjeux sédimentaires observés dans les UHC.

Tableau 58 : Synthèse des rôles positifs et négatifs des sédiments en fonction de leur nature (graviers, sables, fines) et pour chacune des familles d'enjeux (écologie, sûreté-sécurité, usages socio-économiques)

ENJEUX	NATURE DES SEDIMENTS – GRAVIERS		SABLES		FINES	
ECOLOGIE	⊕⊕⊕ Style fluvial Habitats aquatiques lithophiles (granulométrie, faciès, frayères, épaisseur matelas alluvial) Habitats pionniers Nappe alluviale Autoépuration	⊖ Pavage du lit Infrastructures écologiques (passes à poissons)	⊕⊕ Habitats aquatiques psammophiles (herbiers, granulométrie, frayères) Habitats pionniers Habitats de transition Trait cote (milieux littoraux)	⊖⊖ Colmatage sableux en milieu lithophile Sédimentation excessive marges ou confluences Végétalisation excessive des milieux pionniers	⊕⊕ Habitats aquatiques vaseux (herbiers, frayères) Exondement et végétalisation des habitats terrestres	⊖⊖⊖ Colmatage fin en milieu litho- ou psammophile Sédimentation excessive marges ou confluences Végétalisation excessive des milieux pionniers
SURETE-SECURITE	⊕ Protection des ouvrages Recharge aquifère AEP	⊖⊖⊖ Ligne d'eau barrages de retenue (confluence, retenue) Lignes d'eau en crues (confluence, RCC) Mobilité, érosion ouvrage Prises d'eau CNPE/AEP Accès champ captant	⊕ Trait de cote littoral (érosion, submersion)	⊖⊖⊖ Ligne d'eau barrages de retenue (confluence, retenue) Ligne d'eau en crues (confluence, RCC) Fonctionnement ouvrages Prises d'eau CNPE/AEP		⊖⊖ Ligne d'eau barrages de retenue (confluence, retenue) Fonctionnement ouvrages Prises d'eau CNPE/AEP Colmatage aquifère Polluants
USAGES SOCIO-ECO-NOMIQUES	⊕ Protection des ouvrages Stabilité du lit au droit d'infrastructures	⊖⊖⊖ Navigation (chenal navigable confluence, diffluence, queue retenue, incision écluse) Hydroélectricité (restitution) Prise d'eau irrigation Rejet EU Mobilité, érosion ouvrage	⊕ Trait de cote littoral (usages littoraux)	⊖⊖⊖ Navigation (chenal navigable, garage écluse) Hydroélectricité (ouvrages, marnage) Prise d'eau irrigation Loisirs		⊖⊖ Navigation (chenal navigable, garage écluse, ports, darses) Hydroélectricité (ouvrages, marnage) Prise d'eau irrigation Loisirs

10 Typologie et hiérarchisation des enjeux de gestion sédimentaire

Cette partie vient compléter le chapitre §.9 sur les actions de gestion sédimentaire par dragage.

Les parties précédentes, notamment les chapitres de la PARTIE B – ENJEUX ECOLOGIQUES (§.6.6), de la PARTIE C – ENJEUX SURETE-SECURITE (§.2.3, §.3.2, §.4.3) et de la PARTIE D - ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES (§.8.2 à 8.6), ont permis d'identifier les enjeux écologiques, socio-économiques et de sûreté-sécurité à l'origine des actions de gestion sédimentaire (dragages, chasses). Rappelons que ces actions sont décrites de façon détaillée dans le rapport de Mission 4 pour la période 1995-2018.

Il est proposé ici de synthétiser une typologie des enjeux de gestion sédimentaire et de définir des éléments de hiérarchisation.

Prioriser les enjeux en lien avec la gestion sédimentaire demande d'appréhender différents critères de caractérisation. Il est proposé de centrer la priorisation sur 3 critères-clés (A, B, C) intervenant dans l'impact potentiel d'une gestion sédimentaire. Le critère A se révèlent en particulier en cas d'absence d'intervention.

Ces critères ont vocation à être qualifiés à dire d'expert si les données de caractérisation ne sont pas disponibles. Pour simplifier l'approche, les enjeux de sûreté-sécurité sont appréhendés par l'angle socio-économique auquel ils se rapportent. Par ailleurs, les enjeux présentent immanquablement des variabilités géographiques, ils sont donc appréciés dans leur globalité, en valeur moyenne.

Les 3 critères retenus et les échelles de caractérisation sont les suivants :

- **Critère A – Importance de l'activité et/ou du site en termes d'écologie, de sûreté-sécurité ou de socio-économie :** appréciée à partir d'éléments de chiffre d'affaire, échelle d'importance locale à nationale, d'ampleur de l'impact en cas d'absence de gestion :
  - Elevée,
  - Moyenne,
  - Faible/marginale ;
- **Critère B – Fréquence d'intervention constatée sur la période 1995-2018 :**
  - Forte : tous les ans à tous les 3 ans,
  - Moyenne : tous les 4 à 10 ans,
  - Faible : 1 fois sur la période 1995-2018,
  - Nulle : aucune intervention constatée (enjeu potentiel) ;
- **Critère C – Importance des volumes dragués :**
  - Elevée : plusieurs dizaines de milliers de m³ par intervention,
  - Moyenne : plusieurs milliers de m³ par intervention,
  - Faible : quelques centaines de m³ par intervention,
  - Nulle : aucun volume constaté (enjeu potentiel).

Ces critères sont utilisés pour estimer un score traduit en trois classes de niveau d'enjeu (fort, moyen, faible, potentiel) pour élaborer une hiérarchisation des enjeux écologiques, sûreté-sécurité et socio-économiques qui ont été décrits dans les parties de rapport listées plus haut :

- Le critère A est noté de 1 à 3 ; les critères B et C sont notés de 0 à 3 ; la note 0 permet de classer « à enjeu potentiel » les activités n'ayant pas bénéficié d'action mais présentant un enjeu potentiel ;
- Chaque enjeu obtient un score correspondant à la moyenne des notes (valeur de 1 à 3), sauf si l'une des notes B ou C est nulle (enjeu potentiel), auquel cas le score calculé est de 0.

Le détail des analyses est porté pour chaque type d'enjeu dans les séries de Tableau 60, Tableau 61 et Tableau 62.

Pour mémoire, les enjeux concernés sont listés ci-dessous, avec un renvoi vers l'illustration correspondante :

Type d'enjeu	Partie du rapport correspondante	Illustration correspondante
Navigation (N)	PARTIE D / §.8.2	Figure 174
Energie hydroélectricité (H)	PARTIE D / §.8.3.2	Figure 182
Energie CNPE (C)	PARTIE D / §.8.3.3	Figure 182
Prélèvements (P)	PARTIE D / §.8.4	Figure 190
Exploitation de granulats (G)	PARTIE D / §.8.5	Figure 194
Loisirs (L)	PARTIE D / §.8.6	Figure 195
Sûreté ouvrages (S)	PARTIE C / §.2.3	Figure 138
Sécurité inondation (I)	PARTIE C / §.2.3	Figure 138
Sûreté des CNPE (U)	PARTIE C / §.3.2	Figure 141
Sûreté AEP (A)	PARTIE C / §.4.3	Figure 144
Ecologie (E)	PARTIE B / §.6.6	Figure 114

La typologie des enjeux et leur hiérarchisation sont synthétisées dans le Tableau 59.

En synthèse, ce tableau fait apparaître :

- 86 types d'enjeux différents déclenchant des opérations de gestion sédimentaire, dont 57 enjeux avérés ayant réellement déclenché des actions de gestion entre 1995 et 2018, et 29 enjeux potentiels qui sont des enjeux réellement potentiels lorsqu'ils ne se superposent pas avec un autre enjeu avéré, ou qui sont des enjeux « masqués » par des opérations de gestion réalisées pour d'autres motifs ;
- Sur les 57 types d'enjeux avérés, 29 (soit 50,8%) présentent un niveau d'enjeu fort ; 14 (24,6%) un niveau d'enjeu moyen ; et 14 (24,6%) un niveau d'enjeu faible ;
- Les enjeux qui présentent la plus grande variété de situation sont les enjeux pour la navigation, la production hydroélectrique, les prélèvements et la sûreté des ouvrages ;
- Les localisations les plus exposées aux enjeux de sédimentation et concernées par les opérations de dragage sont :
  - Les retenues : 46% des enjeux avérés (36% avec les enjeux potentiels) ;
  - Les canaux usiniers, incluant les usines-écluses : 14% des enjeux avérés (23% avec les enjeux potentiels) ;
  - Les Vieux Rhône : 21% des enjeux avérés (19% avec les enjeux potentiels) ;
  - Les Rhône totaux : 11% des enjeux avérés (16% avec les enjeux potentiels).

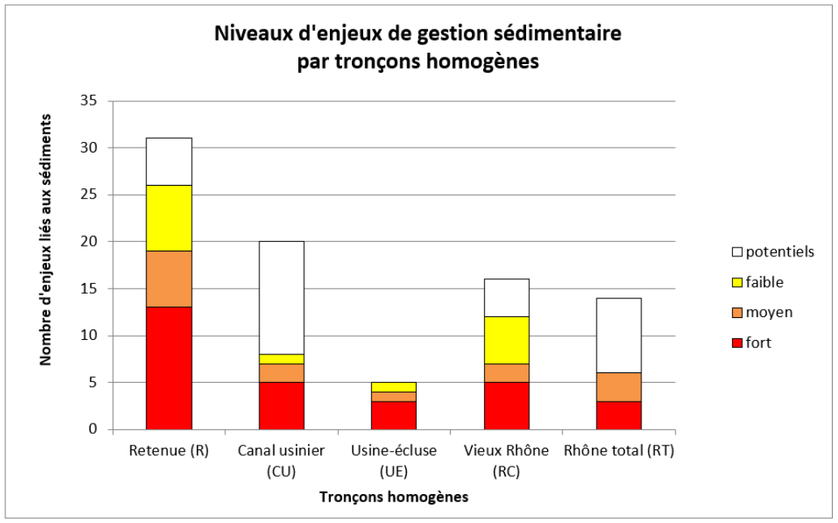
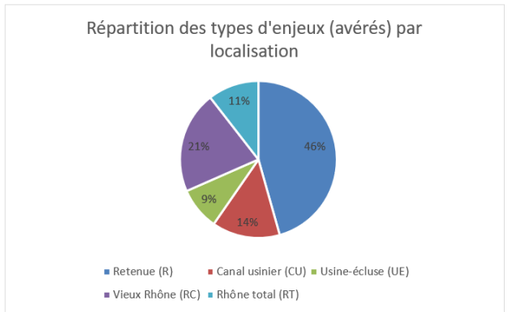


Figure 196 : Répartition et degrés des types d'enjeux de gestion sédimentaire en fonction des localisations



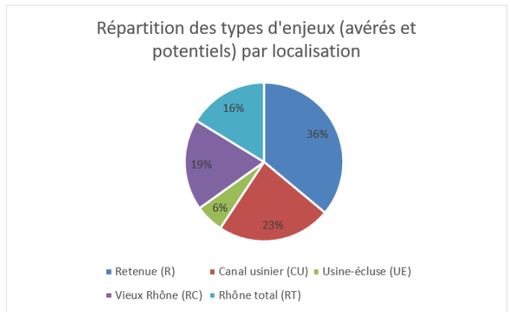


Figure 197 : Répartition des types d'enjeux avérés et potentiels en fonction des localisations

Tableau 59 : Synthèse de typologie et hiérarchisation des enjeux de gestion sédimentaire

			Enjeux socio-économiques						Enjeux sûreté-sécurité				Ecologie	
Tronçon homogène	Code	Lieu (en gras : site linéaire, en non gras : site localisé)	Navigation (N)	Energie Hydroélectricité (H)	Energie CNPE (C)	Prélèvements eau (P)	Exploitation granulats (G)	Loisirs (L)	Sûreté ouvrages (S)	Sécurité inondation (I)	Sûreté hydraulique des CNPE (U)	Sûreté AEP (A)	Ecologie (E)	Superposition d'enjeux avérés et potentiels
RETENUE	R	**Queue de retenue**	R.N1	R.H1					R.S1					3
		Linéaire retenue, surlargeur, sinuosité	R.N2	R.H1										2
		Confluence affluent	R.N3	R.H2					R.S2				R.E2	4
		Amont barrage	R.N4	R.H3					R.S3					3
		Barrage (et PCH)		R.H4										1
		Ouvrages annexes (contre-canaux, etc.)							R.S4					1
		Port, darse, embouquement	R.N5											1
		Port plaisance	R.N6											1
		Quai, halte, rampe	R.N7											1
		Equipement monitoring		R.H5										1
		Prise d'eau CNPE			R-C1	R-P1					R-U1			3
		Prise d'eau superficielle				R.P2								1
		Captage AEP en nappe				R.P3						R.A3		2
		Rejet de STEP				R.P4								1
		Gravière					R.G1							1
		Rampe à bateau						R.L1						1
		Base loisirs connectée						R.L2						1
		Bassin joute						R.L3						1
		Base loisirs en lit majeur						R.L4						1
		Passe à poissons											R.E1	1
CANAL USINIER	CU	**Entrée canal usinier**	CU.N1	CU.H1					CU.S1					3
		Surlargeur	CU.N2						CU.S2					2
		Confluence affluent	CU.N3	CU.H2					CU.S3					3
		Quai, halte, rampe	CU.N4											1
		Equipement monitoring		CU.H3										1
		Canal de restitution		CU.H4										1
		Prise d'eau CNPE			CU-C1	CU.P1					CU-U1			3
		Captage AEP en nappe				CU.P3						CU.A3		2
		Rejet de STEP				CU.P4								1
		Gravière					CU.G1							1
		Rampe à bateau						CU.L1						1
		Base loisirs connectée						CU.L2						1
BARRAGE-USINE-ECLUSE	UE	Garage amont	UE.N1											1
		Ecluse	UE.N2											1
		Garage aval	UE.N3											1
		Barrage-usine et organes mobiles		UE.H1					UE.S1					2
VIEUX RHONE	RC	**Linéaire courant**								RC.I1				1
		Linéaire sous remous aval	RC.N1							RC.I2				2
		Confluence affluent								RC.I3				1
		Port, embouquement	RC.N2											1
		Port plaisance, quai, halte	RC.N3											1
		Prise d'eau superficielle				RC.P2								1
		Captage AEP en nappe				RC.P3						RC.A1-A4		2
		Rejet de STEP				RC.P4								1
		Gravière					RC.G1							1
		Rampe à bateau						RC.L1						1
		Base loisirs connectée						RC.L2						1
		Bassin joute						RC.L3						1
		Base loisirs en lit majeur						RC.L4						1
		Passe à poissons											RC.E1	1
RHONE TOTAL	RT	**Linéaire courant**	RT.N1							RT.I3				2
		Diffluence PRH/GRH	RT.N2							RT.I3				2
		Port, quai, embouquement	RT.N3											1
		Seuil naturel	RT.N4											1
		Prise d'eau CNPE			RT-C1	RT-P1					RT-U1			3
		Prise d'eau superficielle				RT-P2								1
		Captage AEP en nappe				RT.P3						RT.A3		2
		Rejet de STEP				RT.P4								1
		Voie verte ViaRhôna						RT.L5						1
		Nombre total d'enjeux	**21**	**11**	**3**	**14**	**3**	**11**	**8**	**5**	**3**	**4**	**3**	**86**
		dont potentiel	4	2	1	8	3	5	2	1	0	3	0	29

N2.3
H2.1
H1.3
R.P4
-

Niveau d'enjeu
fort
moyen
faible
potentiel
nul

Tableau 60 : Détail des pondérations des enjeux de gestion sédimentaire (1/3)

NAVIGATION (N)

Type de tronçon homogène	Lieu	Importance socio-économique	Fréquence d'intervention	Importance des volumes	CALCUL	Navigation (N)
RETENUE	Queue de retenue	3	2	3	2,7	R.N1
RETENUE	Linéaire retenue, surlargeur, sinuosité	3	2	3	2,7	R.N2
RETENUE	Confluence affluent	3	2	2	2,3	R.N3
RETENUE	Amont barrage	3	2	3	2,7	R.N4
RETENUE	Port, darse, embouquement	3	2	2	2,3	R.N5
RETENUE	Port plaisance	2	2	2	2,0	R.N6
RETENUE	Quai, halte, rampe	2	2	1	1,7	R.N7
CANAL USINIER	Entrée canal usinier	3	0	0	0,0	CU.N1
CANAL USINIER	Surlargeur	3	0	0	0,0	CU.N2
CANAL USINIER	Confluence affluent	3	1	3	2,3	CU.N3
CANAL USINIER	Quai, halte, rampe	2	0	0	0,0	CU.N4
USINE-ECLUSE	Garage amont	3	3	3	3,0	UE.N1
USINE-ECLUSE	Ecluse	3	1	1	1,7	UE.N2
USINE-ECLUSE	Garage aval	3	3	3	3,0	UE.N3
VIEUX RHONE	Linéaire remous	3	3	3	3,0	RC.N1
VIEUX RHONE	Port, embouquement	3	2	2	2,3	RC.N2
VIEUX RHONE	Port plaisance, quai, halte	2	1	1	1,3	RC.N3
RHONE TOTAL	Linéaire courant	3	1	2	2,0	RT.N1
RHONE TOTAL	Diffluence PRH/GRH	3	3	3	3,0	RT.N2
RHONE TOTAL	Port, quai, embouquement	3	3	2	2,7	RT.N3
RHONE TOTAL	Seuil naturel	3	0	0	0,0	RT.N4

ENERGIE HYDROELECTRICITE (H)

Type de tronçon homogène	Lieu	Importance socio-économique	Fréquence d'intervention	Importance des volumes	CALCUL	Energie Hydroélectricité (H)
RETENUE	Queue de retenue	3	2	3	2,7	R.H1
RETENUE	Linéaire retenue, surlargeur, sinuosité	3	2	3	2,7	R.H1
RETENUE	Confluence affluent	1	1	2	1,3	R.H2
RETENUE	Amont barrage	3	2	3	2,7	R.H3
RETENUE	Barrage (et PCH)	3	1	2	2,0	R.H4
RETENUE	Equipement monitoring	3	2	1	2,0	R.H5
CANAL USINIER	Entrée canal usinier	3	0	0	0,0	CU.H1
CANAL USINIER	Confluence affluent	3	1	3	2,3	CU.H2
CANAL USINIER	Equipement monitoring	3	2	1	2,0	CU.H3
CANAL USINIER	Canal de restitution	2	0	0	0,0	CU.H4
USINE-ECLUSE	Barrage-usine et organes mobiles	3	1	2	2,0	UE.H1

ENERGIE CNPE (C)

Type de tronçon homogène	Lieu	Importance socio-économique	Fréquence d'intervention	Importance des volumes	CALCUL	Energie CNPE (C)
RETENUE	Prise d'eau CNPE	3	3	2	2,7	R-C1
CANAL USINIER	Prise d'eau CNPE	3	3	2	2,7	CU-C1
RHONE TOTAL	Prise d'eau CNPE	3	0	0	0,0	RT-C1

Tableau 61 : Détail des pondérations des enjeux de gestion sédimentaire (2/3)

PRELEVEMENTS (P)

Type de tronçon homogène	Lieu	Importance socio-économique	Fréquence d'intervention	Importance des volumes	CALCUL	Prélèvements eau (P)
RETENUE	Prise d'eau CNPE	3	3	2	2,7	R-P1
RETENUE	Prise d'eau superficielle	2	1	1	1,3	R.P2
RETENUE	Captage AEP en nappe	2	0	0	0,0	R.P3
RETENUE	Rejet de STEP	1	0	0	0,0	R.P4
CANAL USINIER	Prise d'eau CNPE	3	3	2	2,7	CU.P1
CANAL USINIER	Prise d'eau superficielle	2	0	0	0,0	CU.P2
CANAL USINIER	Captage AEP en nappe	2	0	0	0,0	CU.P3
CANAL USINIER	Rejet de STEP	1	0	0	0,0	CU.P4
VIEUX RHONE	Prise d'eau superficielle	2	1	1	1,3	RC.P2
VIEUX RHONE	Captage AEP en nappe	3	2	2	2,3	RC.P3
VIEUX RHONE	Rejet de STEP	2	0	0	0,0	RC.P4
RHONE TOTAL	Prise d'eau CNPE	3	0	2	0,0	RT-P1
RHONE TOTAL	Prise d'eau superficielle	2	1	2	1,7	RT-P2
RHONE TOTAL	Captage AEP en nappe	2	0	0	0,0	RT.P3
RHONE TOTAL	Rejet de STEP	1	0	0	0,0	RT.P4

EXPLOITATION DE GRANULATS (G)

Type de tronçon homogène	Lieu	Importance socio-économique	Fréquence d'intervention	Importance des volumes	CALCUL	Exploitation granulats (G)
RETENUE	Gravière	2	0	0	0,0	R.G1
CANAL USINIER	Gravière	2	0	0	0,0	CU.G1
VIEUX RHONE	Gravière	2	0	0	0,0	RC.G1

LOISIRS (L)

Type de tronçon homogène	Lieu	Importance socio-économique	Fréquence d'intervention	Importance des volumes	CALCUL	Loisirs (L)
RETENUE	Rampe à bateau	1	2	1	1,3	R.L1
RETENUE	Base loisirs connectée	2	1	2	1,7	R.L2
RETENUE	Bassin joute	1	2	1	1,3	R.L3
RETENUE	Base loisirs en lit majeur	2	0	0	0,0	R.L4
CANAL USINIER	Rampe à bateau	1	1	1	1,0	CU.L1
CANAL USINIER	Base loisirs connectée	2	0	0	0,0	CU.L2
VIEUX RHONE	Rampe à bateau	1	1	1	1,0	RC.L1
VIEUX RHONE	Base loisirs connectée	2	0	0	0,0	RC.L2
VIEUX RHONE	Bassin joute	1	2	1	1,3	RC.L3
VIEUX RHONE	Base loisirs en lit majeur	2	0	0	0,0	RC.L4
RHONE TOTAL	Voie verte ViaRhôna	2	0	0	0,0	RT.L5

Tableau 62 : Détail des pondérations des enjeux de gestion sédimentaire (3/3)

SURETE OUVRAGES (S)

Type de tronçon homogène	Lieu	Importance sûreté-sécurité	Fréquence d'intervention	Importance des volumes	CALCUL	Sûreté ouvrages (S)
RETENUE	Queue de retenue	3	2	2	2,3	R.S1
RETENUE	Confluence affluent	3	2	3	2,7	R.S2
RETENUE	Amont barrage	3	2	3	2,7	R.S3
RETENUE	Ouvrages annexes (contre-canaux, etc.	3	2	1	2,0	R.S4
CANAL USINIER	Entrée canal usinier	3	0	0	0,0	CU.S1
CANAL USINIER	Surlargeur	3	0	0	0,0	CU.S2
CANAL USINIER	Confluence affluent	3	3	2	2,7	CU.S3
USINE-ECLUSE	Barrage-usine et organes mobiles	3	2	3	2,7	UE.S1

SECURITE INONDATION (I)

Type de tronçon homogène	Lieu	Importance sûreté-sécurité	Fréquence d'intervention	Importance des volumes	CALCUL	Sécurité inondation (I)
VIEUX RHONE	Linéaire courant	3	1	2	2,0	RC.I1
VIEUX RHONE	Linéaire remous	3	1	2	2,0	RC.I2
VIEUX RHONE	Secteur de confluence	3	2	3	2,7	RC.I3
RHONE TOTAL	Linéaire courant	3	2	2	2,3	RT.I4
RHONE TOTAL	Diffluence PRH/GRH	3	0	0	0,0	RT.I5

SURETE HYDRAULIQUE DES CNPE (U)

Type de tronçon homogène	Lieu	Importance sûreté-sécurité	Fréquence d'intervention	Importance des volumes	CALCUL	Sûreté hydraulique des CNPE (U)
RETENUE	Prise d'eau CNPE	3	3	2	2,7	R-U1
CANAL USINIER	Prise d'eau CNPE	3	3	2	2,7	CU-U1
RHONE TOTAL	Prise d'eau CNPE	3	3	2	2,7	RT-U1

SURETE AEP (A)

Type de tronçon homogène	Lieu	Importance sûreté-sécurité	Fréquence d'intervention	Importance des volumes	CALCUL	Sûreté AEP (A)
RETENUE	Captage AEP en nappe	2	0	0	0,0	R.A3
CANAL USINIER	Captage AEP en nappe	2	0	0	0,0	CU.A3
VIEUX RHONE	Captage AEP en nappe	3	2	2	2,3	RC.A1-A2-A3-A4
RHONE TOTAL	Captage AEP en nappe	2	0	0	0,0	RT.A3

ECOLOGIE (E)

Type de tronçon homogène	Lieu	Importance écologique	Fréquence d'intervention	Importance des volumes	CALCUL	Sûreté AEP (A)
RETENUE	Passes à poissons	1	2	1	1,3	R.E1
VIEUX RHONE	Passes à poissons	1	2	1	1,3	RC.E1
RETENUE	Zones refuges aux confluences	1	2	1	1,3	R.E2

11 Hiérarchisation des enjeux sédimentaires par UHC

L'analyse qui est menée vise à synthétiser des travaux de la Mission 2 (fonctionnement hydrosédimentaire) et de la Mission 3 (enjeux de gestion sédimentaire en lien avec l'écologie, la sûreté-sécurité, et les usages socio-économiques) sur la base des éléments développés dans la rédaction de chacune des fiches UHC.

Dans un premier temps, une analyse est menée sur le fonctionnement hydrosédimentaire et cherche à caractériser le niveau global d'altération ou de perturbation du fonctionnement hydrosédimentaire par rapport à une situation de référence qui pourrait être qualifié de « sans aménagement ». Il est attendu que la valeur absolue du score d'altération ne soit qu'indicative et serve à hiérarchiser les UHC entre elles. Les critères utilisés sont les suivants (les codes C1, C2… C5, renvoient aux différents volets des fiches UHC) :

- **Critères de synthèse du fonctionnement hydrosédimentaire (Mission 2) :**
  - C1 : Hydrologie – hydrologie fonctionnelle en crue ;
  - C1 : Hydrologie – hydrologie fonctionnelle en régime semi permanent ;
  - C1 : Hydrologie – échanges nappe-rivière ;
  - C2 : Morphologie – continuité sédimentaire pour les affluents ;
  - C3 : Morphologie – équilibre géomorphologique ;
  - C3 : Morphologie – continuité sédimentaire latérale ;
  - C4 : Morphologie – continuité longitudinale pour les sédiments grossiers ;
  - C5 : Morphologie – continuité longitudinale pour les sables ;
  - C5 : Morphologie – continuité longitudinale pour les fines.

Dans un second temps, les critères d'analyse des enjeux écologiques, sûreté-sécurité et socio-économiques sont pondérés sous l'angle suivant : « est-ce qu'il existe un enjeu en lien avec le fonctionnement hydrosédimentaire ? ». Les critères utilisés sont les suivants :

- **Critères de synthèse des enjeux en lien avec l'écologie, la sûreté-sécurité et les usages socio-économiques :**
  - D1 : Qualité de l'eau ;
  - D1 : Qualité des sédiments ;
  - D1 : Thermie ;
  - D2 : Habitats et peuplements piscicoles dans le Rhône ;
  - D2 : Habitats et peuplements piscicoles dans les annexes ;
  - D3 : Continuité biologique et réservoirs biologiques ;
  - E3 : Habitats humides et terrestres ;
  - E4 : Flore et faune remarquable ;
  - F1 : Bon fonctionnement des ouvrages exploités ;
  - F1 : Sûreté des ouvrages (retenue, canal) ;
  - F2 : Submersion-inondabilité au niveau des retenues ;
  - F2 : Submersion-inondabilité au niveau des confluences ;
  - F3 : Sûreté nucléaire ;
  - F4 : Sûreté pour l'alimentation en eau potable ;
  - G1 : Navigation marchande et de plaisance ;
  - G2 : Production hydroélectrique, production nucléaire ;
  - G3 : Prélèvements d'eau ;
  - G4 : Tourisme / loisirs ;
  - G5 : Production de granulats.

Chaque critère est noté de 0 à 4 en fonction du niveau d'altération ou d'enjeu :

- Pour les critères C1 à C5 :
  - Note 0 : Absence d'altération,
  - Note 1 : Altération négligeable,
  - Note 2 : Altération faible,
  - Note 3 : Altération forte,
  - Note 4 : Altération très forte.
- Pour les critères D1 à G5 :
  - Note 0 : Absence d'enjeu,
  - Note 1 : Enjeu négligeable,
  - Note 2 : Enjeu faible,
  - Note 3 : Enjeu fort,
  - Note 4 : Enjeu très fort.

Chaque critère peut être pondéré de 1 à 3 en fonction de l'intensité du lien avec les sédiments. Par exemple, le critère « qualité de l'eau » présente un coefficient de 1 car le lien entre ce critère et les sédiments est faible ; a contrario, le critère « habitats et peuplements piscicoles » est très dépendant des substrats et des sédiments, d'où un coefficient pondérateur de 3.

Les critères sont rassemblés par famille : altérations hydromorphologiques (9 critères) ; enjeux écologiques (8 critères), enjeux sûreté-sécurité (6 critères), enjeux socio-économiques (7 critères). Pour les critères d'enjeux, avec le jeu des pondérations, chaque famille possède une somme de coefficients égale à 17, ce qui donne la même pondération à chacune des familles d'enjeu.

Un calcul par « somme-produit » permet de calculer pour chaque UHC :

- Un score sur 96 pour les altérations hydrosédimentaires ;
- Un score sur 204 pour les enjeux, avec un score de 68 pour chacun des enjeux (68 étant obtenu par le produit des 17 coefficients par des notes de 4 au maximum).

De cette analyse, les conclusions suivantes peuvent être tirées :

- En termes d'altération du fonctionnement hydrosédimentaire :
  - Sur le Haut Rhône, les UHC les plus perturbées sont notamment celles de Suisse (01-SUI) et de Génissiat (03-GEN) du fait de la sédimentation dans les retenues ; de Chautagne (05-CHA), Belley (06-BEL) et Brégnier-Cordon (07-BRC) du fait du stockage dans les retenues et du déficit dans les RCC. L'UHC de Seyssel (04-SEY) est influencée par un fonctionnement initial en gorges ; celle de Sault-Brénaz (08-SAB) est assez peu altéré en référence à l'absence de charriage avant aménagements, et celle de St-Vulbas (09-VUL) est très peu altéré du fait de l'absence d'aménagement. Enfin, l'UHC de l'Ain à Lyon (10-ALY) est dans une situation intermédiaire avec des flux grossiers en transit mais des discontinuités ;
  - Sur le Rhône Moyen, un premier groupe d'UHC est relativement homogène (11-PBN à 14-STV), perturbé par la présence des ouvrages et des confluences où la continuité sédimentaire est rompue. Sur le Bas Rhône à partir de l'UHC de Bourg-lès-Valence (15-BLV), les altérations sont majorées du fait d'un impact des ouvrages sur la continuité des sables issus de l'Isère, et du fait de la situation de plusieurs confluences avec charriage (Doux, Eyrieux, Drôme, Ouvèze, Roubion, Ardèche, Cèze, etc.). Sur le delta, les UHC sont moins altérées du fait essentiellement de l'absence d'ouvrages hydroélectriques.
- En termes d'enjeux écologiques, sûreté-sécurité et socio-économiques :
  - Sur le Haut Rhône, un premier groupe d'UHC (01-SUI à 04-SEY) présente des enjeux réduits, notamment en termes de sûreté et d'usages socio-économiques. Les UHC suivantes de Chautagne (05-CHA), Belley (06-BEL) et Brégnier-Cordon (07-BRC) émergent du fait d'une majoration des 3 familles d'enjeux. Les UHC de Sault-Brénaz (08-SAB) et de St-Vulbas (09-VUL) présentent des enjeux décroissants avant que l'UHC de l'Ain à Lyon (10-ALY) montre des enjeux similaires aux UHC de Belley et Brégnier-Cordon.
  - Sur le Rhône Moyen, les UHC de Pierre-Bénite (11-PBN) et Vaugris (12-VAU) voient leurs enjeux décroître en relatif, avant l'UHC de Péage-de-Roussillon (13-PDR) qui est l'une des 3 UHC présentant le plus d'enjeux. Plus en aval, deux nouvelles UHC présentent relativement moins d'enjeux (St-Vallier / 14-STV et Bourg-lès-Valence / 15-BLV) avant que des UHC aux enjeux croissants n'apparaissent jusqu'à Montélimar (18-MON) et Donzère-Mondragon (19-DZM). Les UHC de Caderousse (20-CAD), Avignon (21-AVI) et Vallabrègues (22-VAL) présentent des enjeux significatifs avant de laisser la place aux moindres enjeux du delta.

Le Tableau 63 en page suivante récapitule les notes de chaque critère et les scores calculés.

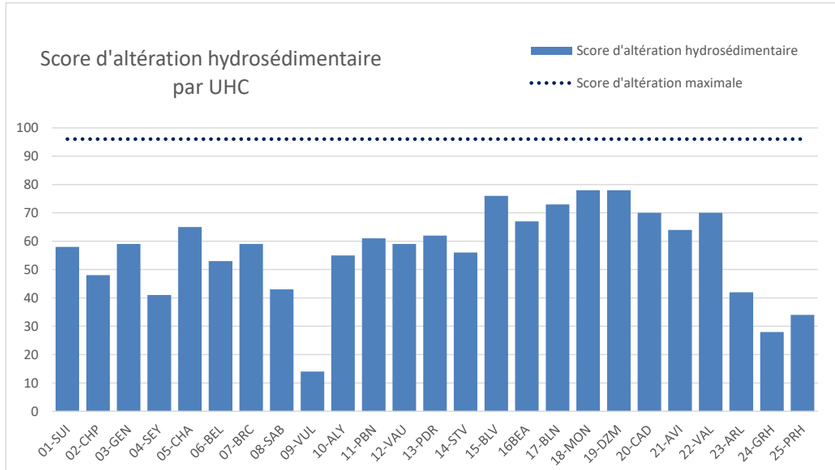


Figure 198 : Synthèse des scores d'altération hydrosédimentaire par UHC

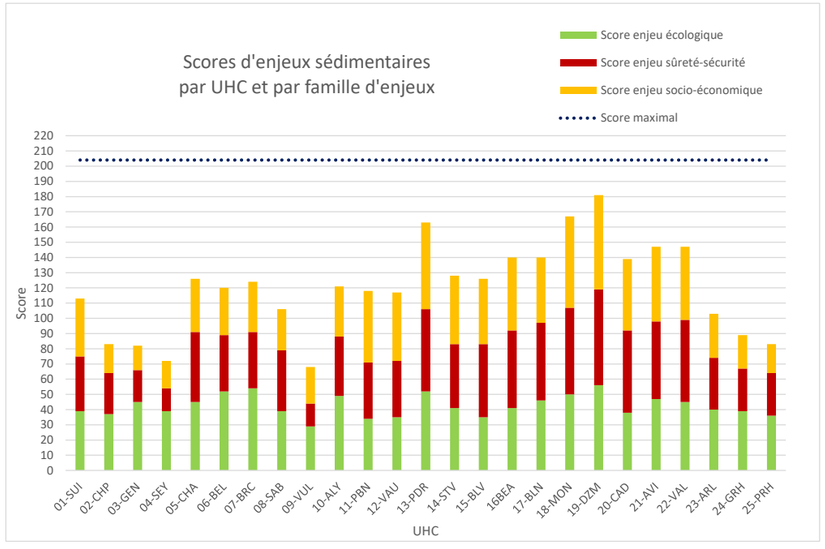


Figure 199 : Synthèse des scores des enjeux sédimentaires par UHC et par famille d'enjeux

Tableau 63 : Récapitulatif des scores d'altérations hydrosédimentaires et des scores d'enjeux écologiques, sûreté-sécurité et socio-économiques par UHC

-		1 SUI	2 CHP	3 GEN	4 SEY	5 CHA	6 BEL	7 BRC	8 SAB	9 VUL	10 ALY	11 PBN	12 VAU	13 PDR	14 STV	15 BLV	16 BEA	17 BLN	18 MON	19 DZM	20 CAD	21 AVI	22 VAL	23 ARL	24 GRH	25 PRH	Ref.
Altération hydrosédimentaire																										
C1- Hydrologie - hydrologie fonctionnelle en crue	3	2	2	3	3	3	3	3	3	0	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	4
C1- Hydrologie - hydrologie fonctionnelle en régime semi-perm.	1	2	2	3	3	2	2	1	2	2	3	3	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	4
C1- Hydrologie - échanges nappe-rivière	2	1	2	1	1	3	3	2	1	0	2	2	2	3	1	2	2	2	3	3	2	2	2	3	2	2	4
C2- Morphologie - continuité sédimentaire pour les affluents	3	3	1	0	2	3	2	2	2	0	1	1	3	3	3	4	3	4	4	4	4	2	4	1	0	0	4
C3- Morphologie - équilibre géomorphologique	3	4	3	4	1	4	1	3	1	2	4	4	3	2	2	4	2	3	3	4	2	2	3	4	3	4	4
C3- Morphologie - continuité sédimentaire latérale	3	0	1	0	0	1	2	3	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
C4- Morphologie - continuité sédimentaire pour les grossiers	3	4	3	4	2	4	3	3	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	1	1	4
C5- Morphologie - continuité sédimentaire pour les sables	3	3	2	4	2	2	2	2	3	0	2	2	2	2	1	3	3	3	4	3	3	3	2	1	1	1	4
C5- Morphologie - continuité sédimentaire pour les fines	3	2	2	3	2	2	2	2	1	0	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	4
Enjeu écologique																										
D1- Qualité de l'eau	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4
D1- Qualité de sédiments	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4
D1- Thermie	1	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	4
D2- Habitats et peuplements piscicoles Rhône	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2	2	4
D2- Habitats et peuplements piscicoles annexes	3	2	2	2	2	3	4	4	2	1	3	3	2	4	2	2	2	3	4	4	2	4	2	3	2	2	4
D3- Continuité biologique et réservoirs biologiques	2	2	2	2	3	4	4	4	3	1	4	2	3	4	2	2	2	3	4	4	2	2	2	0	0	0	4
E3- Habitats humides et terrestres	2	2	2	3	2	3	4	4	3	3	4	3	1	3	3	1	3	3	2	4	3	3	2	3	4	4	4
E4- Flore et faune remarquable	2	3	2	3	2	3	4	4	3	3	4	3	1	3	3	2	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4
Enjeu sûreté-sécurité																										
F1- Bon fonctionnement courant des ouvrages exploités	2	3	2	3	2	2	2	2	2	0	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	4
F1- Sûreté des ouvrages (barrage, barrage latéral)	3	4	4	4	0	4	4	4	4	0	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
F2- Submersion-inondabilité (retenue)	3	3	2	2	0	4	4	4	3	0	2	4	3	3	2	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4
F2- Submersion-inondabilité (confluences)	3	3	1	1	3	4	1	1	1	0	1	2	3	3	4	4	3	4	3	4	4	3	4	0	0	0	4
F3- Sûreté nucléaire	3	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	4	0	0	0	0	4	4	2	0	0	0	0	0	4
F4- Sûreté AEP	3	2	2	0	2	2	2	2	2	1	4	2	2	2	3	3	4	3	3	3	3	4	4	2	0	0	4
Enjeu socio-économique																										
G1- Navigation marchande	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
G1- Navigation de plaisance	3	2	0	0	2	3	3	3	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4
G2- Production hydroélectrique	3	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	4
G2- Production nucléaire	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	4
G3- Prélèvements d'eau	2	3	2	0	0	3	2	2	2	2	4	4	3	3	2	2	3	2	3	4	3	4	4	2	1	1	4
G4- Tourisme	2	2	1	1	0	3	3	3	3	1	4	2	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3	2	2	1	1	4
G5- Production de granulats	1	1	1	2	0	2	0	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	3	0	0	0	4
Score altération hydrosédimentaire		58	48	59	41	65	53	59	43	14	55	61	59	62	56	76	67	73	78	78	70	64	70	42	28	34	96
Score enjeu écologique		36	34	38	36	44	54	53	38	32	52	43	35	52	41	35	41	46	50	56	38	47	40	40	39	39	68
Score enjeu sûreté-sécurité		42	31	27	19	46	37	37	40	15	39	37	37	54	42	48	51	51	57	63	54	51	54	34	28	28	68
Score enjeu socio-économique		38	19	16	18	35	31	33	27	24	33	47	45	57	45	43	48	43	60	62	47	49	48	29	22	19	68
Score enjeux		**116**	**84**	**81**	**73**	**125**	**122**	**123**	**105**	**71**	**124**	**127**	**117**	**163**	**128**	**126**	**140**	**140**	**167**	**181**	**139**	**147**	**142**	**103**	**89**	**86**	**204**

Intensité du lien avec sédiments

1	faible
2	moyen
3	fort

Score altération hydrosédimentaire

0	absence d'altération
1	altération négligeable
2	altération faible
3	altération forte
4	altération très forte

Score enjeux écologiques, sûreté-sécurité, socio-économique

0	absence d'enjeu
1	enjeu négligeable
2	enjeu faible
3	enjeu fort
4	enjeu très fort

CARTES

Carte 1 : Réserve de biosphère sur la zone d'étude....21
Carte 2 : Réserves Naturelles Nationales sur la zone d'étude....22
Carte 3 : Réserves Naturelles Régionales sur la zone d'étude....23
Carte 4 : Arrêtés de Protection de Biotope sur la zone d'étude....24
Carte 5 : Zones humides protégées par la convention de Ramsar sur la zone d'étude....25
Carte 6 : Parcs Naturels Régionaux sur la zone d'étude....26
Carte 7 : Réseau Natura 2000 – ZPS sur la zone d'étude....28
Carte 8 : Réseau Natura 2000 – ZSC/SIC sur la zone d'étude....28
Carte 9 : Sites du Conservatoire du Littoral sur la zone d'étude....29
Carte 10 : ZNIEFF de type II en France métropolitaine (source : INPN)....30
Carte 11 : ZNIEFF de type I sur la zone d'étude....31
Carte 12 : ZNIEFF de type II sur la zone d'étude....31
Carte 13 : Zones humides sur la zone d'étude....32
Carte 14 : Synthèse des surfaces occupées par des périmètres de protection ou d'inventaire....33
Carte 15 : Linéaires de réservoirs biologiques....34
Carte 16 : Localisation des stations de suivi de la qualité de l'eau et des sédiments....39
Carte 17 : Cartographie synthétique des linéaires de lônes restaurés....94
Carte 18 : Cartographie synthétique des sites de réactivation des marges alluviales....94
Carte 19 : Cartographie synthétique des sites de réinjection sédimentaire....95
Carte 20 : Barrages formant retenue classés et présents dans les concessions....101
Carte 21 : Barrages latéraux classés et présents dans les concessions....102
Carte 22 : Ouvrages de protection GEMAPI....105
Carte 23 : Ouvrages liés à l'usage de navigation sur l'axe Rhône....133
Carte 24 : Ouvrages de production d'énergie sur l'axe Rhône....142
Carte 25 : Ouvrages de prélèvement d'eau sur l'axe Rhône....148
Carte 26 : Equipements à vocation touristique sur l'axe Rhône....153

TABLEAUX

Tableau 1 : Synthèse des principaux documents de référence attachés à chaque type d'enjeu....8
Tableau 2 : Contenu principal du cahier des charges général CNR en lien avec l'étude....10
Tableau 3 : Contenu principal du cahier des charges EDF en lien avec l'étude....10
Tableau 4 : Synthèse des périmètres de protection et d'inventaire....33
Tableau 5 : Liste des réservoirs biologiques du SDAGE 2016-2021 et éléments d'argumentaire associés....34
Tableau 6 : Nombre de stations de suivi de la qualité de l'eau....38
Tableau 7 : Liste des stations de suivi de la qualité de l'eau et des sédiments localisées sur le cours principal du Rhône....38
Tableau 8 : Liste des stations de suivi de la qualité de l'eau et des sédiments localisées sur la partie terminale des affluents du Rhône....39
Tableau 9 : Flux de contaminants mesurés sur les eaux et matières en suspension à la station d'Arles (sources : IRSN et AERMC in DREAL, 2013)....50
Tableau 10 : Synthèse des actions de relèvement des débits et régimes réservés....51
Tableau 11 : Evaluation des risques « éclusée » et de la classe d'aléa hydrologique – Secteurs du Rhône et affluents principaux....54
Tableau 12 : Evaluation des risques « éclusée » et de la classe d'aléa hydrologique – Masses d'eau du Rhône et affluents principaux....54
Tableau 13 : Mésohabitats préférentiels des espèces-cibles et représentativité au débit réservé maximal (60 m³/s) à l'échelle du RCC de Belley – Source : TEREO & SAFEGE (2017)....57
Tableau 14 : Tableau de détermination des classes de mésohabitats (d'après Harby et al., 2007)....57
Tableau 15 : Distribution spatio-temporelle des espèces de poissons recensées sur le cours principal du Rhône (d'après Carrel et al., 2012)....61
Tableau 16 : Liste des 18 espèces de poissons allochtones existantes sur l'axe rhodanien (source : Carrel et al., 2012)....65
Tableau 17 : listes des espèces appartenant aux guildes de reproduction des lithophiles et psammophiles....89
Tableau 18 : Classement des systèmes d'endiguements et barrages d'après le décret du 12 mai 2015....100
Tableau 19 : Inventaires des barrages de retenue classés sur le Rhône....101
Tableau 20 : Inventaires des barrages latéraux classés sur le Rhône et ses affluents....103
Tableau 21: Inventaire des seuils d'origine anthropique sur le Rhône et les Vieux Rhône....103
Tableau 22: Linéaire d'ouvrages de protection par UHC et par affluent du Rhône....104
Tableau 23 : Liste des SLGRI de l'axe Rhône et dates repères....106
Tableau 24 : Typologie de systèmes des Rhône court-circuités en fonction des contraintes d'endiguement....109
Tableau 25: Synthèse des surfaces inondables par UHC....112
Tableau 26: Estimation des habitants permanents et emplois présents en zone inondable (données SLGRI du Rhône)....112
Tableau 27 : Synthèse des obligations techniques pour le bon écoulement....115
Tableau 28 : Principaux ouvrages prélevant de l'eau potable dans la nappe alluviale du Rhône....121
Tableau 29 : Repères historiques de l'aménagement du Rhône....125
Tableau 30 : Principales sociétés d'irrigation sur le Rhône concernées par mesures de gestion sédimentaire....127
Tableau 31 : Synthèse par UHC des volumes de sédiments extraits du Rhône entre 1954 et 2009....128
Tableau 32 : Contenu principal du cahier des charges général CNR en lien avec la navigation....130
Tableau 33 : Contenu principal du cahier des charges EDF en lien avec la navigation....130
Tableau 34 : Gabarits des voies navigables (d'après données CEMT)....132
Tableau 35 : Standardisation des voies navigables (source : AIPCN)....132
Tableau 36 : Gabarit et dimensions des bateaux (source VNF)....132
Tableau 37 : Synthèse des ports présents sur le Rhône....133
Tableau 38 : Puissances et productions des centrales hydroélectriques et thermiques dans le bassin Rhône-Méditerranée en 2017 (RTE, données en ligne)....139
Tableau 39 : Contenu principal du cahier des charges général CNR en lien avec l'hydroélectricité....140
Tableau 40 : Contenu principal du cahier des charges EDF en lien avec l'hydroélectricité....140
Tableau 41 : Production hydroélectrique sur le Rhône (d'après documentation CNR, 2015 ; actualisé en 2019)....141
Tableau 42 : Chiffres-clé économiques de la CNR et de l'hydroélectricité du Rhône (CNR, 2017)....143
Tableau 43 : Données sur l'âge et les visites d'inspection des CNPE du Rhône (EDF, d'après dossiers de presse des installations)....144
Tableau 44 : Puissances et productions des CNPE du Rhône en 2017 (EDF, d'après dossiers de presse des installations)....144
Tableau 45 : Données économiques des CNPE du Rhône en 2017 (EDF, d'après dossiers de presse des installations)....144
Tableau 46 : Volumes prélevés par UHC pour l'usage AEP....147
Tableau 47 : Volumes prélevés par UHC pour les usages industriels....147
Tableau 48 : Volumes prélevés par UHC pour l'irrigation....148
Tableau 49 : Stations d'épuration et capacité par UHC....149
Tableau 50 : Recensement des sites d'extraction active et plateformes de granulats....150
Tableau 51 : Synthèse des obligations techniques pour la navigation....155
Tableau 52 : Parcours de navigation entre Fos-sur-Mer (UHC#24-GRH) et le port de Beaucaire (UHC#22-VAL), et tendances sédimentaires des segments....156
Tableau 53 : Parcours de navigation entre l'usine de Caderousse (UHC#20-CAD) et le port Lafarge-Ciments à Viviers (UHC#18-MON), et tendances sédimentaires des segments....156

Tableau 54 : Parcours de navigation entre l'usine de Brens-Virignin (06-BEL) et l'usine d'Anglefort (UHC#05-CHA), et tendances sédimentaires des segments....157
Tableau 55 : Synthèse des obligations techniques pour la production d'énergie....163
Tableau 56 : Volume de sédiments curés sur la période 2014-2017....165
Tableau 57 : Synthèse des obligations techniques pour les prélèvements et rejets d'eau....169
Tableau 58 : Synthèse des rôles positifs et négatifs des sédiments en fonction de leur nature (graviers, sables, fines) et pour chacune des familles d'enjeux (écologie, sûreté-sécurité, usages socio-économiques)....187
Tableau 59 : Synthèse de typologie et hiérarchisation des enjeux de gestion sédimentaire....189
Tableau 60 : Détail des pondérations des enjeux de gestion sédimentaire (1/3)....190
Tableau 61 : Détail des pondérations des enjeux de gestion sédimentaire (2/3)....190
Tableau 62 : Détail des pondérations des enjeux de gestion sédimentaire (3/3)....191
Tableau 63 : Récapitulatif des scores d'altérations hydrosédimentaires et des scores d'enjeux écologiques, sûreté-sécurité et socio-économiques par UHC....193

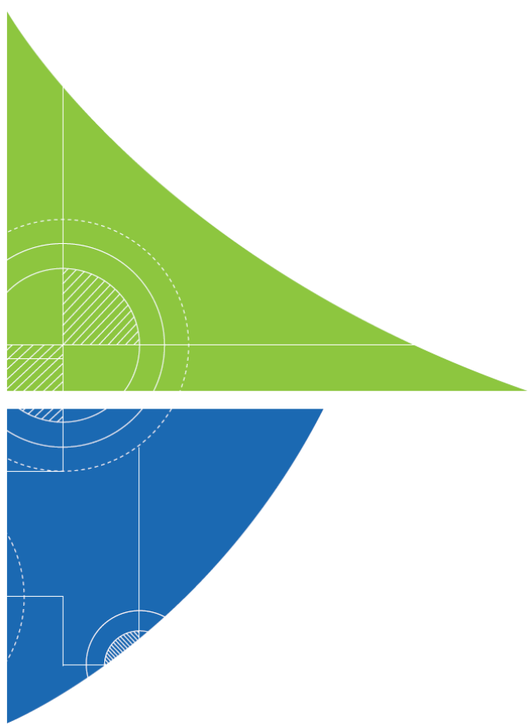
FIGURES

Figure 1 : La plaine alluviale hautement diversifiée du Rhône dans le secteur de Brégnier-Cordon avant la construction du barrage. En pointillé, les anciens bras en cours de colmatage. En haut, l'ancien méandre du Saugey (Laboratoire des hydrosytèmes fluviaux, UCBL - Bravard, 2010). 15
Figure 2 : La plaine alluviale de Péage de Roussillon en 1860, en 1954 après les travaux d'endiguement, et en 2006, après la construction du barrage (Gaydou, 2013)....15
Figure 3 : La plaine alluviale de Chautagne : changement de style fluvial entre un style en tresse en 1961 (gauche) à un chenal quasi-unique méandriforme en 2015 (droite)....16
Figure 4 : Exemple de nouveaux sous-systèmes (suites de communautés végétales) engendrées par la construction du barrage de Chautagne....17
Figure 5 : Modifications provoquées par les endiguements du 19ème siècle et l'aménagement hydroélectrique du 20ème....17
Figure 6 : Les évolutions réversibles et irréversibles dans les éco-complexes fluviaux (Pautou et al. 1992)....17
Figure 7 : Changement du profil transversal du Rhône à la suite des différents travaux de rectification de son cours....17
Figure 8 : Faciès lotique de type radier (haut ; RCC de Pierre Bénite) et faciès lentique de type chenal lentique (bas ; retenue de Péage de Roussillon)....18
Figure 9 : Modalités d'évolution, de la végétation riveraine suite à l'aménagement du Rhône (Bravard et al., 2010)....19
Figure 10 : Synthèse schématique des principaux effets négatifs des aménagements successifs de l'hydrosystème Rhône....20
Figure 11 : Synthèse schématique des principaux effets positifs des aménagements successifs de l'hydrosystème Rhône....20
Figure 12 : Réserves de biosphère en France métropolitaine (source : INPN)....21
Figure 13 : Réserves Naturelles Nationales en France métropolitaine (source : INPN)....22
Figure 14 : Réserves Naturelles Régionales en France métropolitaine (source : INPN)....23
Figure 15 : Arrêtés de protection de biotope en France métropolitaine (source : INPN)....24
Figure 16 : Sites Ramsar en France métropolitaine (source : INPN)....25
Figure 17 : Parcs naturels régionaux en France métropolitaine (source : INPN)....26
Figure 18 : SIC en France métropolitaine (source : INPN)....27
Figure 19 : ZPS en France métropolitaine (source : INPN)....27
Figure 20 : Sites du Conservatoire du Littoral en France métropolitaine (source : INPN)....29
Figure 21 : ZNIEFF de type I en France métropolitaine (source : INPN)....30
Figure 22 : Milieux à composante humide de France (CGDD/MNHN, 2009)....32
Figure 23 : Schéma de synthèse des conditions type de continuité biologique sur le Rhône....36
Figure 24 : Carte synthétique de la Trame Verte et Bleue en Rhône-Alpes (source : LPO)....37
Figure 25 : Carte synthétique de la Trame Verte et Bleue en PACA (Source : Pôle lagunes)....37
Figure 26 : Etat et potentiel écologique en 2019 des 26 masses d'eau du Rhône (source : AERMC)....41
Figure 27 : Synthèse de l'état écologique des cours d'eau du territoire de l'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse en 2013....41
Figure 28 : Causes de risque de non atteinte des objectifs écologiques (RNAOE) pour 23 masses d'eau du fleuve Rhône (source : AERMC)....42
Figure 29 : Evolution de la qualité physicochimique de l'eau entre 1990 et 2014 – Pourcentage de stations par classe d'état (source : SDAGE 2016-2021)....42
Figure 30 : Evolution des concentrations des principaux paramètres indicateurs des pollutions d'origine anthropique sur le territoire de l'agence de l'eau Rhône Méditerranée (source : AERMC, 2018)....42
Figure 31 : Évolution des teneurs en matières organiques et oxydables (MOOX) à la Station de Chasse-sur-Rhône à l'aval de Lyon depuis 1969 (Source : AERMC). 43
Figure 32 : Evolution de la moyenne des ratios concentration / NQE (VG) pour les HAP (gauche) et les pesticides (droite) – Source : AERMC....43
Figure 33 : Evolution de la présence des pesticides (source : AERMC, 2018) 43
Figure 34 : Caractéristiques du régime thermique du Rhône 44
Figure 35 : Evolution de la concentration en HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) dans les sédiments de l'Etang de Thau (d'après F. Laute, 2008)....44
Figure 36 : Evolution de la concentration en PCB (PolyChloroBiphényles) dans les sédiments de l'Etang de Thau (d'après F. Laute, 2008)....45
Figure 37 : Localisation des 9 sites de prélèvements à proximité du chenal actif du Rhône 45
Figure 38 : Modèle global de répartition des PCB à l'échelle du fleuve Rhône pour les années 1990 et 2000 (A) et post-2005 (B)....46
Figure 39 : Evolution de la qualité des sédiments (QSM) le long de l'axe du Rhône 47
Figure 40 : Chronologie de la qualité des sédiments (QSM) pour l'axe Rhône entre 2000 et 2017....47
Figure 41 : Evolution de la qualité des sédiments (HAP) le long de l'axe du Rhône 47
Figure 42 : Chronologie de la qualité des sédiments (HAP) pour l'axe Rhône entre 2000 et 2017 47
Figure 43 : Evolution de la qualité des sédiments (PCBi) le long de l'axe du Rhône 48
Figure 44 : Chronologie de la qualité des sédiments (PCBi) pour l'axe Rhône entre 2000 et 2017....48
Figure 45 : Evolution de la qualité des sédiments (QSM) sur les affluents....48
Figure 46 : Chronologie de la qualité des sédiments (QSM) pour les affluents entre 2000 et 2017 48
Figure 47 : Evolution de la qualité des sédiments (HAP) sur les affluents 49
Figure 48 : Chronologie de la qualité des sédiments (HAP) pour les affluents entre 2000 et 2017 49
Figure 49 : Evolution de la qualité des sédiments (PCBi) sur les affluents....49
Figure 50 : Chronologie de la qualité des sédiments (PCBi) pour les affluents entre 2000 et 2017 49
Figure 51 : Bio-accumulation de PCBi dans les poissons sur la période 2005-2013 (DREAL, 2013)....50
Figure 52 : Bilan de flux annuels de PCBi particulaires entre 2014 et 2016 et contributions des principaux affluents (OSR4) 51
Figure 53 : Bilan des sources contributrices quantifiées au flux de PCB du Rhône à la Méditerranée (exprimées en kg de PCB indicateurs par an, source : DREAL RA, 2013) 51
Figure 54 : Pressions, altérations et impacts associés avec la production d'énergie hydroélectriqie 52
Figure 55 : Chaîne d'évaluation du risque éclusée 52
Figure 56 : Carte de la vulnérabilité à l'instabilité hydraulique de printemps permettant de localiser les secteurs de cours d'eau étudiés 53
Figure 57 : Valeurs de FR50 (indice morphologique, à gauche) et REM (indice de débit, à droite) sur les différents Vieux Rhône du bas Rhône et du haut Rhône – Source : Olivier & Lamouroux (2015) 55
Figure 58 : Représentation de la profondeur (A) et de la vitesse scalaire (B) simulées par le modèle hydrodynamique 2D au niveau du site du Bugey pour un débit de 550 $m^3.s^{-1}$. Répartition du substrat dominant au niveau du site du Bugey (C). 55
Figure 59 : Exemple d'hydrosignature (gauche) et d'indice de préférence des petits barbeaux (0-4 cm) pour les classes de hauteur d'eau-vitesse du courant. D'après Le Coarer (2007), Le Coarer et al. (2016)....56
Figure 60 : Caractérisation des mésohabitats par classes d'habitats – RCC de Belley – Débit de 60 m^3/s -Source : TEREO & SAFEGE (2017)....56
Figure 61 : Evolution de la qualité biologique de l'eau (IBGN) des cours d'eau du bassin RMC – Pourcentage de stations par classe d'état (source : SDAGE 2016-2021). 57

Figure 62 : Evolution de la qualité biologique de l'eau (IBGN) de la partie basse des affluents du Rhône sur la période 2008-2017 – Pourcentage de stations par classe d'état. 57
Figure 63 : Exemple de variations de débit sur le Haut-Rhône – Station de Pougny (V1000010) – Période du 16/02 au 02/03/2018 (source : Hydroreel) 58
Figure 64 : Evolution de la richesse taxonomique des stations RCS localisées sur le Rhône (gauche) et sur la partie basse des principaux affluents (droite) sur la période 2008-2016. 58
Figure 65 : Evolution du groupe indicateur (GFI) des stations RCS localisées sur le Rhône (gauche) et sur la partie basse des principaux affluents (droite) sur la période 2008-2016. 58
Figure 66 : Evolution de la variété taxonomique (haut) de l'indice IBG (droite) et des stations RCS localisées sur le Rhône sur la période 2008-2016. 59
Figure 67 : Evolution du groupe indicateur (GFI) des stations RCS localisées sur le Rhône sur la période 2008-2016. 59
Figure 68 : Evolution temporelle des peuplements de macro-invertébrés du Rhône entre les CNPE de Bugey et de Tricastin (d'après Bady et Fruget, 2006) 60
Figure 69 : aire de répartition actuelle de la lamproie marine (source : MRM) 62
Figure 70 : aire de répartition historique (gauche) et actuelle (droite) de l'alose feinte du Rhône (source : MRM) 62
Figure 71 : aire de répartition actuelle de l'anguille européenne (source : MRM) 63
Figure 72 : localisation des différentes zones d'actions pour l'anguille européenne (source : MRM) 63
Figure 73 : Abondances moyennes de l'anguille (distinguées en 4 classes de taille ainsi que l'abondance totale) entre la mer Méditerranée et Lyon (source : Olivier et al., 2009) 63
Figure 74 : Évolution de la répartition de l'apron du Rhône 1900-2012-2016 (source : CEN Rhône Alpes). 64
Figure 75 : Représentation de la succession temporelle des signalements bibliographiques, ou constations in situ, d'apparition de nouvelles espèces sur le Rhône (d'après Carrel, 2016) 65
Figure 76 : Classes de qualité de l'IPR pour les stations du Rhône sur la période 2008-2017 66
Figure 77 : Classes de qualité de l'IPR pour les stations des principaux affluents du Rhône sur la période 2008-2017. 66
Figure 78 : Evolution longitudinale du nombre d'espèces échantillonnées le long de l'axe Rhône 67
Figure 79 : Evolution longitudinale du nombre d'individus échantillonnés le long de l'axe Rhône 67
Figure 80 Exemple d'une carte d'habitats sur le site de l'Etournel (extrait carte 03-E2) 68
Figure 81 : Synthèse schématique type des principaux habitats naturels observés le long du Rhône 68
Figure 82 : Exemples d'herbiers aquatiques et d'habitats d'eau stagnante à courante 69
Figure 83 : Exemples de grèves et bancs d'alluvions se développant sur le Rhône (© Mosaïque Environnement) 70
Figure 84 : Exemples de pelouses sèches et alluviales 71
Figure 85 : Exemples de prairies humides et mégaphorbiaies 72
Figure 86 : Exemple de forêts alluviales et saulaies basses 73
Figure 87 : Exemple de végétations de ceinture des eaux, bas-marais 74
Figure 88 : Exemple de paysage de sansouire, habitat littoral typique (source tourduvalat.org) 75
Figure 89 : Nette rousse, espèce nicheuse et hivernante sur les plans d'eau du Rhône (© Mosaïque Environnement) 76
Figure 90 : Guêpier d'Europe, espèce nichant dans les berges sableuses érodées (Fotolia) 76
Figure 91 : Sterne pierregarin, espèce nichant sur le**s grèves** et **bancs de graviers sur le Rhône (© Wikipedia)** 77
Figure 92 : héron cendré et Aigrette garzette, hérons paludicoles présents le long du Rhône (© Fotolia) 77
Figure 93 : Milan noir, espèce nichant dans les forêts alluviales du Rhône (© Fotolia) 77
Figure 94 : Castor d'Europe près de Saint-Alban, canal d'amenée du Rhône (© Mosaïque Environnement) 78
Figure 95 : Rainette arboricole et Pélodyte ponctué, espèces présentes sur les milieux humides annexes du Rhône (© Mosaïque Environnement) 79
Figure 96 : Onychogomphus forcipatus (Onycogomphe à pinces), espèces typiques des cours d'eau appréciant les cours d'eau et les bancs de graviers (© Mosaïque Environnement) 79
Figure 97 : Elodée de Nuttall et Vallisnérie, deux espèces invasives observées dans le Rhône 80
Figure 98 : Échelles spatiales et temps de persistance (a) et de réponse (b) des assemblages de poissons aux perturbations (d'après Bayley and Li, 1992, in Piffady, 2010) 81
Figure 99 : La « balance de Lane » et le principe de l'équilibre dynamique entre flux liquides et solides (d'après Lane, 1955). 81
Figure 100 : Echelles temporelles de l'ajustement des composantes géomorphologiques du chenal 81
Figure 101 : Schéma conceptuel du lien entre génération de la charge de fond et biocénoses aquatiques – Adapté d'après Souchon et al. (2002), Baran et Leroyer-Gravet (2007) et Malavoi et al. (2011) 82
Figure 102 : Effet de la turbidité sur les poissons, observés en moyenne sur plusieurs espèces 83
Figure 103 : Illustrations des phases ii) pionnière (A-B), iii) biogéomorphologique (C-D), et iv) écologique (E-F) (Corenblit et al., 2020) 84
Figure 104 : Casiers Girardon en eau étudiés sur les sites de PDR et ARL (ZABR, 2014) 86
Figure 105 : Schéma type des 3 types de fonctionnement de casiers Girardon en eau (ZABR, 2014) 86
Figure 106 : Principaux processus participant aux mécanismes d'autoépuration (ONEMA, 2011) 88
Figure 107 : Exemple montrant le rôle de la présence d'un substrat alluvial dans la thermie de l'eau (Burkholder, 2007 in Malavoi et al., 2011). 88
Figure 108 : Peuplements piscicoles du Rhône et préférences d'habitats (GRAIE, 2016) 89
Figure 109 : Evolution longitudinale de l'importance relative des espèces lithophiles au sein des peuplements de poissons échantillonnés le long de l'axe Rhône 90
Figure 110 : Evolution longitudinale de l'importance relative des espèces psammophiles au sein des peuplements de poissons échantillonnés le long de l'axe Rhône 90
Figure 111 : Fonctionnalités primaires et secondaires au sein de l'hydrosystème (BURGEAP, 2014) 91
Figure 112 : Typologie des styles fluviaux de référence (AERMC, 2016 ; d'après la typologie de Church) 91
Figure 113 : Extrait de l'atlas de synthèse du schéma directeur de réactivation des marges alluviales sur le site de Péage-de-Roussillon (13-PDR) (Gaydou, 2013) 92
Figure 114 : Synthèse schématique des enjeux sédimentaires pour la navigation 93
Figure 115 : Synthèse schématique des ouvrages concernés par des enjeux de sûreté 97
Figure 116 : Sectorisation en tronçons homogènes types 97
Figure 117 : Chaîne des principales responsabilités en matière de lutte contre les inondations (Landot & associés, 2019) 98
Figure 118 : Périmètre du PPI du barrage de Génissiat 99
Figure 119 : Détermination de la hauteur d'un ouvrage (AIDA) 100
Figure 120 : Linéaire de barrages latéraux par UHC 103
Figure 121: Linéaire total d'ouvrages de protection, hors concessions, par UHC 104
Figure 122: Casiers Girardon en eau dans l'UHC#23 du Palier d'Arles (Le Guern, 2015) 105
Figure 123 : Territoire à risques importants d'inondation (TRI) en France métropolitaine 107
Figure 124: Cartographie des SLGRI et TRI de l'axe Rhône (DDT69- Stratégie de l'aire métropolitaine lyonnaise) 107
Figure 125: Inondation de la plaine de Brangues et Bouchage lors de la crue de février 1990 (http://www.lebouchage.fr) 108
Figure 126: Puissances spécifiques caractéristiques dans les Vieux Rhône synthétisées par UHC (d'après données Gaydou, 2013) 110
Figure 127: Puissances spécifiques caractéristiques dans les Vieux Rhône (d'après données Gaydou, 2013) 110
Figure 128: Système 1 : Evolution du méandre de Serrières entre 2005 et 2015 (05-CHA) 110
Figure 129: Système 2 : Vieux Rhône de Brégnier-Cordon figé par la faiblesse du transport solide et les aménagements anciens (07-BRC) 110
Figure 130: Système 3 : Canal de Miribel figé par les aménagements anciens mais aux berges soumises à sollicitations (10-ALY) 111
Figure 131: Système 4 : Méandre d'Etoile totalement figé dans le RCC de Beauchastel (16-BEA) 111
Figure 132: Système 4 : Charriage dans le Vieux Rhône de Donzère, susceptible de déclencher des érosions latérales (19-DZM) 111
Figure 133: Surfaces inondables par UHC selon 3 scénarios de crues du Rhône 112
Figure 134: Habitants permanents en zones inondables par UHC pour chaque occurrence de crue du Rhône (données SLGRI du Rhône) 112
Figure 135: Poids des différents enjeux dans le dommage moyen actualisé à l'échelle du Rhône (en millions d'euros) 113

Figure 136: Répartition des dommages (en millions d'euros) de la crue du Rhône de 2003 (DREAL Auvergne Rhône-Alpes – Plan Rhône 2016) 113
Figure 137: Vulnérabilité des enjeux aux inondations du Rhône et coût moyen annualisé des dommages (Plan Rhône – Analyse socio-économique et stratégie de réduction de vulnérabilité en particulier pour les activités économiques, 2018) 114
Figure 138 : Synthèse schématique des enjeux sédimentaires pour la sûreté des ouvrages hydrauliques 117
Figure 139 : Volumes de dragage par UHC sur 1995-2018 pour la navigation (toutes localisations) 117
Figure 140 : Synthèse cartographique des enjeux sédimentaires liés aux risques hydrauliques 118
Figure 141 : Synthèse schématique des enjeux sédimentaires pour la sûreté hydraulique des CNPE 119
Figure 142 : Localisation des principaux captages AEP par rapport aux tronçons homogènes du Rhône 120
Figure 143 : Interface nappes/rivières et variabilité des échanges au cours du temps (Bravard & Clémens, 2008) 122
Figure 144 : Synthèse schématique des enjeux sédimentaires pour la sûreté de l'alimentation en eau potable 123
Figure 145 : Nombre de sites de production par types de roches (UNPG, 2011) 127
Figure 146 : Part de roches meubles dans la production totale (UNPG, 2011) 127
Figure 147 : Carte par site des volumes de sédiments extraits du Rhône en aval de Lyon 128
Figure 148 : Chapelet d'anciennes gravières le long du canal d'Anglefort en Chautagne 128
Figure 149 : Cartographie des sites industriels, portuaires et de plaisance 129
Figure 150 : Gabarit des voies navigables en France (source VNF) 132
Figure 151 : Décomposition par section du trafic de marchandise sur le Rhône en 2018 (VNF, 2018b) 134
Figure 152 : Tonnage et flux de marchandises sur le Rhône en moyennes annuelles 135
Figure 153 : Conteneurs transportés sur le Rhône (EVP) chaque année entre 2007 et 2017 135
Figure 154 : Evaluation du trafic fluviomaritime entre 2009 et 2018 (VNF, 2018b) 135
Figure 155 : Répartition des matières premières transportées par voie fluviale (VNF, 2018b) 136
Figure 156 : Passagers transportés sur le Rhône à bord des paquebots par an entre 2007 et 2017 (source : CNR / DVPMIG 2018) 138
Figure 157 : Synthèse des impacts socio-économiques directs et indirects de la navigation de plaisance fluviale et lacustre en 2010 (source : Comité de bassin Rhône Méditerranée, 2013) 138
Figure 158 : Rapport production/consommation par région en 2014 (en %) 139
Figure 159 : Les aménagements hydroélectriques sur le Rhône et les dates de mise en service (Source : Doutriaux, 2006) 142
Figure 160 : Localisation des centrales photovoltaïques de la CNR (Source : Site internet de la CNR) 145
Figure 161 : Localisation des centrales photovoltaïques gérées par EDF 145
Figure 162 : Localisation des parcs éoliens de la CNR (Source : Site internet de la CNR). 146
Figure 163 : Evolution en 10 ans du nombre de sorties sur le Rhône et la Saône déclarées par les pêcheurs amateurs (Source : ONEMA, 2014) 152
Figure 164 : Sectorisation en tronçon homogènes types 154
Figure 165 : Schématisation des gabarits à garantir dans le chenal navigable 155
Figure 166 : Enjeux sédimentaires pour la navigation entre Port-St-Louis (GRH) et Beaucaire (ARL) 156
Figure 167 : Enjeux sédimentaires pour la navigation entre Caderousse (CAD) et Viviers (MON) 156
Figure 168 : Enjeux sédimentaires pour la navigation entre Brins-Virignin (BEL) et Chautagne (CHA) 157
Figure 169 : Secteur du Pont de la Loi en aval de la restitution de Chautagne (05-CHA) (Géoportail) 158
Figure 170 : Lac du Lit au Roi sur le canal de Belley (06-BEL) (Géoportail) 158
Figure 171 : Garages d'écluse de Bourg-lès-Valence exposés à la sédimentation (15-BLV) (Géoportail) 159
Figure 172 : Diffluence Petit Rhône / Grand Rhône et port d'Arles-Nord (23-ARL) (Géoportail) 160
Figure 173 : Port de Lafarge-Ciments et bassin de retournement sur le Vieux Rhône de Montélimar (18-MON) (Géoportail) 160
Figure 174 : Synthèse schématique des enjeux sédimentaires pour la navigation 161
Figure 175 : Volumes de dragage par UHC sur 1995-2018 pour la navigation (toutes localisations) 161
Figure 176 : Synthèse cartographique des enjeux sédimentaires liés à la navigation 162
Figure 177 : Retenue de Sauveterre, hors chenal navigable, sensible à la sédimentation (21-AVI) (Géoportail) 164
Figure 178 : Apports sédimentaires à la confluence de l'Isère dans le canal de Bourg-lès-Valence, pouvant impacter la production hydroélectrique (15-BLV) (Géoportail) 164
Figure 179 : Exemple d'enjeu sédimentaire à l'entrée d'une prise d'eau de CNPE (St-Alban, 13-PDR) (EDF, fiche de position, 2016) 165
Figure 180 : Centrale solaire flottante de Piolenc (20-CAD) (© Akuo Energy) 166
Figure 181 : Centrale photovoltaïque et éolienne en amont du barrage du Pouzin (17-BLN) (© CNR) 166
Figure 182 : Synthèse schématique des enjeux sédimentaires pour la production d'énergie 166
Figure 183 : Volumes de dragage par UHC sur 1995-2018 pour l'exploitation (toutes localisations) 167
Figure 184 : Synthèse cartographique des enjeux sédimentaires liés à la production d'énergie 168
Figure 185 : Prise d'eau du canal BRL Philippe Lamour (23-ARL) (Géoportail) 170
Figure 186 : Prise d'eau du SMHAR (11-PBN) (Géoportail) 170
Figure 187 : Champ captant AEP de Nîmes-Beaucaire en rive droite du Vieux Rhône de Beaucaire (22-VAL) (Géoportail) 171
Figure 188 : Champ captant AEP de Crépieux-Charmy (Métropole de Lyon) entre Vieux Rhône de Neyron et canal de Miribel (10-ALY) (Géoportail) 171
Figure 189 : Stations d'épuration de la Métropole de Lyon à St-Fons (rive gauche) et Pierre-Bénite (rive droite) (11-PBN) (Géoportail) 174
Figure 190 : Synthèse schématique des enjeux sédimentaires pour les prélèvements et rejets d'eau 174
Figure 191 : Volumes de dragage par UHC sur 1995-2018 pour les prélèvements (toutes localisations) 174
Figure 192 : Synthèse cartographique des enjeux sédimentaires liés aux prélèvements 175
Figure 193 : Gravières anciennes et en activité exposées à un risque potentiel d'interception 177
Figure 194 : Synthèse schématique des enjeux sédimentaires pour les exploitations de granulats 177
Figure 195 : Synthèse schématique des enjeux sédimentaires pour les activités de loisirs 180
Figure 196 : Répartition et degrés des types d'enjeux de gestion sédimentaire en fonction des localisations 189
Figure 197 : Répartition des types d'enjeux avérés et potentiels en fonction des localisations 189
Figure 198 : Synthèse des scores d'altération hydrosédimentaire par UHC 192
Figure 199 : Synthèse des scores des enjeux sédimentaires par UHC et par famille d'enjeux 192

ANNEXES



Annexe 1.

Articles du cahier des charges général de la concession CNR ayant un lien avec la gestion hydrosédimentaire du Rhône

Source Légifrance / JORF n°138 du 17 juin 2003

Cette annexe contient 5 pages.

- **Article 1er – Contenu de la concession**
  - I. - L'établissement et l'exploitation des ouvrages nécessaires à l'aménagement du Rhône entre la frontière suisse et la mer au triple point de vue de l'utilisation de la puissance hydraulique, de la navigation, de l'irrigation et des autres emplois agricoles. Cette concession s'étend aux affluents du Rhône dans la partie de leur cours affectée par l'aménagement du fleuve ainsi qu'aux sections court-circuitées du fleuve.

    Le programme des travaux concédés comprend :
    - 1° L'aménagement du fleuve en vue de l'utilisation de la puissance hydraulique et l'exécution simultanée d'une voie navigable à réaliser progressivement sur toute son étendue ;
    - 2° L'amélioration et, au besoin, la création d'ouvrages intéressant la navigation, en incluant l'aménagement et la gestion de ports fluviaux ;
    - 3° La construction éventuelle d'ouvrages intéressant le rétablissement et le développement de la production agricole ;
  - II. - L'exploitation, l'entretien, ainsi que l'amélioration éventuelle de la voie navigable constituée par le Grand-Rhône entre les PK300 et PK325, la liaison entre le Rhône et le bassin maritime de Port-Saint-Louis-du-Rhône, jusques et y compris l'écluse, et l'amorce du canal du Rhône à Fos, jusques et y compris l'écluse de Barcarin ;
  - III. - En matière de navigation, le concessionnaire s'engage :
    - 1° à améliorer la sécurité et la fiabilité de la voie navigable ;
    - 2° à assurer la qualité et la continuité du service ;
    - 3° à rétablir, à des fins touristiques, la voie navigable à l'amont de Lyon, dans les conditions définies par le I de l'article 7 du présent cahier des charges.
    - Il concourt également au développement du transport fluvial.
- **Article 1er bis – Objectifs en matière d'environnement**
  - Dans l'exercice des missions qui lui sont confiées, le concessionnaire prend en compte les objectifs suivants en matière d'environnement :
    - I. - La gestion équilibrée de la ressource en eau et des milieux aquatiques, prévue par le code de l'environnement et les documents spécifiques au bassin du Rhône ;
    - II. - La prévention et la correction, par priorité à la source, des atteintes portées à l'environnement liées à la présence ou au fonctionnement de ses ouvrages, en utilisant les meilleures techniques disponibles à un coût économique acceptable ;
    - III. - La gestion, dans le cadre d'une politique de développement durable, des espaces, ressources et milieux naturels et des sites et paysages faisant partie du domaine concédé.
- **Article 1er ter – Schéma directeur**
  - Un schéma directeur annexé au cahier des charges général de la concession précise la nature, le contenu et le calendrier indicatif d'un ensemble d'actions, notamment de travaux, que le concessionnaire s'engage à réaliser pendant la durée de la concession.
- **Article 5 – Caractéristiques des prises d'eau**
  - Les caractéristiques des prises d'eau sont fixées par les cahiers des charges spéciaux.
  - Les augmentations de débits réservés proposées par le concessionnaire se substituent de plein droit, après approbation du préfet, aux valeurs initiales mentionnées dans les cahiers des charges spéciaux.
- **Article 7 – Dispositions relatives à la navigation et au flottage**
  - Les dispositions particulières nécessaires sont fixées par les cahiers des charges spéciaux.
  - I. - A l'amont de Lyon, à partir de l'aval de l'aménagement de Sault-Brénaz et jusqu'à l'aval de l'aménagement de Seyssel, des ouvrages de navigation seront réalisés pour aménager une voie navigable de catégorie I, au sens de la circulaire n° 76-38 du 1er mars 1976 modifiée du ministre de l'équipement, des transports et du logement relative aux caractéristiques des voies navigables.

    Les caractéristiques principales de cette voie navigable seront les suivantes :
    - 1° Chenal de navigation :
      - a) Largeur minimum à la profondeur de 2,70 mètres au-dessous du niveau des plus basses eaux navigables (PBEN) : 16 mètres ;
      - b) Rayon de courbure minimum normal : 250 mètres ;
      - c) Surlargeur dans les courbes de rayon R (exprimée en mètres) : 800/R.
    - 2° Tirant d'air au-dessus du niveau des plus hautes eaux navigables (PHEN) : 6 mètres.
    - 3° Ecluses :
      - a) Longueur utile : 40 mètres ;
      - b) Largeur utile : 5,25 mètres ;
      - c) Mouillage : 3 mètres sous le niveau des plus basses eaux navigables (PBEN).
  - II. - A l'aval de Lyon, les projets d'aménagement de la force hydraulique comportent les ouvrages et les travaux de correction nécessaires pour obtenir une voie navigable répondant aux caractéristiques principales fixées ci-après :
    - 1° Chenal de navigation :
      - a) Largeur minimum à la profondeur de 3 mètres au-dessous du niveau des plus basses eaux navigables (PBEN) : 60 mètres ;
      - b) Rayon de courbure minimum normal : 800 mètres ;
      - c) Surlargeur dans les courbes de rayon R (exprimée en mètres) : 13600/R - 15 (pour R inférieur à 900 mètres)
      - Les cahiers des charges spéciaux peuvent autoriser exceptionnellement des rayons inférieurs à 800 mètres.
    - 2° Mouillage minimum sous le niveau des plus basses eaux navigables (PBEN) : 3 mètres ;
    - 3° Gabarit sous les ouvrages d'art :
      - a) Tirant d'air sur le niveau des plus hautes eaux navigables (PHEN) : 7 mètres. Les cahiers des charges spéciaux peuvent exceptionnellement réduire sous les ouvrages existants ce tirant d'air sans descendre au-dessous de 6 mètres ;
      - b) Ouverture libre : 60 mètres dans le cas d'une seule passe, ou deux fois 45 mètres dans le cas de deux passes.
    - 4° Dimensions des écluses :
      - a) Longueur utile : 190 mètres ;
      - b) Largeur utile : 12 mètres.
    - 5° Pour l'application des normes fixées ci-dessus, il est précisé que :
      - a) Le niveau des PHEN est celui atteint ou dépassé statistiquement dix jours par an ;
      - b) Le niveau des PBEN est celui atteint ou dépassé statistiquement 355 jours par an, compte tenu des prélèvements mentionnés à l'article 21 ci-après ;
      - c) Les cahiers des charges spéciaux peuvent exceptionnellement autoriser des caractéristiques inférieures.
  - III. - Les modalités de construction et d'exploitation par le concessionnaire de ports publics réalisés le long de la voie navigable à son initiative ou à la demande de l'Etat, des collectivités locales ou des chambres consulaires intéressées sont fixées, ainsi que leur mode de financement, par des conventions et cahiers des charges spéciaux entre le ministre chargé des voies navigables et le concessionnaire.
  - IV. - Le concessionnaire assure l'entretien et, le cas échéant, l'amélioration et l'exploitation du seuil et de l'écluse situés entre les pK 5,5 et 9,2 du Haut-Rhône.

- **Article 7 bis – Dispositions relatives à l'environnement**
  - I. - Afin de répondre aux objectifs environnementaux énoncés à l'article 1er bis et de mettre en œuvre le schéma directeur mentionné à l'article 1er ter, le concessionnaire précise, dans les programmes pluriannuels prévus à l'article 1er quater, les actions qu'il envisage pour :
    - 1° Engager la révision des débits réservés des différentes chutes, de façon à rendre au Rhône court-circuité son caractère vif et courant ;
    - 2° Restaurer les lônes et les ouvrages du lit majeur ;
    - 3° Améliorer l'intégration paysagère des ouvrages et la gestion des milieux naturels ;
    - 4° Maintenir la capacité morphogène des crues.

    Dans ce cadre, le concessionnaire s'attache également à améliorer les conditions :
    - 1° De circulation des poissons migrateurs ;
    - 2° De franchissement des grands mammifères ;
    - 3° De transit des sables et graviers.

    L'ensemble de ces actions est mené en concertation avec les partenaires concernés, dans le cadre de programmes correspondant à des unités géographiques cohérentes.
  - II. - Le domaine foncier de la concession, dans ses parties présentant un intérêt pour la conservation des espèces, des espaces naturels, du paysage ainsi que du patrimoine historique, architectural et culturel, fait l'objet de plans de gestion concertés avec les collectivités riveraines, selon des unités géographiques cohérentes.

    Les données caractéristiques de l'état du milieu (pluviométrie, hydrométrie, piézométrie, biologie et qualité des eaux) recueillies dans le cadre de l'exploitation de la concession sont communiquées régulièrement et gratuitement aux services chargés du contrôle sous la forme requise pour être intégrées dans les bases de données correspondantes.
  - III. - A la demande de l'autorité concédante, le concessionnaire assure un suivi écologique approprié visant à apprécier les conséquences sur le milieu naturel de la présence et du fonctionnement des ouvrages.

    Les modalités de ce suivi, notamment sa durée, sont déterminées dans le règlement d'eau de chaque aménagement par référence aux études disponibles. Le concessionnaire établit, suivant le calendrier fixé, un rapport de synthèse assorti d'un bilan.

    Si ce bilan fait apparaître, de manière significative, une évolution défavorable pour le milieu naturel et que le service chargé du contrôle le juge opportun, le concessionnaire est tenu de présenter, dans un délai de six mois, un programme de réalisation des mesures correctives qu'il envisage de prendre (…).
- **Article 12 – Rétablissement des communications et de l'écoulement des eaux**
  - (…)
  - Il sera tenu également de rétablir et d'assurer à ses frais le libre écoulement des eaux naturelles ou artificielles dont le cours serait détourné ou modifié par ses travaux. Dans le cas où les ouvrages de la concession feraient obstacle à ce que les ouvrages d'irrigation s'alimentent comme par le passé, il pourra notamment être tenu de rétablir leur alimentation au moyen d'eaux prises dans ses propres canalisations. Il devra également prendre les dispositions qui seraient reconnues nécessaires par l'administration pour empêcher que les infiltrations d'eau qui proviendraient de ses ouvrages nuisent aux parties basses du territoire.
  - Dans le cas où le concessionnaire rencontrerait des difficultés exceptionnelles pour rétablir le libre écoulement des eaux souterraines, il sera tenu de mettre en œuvre une solution permettant de remédier aux dommages qui pourraient résulter de la situation ainsi créée dans la zone considérée et suivant les dispositions qui seront approuvées par le préfet compétent.
- **Article 13 – Dispositions concernant la reconstitution et le développement de la production agricole**
  - (…) le concessionnaire apporte son concours à l'exécution d'un programme général d'aménagement agricole de la région où se situent ses équipements (…). Il tend notamment à obtenir l'utilisation la plus rationnelle de l'eau prélevée pour les besoins agricoles et à limiter ainsi les débits distraits de l'utilisation énergétique.
  - Les interventions du concessionnaire peuvent consister soit dans la construction d'ouvrages mentionnés au 3° du I de l'article 1er du présent cahier des charges, soit dans des participations financières à des opérations d'irrigation, d'assainissement, de remembrement et d'amélioration des structures foncières ou à des installations de transformation et de commercialisation des produits agricoles (…).
- **Article 15 – Obligations relatives à l'écoulement des eaux et règlement d'eau**
  - I. - L'administration se réserve le droit de réglementer les éclusées des usines hydroélectriques en obligeant, s'il y a lieu, le concessionnaire à maintenir dans le canal de fuite, par des bassins de compensation ou par tous autres dispositifs appropriés, le débit nécessaire pour sauvegarder les intérêts généraux et au besoin un débit égal à celui qui arrive à la prise d'eau, sans qu'il puisse y faire opposition ni prétendre à une indemnité de ce chef.
  - II. - Dans le respect des dispositions du présent cahier des charges et des cahiers des charges spéciaux, le règlement d'eau de chaque aménagement est approuvé par le préfet sur la base d'un avant-projet présenté par le concessionnaire. Le concessionnaire est entendu sur toute modification de son projet.

    Le règlement d'eau fixe, en tant que de besoin, les conditions techniques relatives aux dispositions d'exploitation normale des ouvrages hydrauliques dans toutes les hypothèses connues et prévisibles, et relatives notamment :
    - 1° à la sécurité et à la protection des tiers ;
    - 2° à la suppression des embâcles ;
    - 3° à l'exécution des chasses, en vue notamment de rétablir le débit solide et d'assurer l'entretien du lit du cours d'eau ;
    - 4° à l'exploitation en période de crues ;
    - 5° aux éclusées ;
    - 6° au dégrillage ;
    - 7° à l'oxygénation des eaux restituées ;
    - 8° à la qualité des eaux restituées ;
    - 9° aux modalités de curage de la retenue.
  - Le règlement d'eau fixe les moyens de surveillance et, le cas échéant, les moyens d'analyse, de mesure et de contrôle des effets de l'ouvrage sur l'eau et le milieu aquatique.
  - Dans le respect de l'équilibre général de la concession, le règlement d'eau peut être modifié selon la même procédure que celle de son élaboration, à la demande du concessionnaire ou sur initiative du préfet par décision motivée, sans que le concessionnaire puisse prétendre à indemnité de ce chef.
- **Article 15 bis – Exploitation des ouvrages**
  - Les ouvrages doivent être maintenus en bon état d'entretien et de fonctionnement, d'une part, à des fins de sécurité intrinsèque des ouvrages et, d'autre part, dans la perspective du retour des ouvrages à l'Etat en fin de concession.
  - Le concessionnaire définit et fournit au service chargé du contrôle les consignes d'exploitation. Elles sont révisables à la demande du service chargé du contrôle ou du concessionnaire. Ces consignes tiennent compte de la sécurité des tiers, tant en amont qu'à l'aval et à proximité des ouvrages (…).
  - Le concessionnaire doit avertir le service du contrôle sans délai dans les cas suivants :
    - 1° Anomalies graves susceptibles d'affecter la sécurité de l'ouvrage ainsi que celle du personnel de l'exploitant ou des tiers ;
    - 2° Crues présentant un caractère exceptionnel ;
    - 3° Investigations spéciales.
- **Article 17 – Obligations relatives au rejet des eaux**
  - Les eaux empruntées par les dérivations usinières ou navigables sont rendues au fleuve par le concessionnaire dans un état de pureté, de salubrité et de température comparable à celui du bief d'alimentation, sous réserve des dégradations qui ne relèvent pas de son fait.
- **Article 20 – Obligation de produire l'énergie**

- Le concessionnaire sera tenu de produire l'énergie dans la limite de la puissance dont il disposera au mieux des différents états du cours d'eau après avoir réservé celle qui est visée par l'article 7 du décret n° 59-771 du 26 juin 1959 modifié (*Nota : réserves en énergie pour les usagers agricoles*).

- **Article 21 – Réserves en eau**
  - I. - Le concessionnaire est tenu de supporter, sans pouvoir prétendre à indemnité, les prélèvements d'eau suivants opérés sur le Rhône, lorsqu'ils sont régulièrement autorisés :
    - 1° Les prélèvements d'eau d'arrosage dans les conditions et limites fixées par les cahiers des charges spéciaux ;
    - 2° Les prélèvements d'eau destinés à l'alimentation des centres habités ou aux services publics, dans la limite des débits suivants :
      - a) 6 mètres cubes/seconde entre la frontière suisse et le barrage de Pierre-Bénite ;
      - b) 6 mètres cubes/seconde entre le barrage de Pierre-Bénite et celui de Montélimar ;
      - c) 3 mètres cubes/seconde entre le barrage de Montélimar et celui de Vallabrègues.
  - II. - Tout dépassement, même temporaire, des réserves en eau doit faire l'objet d'un accord du concessionnaire, moyennant, s'il y a lieu, indemnisation sur la base de la perte énergétique évaluée contradictoirement (…).

- **Article 30 – Sécurité et sûreté**
  - Le concessionnaire doit rechercher le plus haut niveau de sûreté des ouvrages pour garantir la sécurité du personnel exploitant, des utilisateurs et des riverains, grâce notamment à une vigilance renforcée dans la prévention et le traitement des risques.

    A cet effet, il est soumis aux obligations suivantes d'inspection et de surveillance, sans préjudice de l'application des dispositions de la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile et des textes pris pour son application.
  - I. - Pour les ouvrages désignés en accord avec les services chargés du contrôle, le concessionnaire met en œuvre tout ou partie des dispositions suivantes :
    - 1° Le concessionnaire tient un registre (…).
    - 2° Une consigne de surveillance (…).
    - 3° (…) un rapport de synthèse sur la surveillance et l'auscultation des barrages (…)
  - II. - Sans préjudice du respect de toute autre obligation légale ou réglementaire existante en ce domaine, le concessionnaire doit avertir sans délai le service chargé du contrôle en cas d'incidents d'exploitation, de comportement des ouvrages susceptibles de compromettre la sécurité des tiers ou la sûreté des ouvrages et de crue exceptionnelle.

    Sur le domaine concédé, le concessionnaire porte une attention particulière à l'application des consignes édictées pour la gestion des ouvrages en période de crue.
  - III. - A tout moment, si un ouvrage ne paraît plus remplir des conditions de sûreté suffisantes, le préfet peut, sur proposition du service chargé du contrôle, prescrire au concessionnaire de faire procéder, dans un délai déterminé, à l'établissement d'un diagnostic sur les garanties de sûreté de l'ouvrage. Ce diagnostic propose, le cas échéant, les mesures envisagées pour remédier aux insuffisances de l'ouvrage, de son entretien, de son exploitation ou de sa surveillance (…).
  - (…)

Annexe 2.

Schéma directeur couvrant la période 2003-2023, annexé au cahier des charges général de la concession de la CNR

Source Légifrance / JORF n°138 du 17 juin 2003

Cette annexe contient 3 pages.

SCHÉMA DIRECTEUR COUVRANT LA PÉRIODE 2003-2023, ANNEXÉ AU CAHIER DES CHARGES GÉNÉRAL DE LA CONCESSION DE LA CNR

- **I. - Objet du schéma directeur**
  - Le schéma directeur de la concession, établi en application de l'article 1er ter du cahier des charges général, a pour objet de préciser la nature, le contenu et le calendrier indicatif d'un ensemble d'actions, notamment de travaux, que le concessionnaire s'engage à réaliser d'ici le 31 décembre 2023, dans le respect de l'équilibre économique et financier de la concession.
  - Le schéma directeur énumère des actions et des travaux qui relèvent, pour une grande part, de l'application de dispositions introduites dans le cahier des charges par le huitième avenant à la convention de concession générale, sans pour autant les reprendre toutes, et ne préjuge pas des mesures à prendre par le concessionnaire pour s'acquitter des autres obligations que lui assignent le cahier des charges général et les cahiers des charges spéciaux.
  - Les actions et les travaux ci-dessous énumérés sont mis en œuvre dans les conditions prévues à l'article 1er quater du cahier des charges général relatif aux programmes pluriannuels.
- **II. - Production d'électricité hydraulique**
  - Maximisation de la production hydroélectrique des ouvrages concédés, en tenant compte des dispositions des cahiers des charges et des règlements d'eau, ainsi que d'éventuelles contraintes d'écoulement de la production sur le marché de l'électricité, à des conditions économiques acceptables.
  - Analyse des impacts, sur le productible annuel des ouvrages concédés, sur les modes de fonctionnement des ouvrages, et en particulier sur les éclusées, de chaque action inscrite dans le schéma directeur ou proposée dans le cadre des programmes pluriannuels.
  - Equipement de la restitution des débits réservés par de petites centrales hydrauliques, lorsque c'est économiquement réalisable.
  - Le concessionnaire contribuera ainsi au développement des énergies renouvelables et à la diversification des modes de production d'électricité.
- **III. - Navigation**
  - A. - Fiabilité, sécurité et disponibilité des ouvrages
    - Obtention à l'aval de Lyon, dans un délai de cinq ans, d'une fiabilité des ouvrages permettant de faire en sorte que les durées, cumulées sur l'année, de l'indisponibilité de tout ou partie de la voie navigable, pour des raisons autres que l'hydraulicité du fleuve, ne soient pas supérieures à :
      - sept à dix jours calendaires (selon les périodes de l'année arrêtées en accord avec le concédant), pour les indisponibilités indispensables pour effectuer les opérations programmées de gros entretien, notamment sur les écluses (chômage) ;
      - cent soixante-huit heures par an, pour des indisponibilités de caractère inopiné résultant d'un incident ou nécessitées par des interventions ponctuelles.
    - Doublement, dans un délai de cinq ans, de l'unique écluse équipant chacun des sites de Bollène et Châteauneuf, par une seconde de caractéristiques équivalentes, du fait que les dispositions constructives actuelles rendent impossible de respecter les plafonds ci-dessus pour une opération de remplacement de la porte aval qui ferait suite à un événement d'origine accidentelle (…).
  - B. - Remise en navigabilité du Haut-Rhône
    - Construction, sur chacun des quatre aménagements de Sault-Brénaz, Brégnier-Cordon, Belley et Chautagne, d'une écluse aux caractéristiques principales fixées par l'article 7 du cahier des charges général, aux paragraphes 1°, 2° et 3° du I.
    - Etablissement et balisage du chenal de navigation entre Sault-Brénaz et Seyssel.
    - Ces opérations seront menées par tranches fonctionnelles, avec des mises en service des aménagements permettant d'offrir la continuité de la navigation du Rhône en 2015 au plus tard, sous réserve, s'agissant de l'aménagement de Sault-Brénaz, que cette continuité soit assurée jusqu'à l'écluse de Villeurbanne.
  - C. - Amélioration de la qualité du service de navigation
    - **1. En aval de Lyon**
      - Etude et mise en place, dans un délai de deux ans, d'un système de prévision et d'information destiné à renseigner à tout moment les utilisateurs de la voie d'eau sur les conditions de navigation susceptibles d'être rencontrées dans les cinq jours à venir, compte tenu notamment des prévisions hydro-météorologiques disponibles, afin que les chargements des bateaux puissent être optimisés en fonction des conditions d'hydraulicité du fleuve.
      - Etude, dans le même délai de deux ans, des possibilités d'augmenter sur tout ou partie de la voie navigable, dans des conditions économiques acceptables et par le seul moyen de modifications des règles actuelles d'exploitation des ouvrages, le nombre de jours où le mouillage atteint ou dépasse 3,50 mètres.
    - **2. En amont de Lyon**
      - Amélioration, par la mise en place d'un balisage adapté et fiable, de la sécurité de la navigation entre Sault-Brénaz et l'extrémité amont du canal de Miribel.
  - D. - Contribution au développement du transport par voie navigable
    - Définition, dans le premier programme pluriannuel, du contenu, des modalités de mise en oeuvre et du calendrier de cette contribution, en se fondant sur une vision cohérente à long terme exprimée dans un document-cadre établi par le concessionnaire.
    - Association chaque fois que nécessaire, notamment par la recherche de partenariats, avec les autres acteurs du transport fluvial, en particulier Voies navigables de France et Port autonome de Marseille, les collectivités territoriales et les chambres de commerce et d'industrie, ainsi que les chargeurs et les transporteurs.
    - Développement des zones portuaires, dans le cadre d'une offre logistique multimodale privilégiant le transport par voie d'eau.
    - Création et développement, dans le cadre de la mise en valeur du domaine concédé prévue par l'article 2, paragraphe IV, du cahier des charges général, de zones d'activités accueillant en priorité des utilisateurs de la voie d'eau.
- **IV. - Irrigation et autres emplois agricoles**
  - Association à des opérations locales concernant la concession et bénéficiant d'un label national, dans les domaines de l'irrigation et de l'hydraulique agricole.
  - Participation, en cas de nouveaux travaux d'aménagement hydraulique, au financement d'ouvrages agricoles d'irrigation permettant le développement de la production agricole en compensation des emprises nouvelles.
  - Dans ce cas, la priorité sera accordée aux ouvrages visant :
    - la création de nouveaux périmètres d'irrigation (partie collective) ;
    - le renforcement des réseaux existants (partie collective) ;
    - la création de nouvelles ressources en eau pour l'irrigation, dans le cadre des dispositions de l'article 21 du cahier des charges général, afin de libérer des ressources en eau de qualité nécessaires à l'alimentation en eau potable ;
    - la recherche d'économies d'eau.
  - Ces ouvrages seront définis précisément dans le cadre de conventions agricoles établies à l'occasion de chaque projet.
- **V. - Dispositions relatives à l'environnement**
  - Les actions du concessionnaire s'insèrent actuellement, pour la plupart, dans le cadre de la politique de l'eau et des milieux aquatiques, exprimée notamment dans le schéma directeur d'aménagement et de gestion de l'eau (SDAGE) Rhône-Méditerranée-Corse, approuvé en décembre 1996, et reprise pour partie dans le programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône, adopté en juin 1999.
  - Le concessionnaire prendra comme référence, sur la durée de la concession et pour l'application des articles 1erbis et 7bis du cahier des charges général, les principes directeurs définis par ce

programme : engagement financier, concertation et cofinancement, identification des actions et des sites d'intervention.

- A. - Concertation et organisation
  - Participation à la concertation organisée avec les partenaires concernés par les actions visées aux articles 1er bis et 7 bis du cahier des charges général de la concession.
  - Appui sur des comités locaux institués au niveau d'unités géographiques cohérentes, en vue d'harmoniser les projets des collectivités locales et du concessionnaire, ainsi que sur le comité de pilotage chargé de veiller à la cohérence d'ensemble des actions menées dans la vallée du Rhône.
  - Intégration des études et des projets de restauration, mentionnés aux paragraphes B, C et D ci-après, dans le programme de chaque unité géographique, en recherchant les partenariats, notamment financiers, qui permettraient d'accélérer la restauration hydraulique et écologique du fleuve.
  - Priorité donnée, dans le cadre des obligations incombant au concessionnaire, aux opérations intégrant les projets de mise en valeur des collectivités locales.
  - Mise en place d'un comité scientifique.
- B. - Restauration des tronçons court-circuités du Rhône, ainsi que des lônes et des milieux annexes du Rhône et de ses affluents
  - Réalisation des études et des projets par unités géographiques cohérentes, en y incluant la révision des débits réservés.
  - Priorité de réalisation accordée aux aménagements concernant les sites du Haut-Rhône, de Péage-de-Roussillon, de Montélimar et de Donzère-Mondragon, ou ayant fait l'objet d'un consensus local.
  - Mise en place d'un observatoire permettant de définir les actions à mener dans les domaines du transit des limons, sables et graviers et du maintien de la capacité morphogène des crues.
- C. - Restauration de l'axe de migration « Rhône et ses affluents » et des connexions piscicoles
  - Réalisation des études et des projets nécessaires aux aménagements destinés à permettre la circulation des poissons migrateurs (alose, anguille, lamproie).
  - Priorité de réalisation accordée aux sites aval, tout en saisissant les opportunités se présentant par unité géographique cohérente, afin de faciliter les partenariats éventuels.
- D. - Gestion du domaine foncier de la concession
  - Etablissement d'un « document-cadre de la gestion des espaces naturels de la concession », élaboré après redéfinition du périmètre de cette dernière et visant à assurer la cohérence de plans de gestions établis et détaillés par unités géographiques cohérentes.
  - Présentation, dans les plans de gestion ci-dessus, des actions de gestion des milieux naturels mises en œuvre sur le domaine concédé.
  - Le domaine foncier concédé comprend en effet des milieux naturels de grand intérêt écologique qu'il convient de gérer dans un esprit de conservation et de mise en valeur environnementale et paysagère, en synergie avec les autres partenaires fonciers.