



DREAL AUVERGNE-RHÔNE-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 synthèse

Version finale – septembre 2022

Réf : CEAUCE172551 / REAUCE05890-01



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 synthèse

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 final	30/09/2022	01	BURGEAP : F. LAVAL	G. GILLES		F. LAVAL	

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : CEAUCE172551 / REAUCE05890-01
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



Tableau 1 : Récapitulatif de l'ensemble des livrables de l'étude

Phase	Missions	Livrables	Rapport
PHASE 1	Mission 1	Recueil des données et des études existantes sur le périmètre de l'étude	REAUCE02981-03_SDGS_Rhône_Mission1_Bibliographie_Vf
	Mission 2	Synthèse du fonctionnement hydrosédimentaire du fleuve Rhône	REAUCE02991-03_SDGS_Rhône_Mission2_Diagnostic_hydrosedimentaire_Vf REAUCE04647-01_SDGS_Rhône_Biblio-glossaire_Vf *
	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	REAUCE03274-02_SDGS_Rhône_Mission3_Enjeux_Vf
	Mission 4	Inventaire et retour d'expérience des modes de gestion et des actions de restauration	REAUCE03391-02_SDGS_Rhône_Mission4_REX_actions_Vf
	Missions 2-3-4	Fiches actions	0_Fiche_UHC_Note_explicative_Vf 25 fiches UHC : Fiche_UHC#01_SUI_Vf, Fiche_UHC#02_CHP_Vf, Fiche_UHC#03_GEN_Vf, Fiche_UHC#04_SEY_Vf, Fiche_UHC#05_CHA_Vf, Fiche_UHC#06_BEL_Vf, Fiche_UHC#07_BRC_Vf, Fiche_UHC#08_SAB_Vf, Fiche_UHC#09_VUL_Vf, Fiche_UHC#10_ALY_Vf, Fiche_UHC#11_PBN_Vf, Fiche_UHC#12_VAU_Vf, Fiche_UHC#13_PDR_Vf, Fiche_UHC#14_STV_Vf, Fiche_UHC#15_BLV_Vf, Fiche_UHC#16_BEA_Vf, Fiche_UHC#17_BLN_Vf, Fiche_UHC#18_MON_Vf, Fiche_UHC#19_DZM_Vf, Fiche_UHC#20_CAD_Vf, Fiche_UHC#21_AVI_Vf, Fiche_UHC#22_VAL_Vf, Fiche_UHC#23_ARL_Vf, Fiche_UHC#24_GRH_Vf, Fiche_UHC#25_PRH_Vf Cartographie fiches UHC : UHC_A_Presentation_generale, UHC_B_Historique, UHC_C_Morphologie, UHC_D_Ecologie_aquatique, UHC_E_Ecologie_terrestre, UHC_F_Enjeux_sûreté_sécurité, UHC_G_Enjeux_socio-éco, UHC_H_Mesures_gestion
	Mission 5	Retour d'expérience sur les types de gestion mis en place sur d'autres grands cours d'eau internationaux	REAUCE04725-03_SDGS_Rhône_Mission5_REX_international_Vf
PHASE 2	Mission 6	Définition des scénarios et des actions-clés permettant d'atteindre les objectifs	REAUCE05341-01_SDGS_Rhône_Mission_6_Orientations_Vf
	Mission 7	Analyse de la faisabilité des actions-clés et des scénarios par grands secteurs	REAUCE05437-01_SDGS_Rhône_Mission_7_Scénarios_Vf
	Mission 8	Eléments méthodologiques pour la déclinaison opérationnelle de la stratégie de gestion et de restauration	REAUCE05639-01_SDGS_Rhône_Mission_8_Méthodologie_Vf REAUCE05639-01_SDGS_Rhône_Mission_8_Fiches_actions-clés_Vf
	Mission 9	Proposition d'une méthodologie de mise à jour du schéma directeur.	REAUCE05640-01_SDGS_Rhône_Mission_9_Actualisation_Vf
Synthèse		Note de synthèse	REAUCE05890-01_SDGS_Rhône_Rapport_de_synthese_Vf

* le rapport REAUCE04647-01_SDGS_Rhône_Biblio-glossaire_Vf liste la bibliographie établie pour l'ensemble de la Phase 1. La bibliographie complémentaire de Phase 2 est reportée en fin de rapports de Missions 6 à 9.

Pour citer ce document :

Laval F. (2022). Etude préalable au schéma directeur de gestion sédimentaire du fleuve Rhône du lac Léman jusqu'à la mer Méditerranée. Note de synthèse. Groupement de bureaux d'études BURGEAP-GEOPEKA-ACTEON-ARALEP-MOSAÏQUE Environnement-DELTARES. Secrétariat technique : DREAL, CNR, EDF, Agence de l'Eau.

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 dossier (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), de 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, MOSAÏQUE 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-clés 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 synthèse de l'ensemble des livrables.

L'ensemble de la mission s'est déroulé de novembre 2017 à juin 2022. Outre les difficultés liées à la période de pandémie Covid en 2020 et 2021, ces délais s'expliquent notamment par l'intégration de nombreuses données bibliographiques (plus de 500 références), par des travaux scientifiques complémentaires de l'OSR, par les délais de validation et de reprise des documents. Les données d'entrée, exploitées pour la Phase 1 rendue en novembre 2020, ont été collectées jusqu'en juin 2019, ce qui peut expliquer la non-prise en compte de documents plus récents.

Le présent rapport a été établi par BURGEAP, en dehors du cadre de la mission, sur la base des éléments de synthèse de chacune des missions composant l'étude. L'objectif de cette note de synthèse est de fournir les principales conclusions et d'apporter des éléments des clés de lecture avant d'aborder les documents détaillés des 9 missions.

Le tableau ci-après résume les livrables établis dans le cadre des différentes missions.

SOMMAIRE

1.

Pourquoi une gestion sédimentaire pour le fleuve Rhône ? 5

1.1

Contexte et objectif général 5

1.2

Périmètre d'étude et temporalité 5

1.3

Rôle central des sédiments..... 8

2.

Phase 1 : Synthèse des enjeux actuels 10

2.1

Introduction..... 10

2.2

Les acteurs de la gestion du Rhône..... 10

2.3

Mission 2 : Synthèse du fonctionnement hydrosédimentaire actuel 14

2.3.1

Contexte..... 14

2.3.2

Transport solide par suspension 14

2.3.3

Transport solide par charriage 15

2.4

Mission 3 : Synthèse des enjeux 18

2.4.1

Synthèse des enjeux écologiques..... 18

2.4.2

Synthèse des enjeux sûreté-sécurité 19

2.4.3

Synthèse des enjeux socio-économiques 21

2.4.4

Vision globale sur les enjeux..... 24

2.4.5

Bilan des Contraintes Techniques Obligatoires (CTO)..... 24

2.5

Mission 4 : Retour d'expérience des actions de gestion et de restauration.. 25

2.5.1

Les opérations de gestion sédimentaire..... 25

2.5.2

Les opérations de restauration..... 28

2.6

Mission 5 : Retour d'expérience de cours d'eaux internationaux..... 29

3.

Phase 2 : Orientations de restauration et de gestion 32

3.1

Introduction..... 32

3.2

Mission 6 : Scénarios et actions-clés permettant d'atteindre les objectifs ... 32

3.2.1

Synthèse des documents de référence..... 32

3.2.2

Synthèses techniques 33

3.2.3

Proposition d'objectifs généraux de gestion et de restauration 36

3.2.4

Identification des actions-clés 37

3.2.5

Liste des actions-clés susceptibles de composer les scénarios..... 41

3.2.6

Proposition de scénarios de gestion et de restauration..... 42

3.2.7

Marges de manœuvre possibles pour les scénarios 44

3.2.8

Définition des scénarios 44

3.3

Mission 7 : Faisabilité des scénarios et stratégie par grands secteurs 46

3.3.1

Eléments méthodologiques pour l'analyse des scénarios..... 46

3.3.2

Secteur I : Haut-Rhône entre Genève et Seyssel (UHC#01 à 04) 52

3.3.3

Secteur II : Haut-Rhône entre Seyssel et Sault-Brénaz (UHC#05 à 08) 59

3.3.4

Secteur III : Le Rhône entre Saint-Vulbas et Vaugris (UHC#09 à 12)..... 67

3.3.5

Secteur IV : Rhône aval entre Péage-de-R. et Bg-lès-Valence (UHC#13 à 15)..... 75

3.3.6

Secteur V : Rhône aval entre Beauchastel et Donzère (UHC#16 à 19) 82

3.3.7

Secteur VI : Rhône aval entre Caderousse et le delta (UHC#20 à 25) 89

3.3.8

Synthèse des orientations pour le fleuve 97

3.4

Mission 8 : Eléments méthodologiques pour la déclinaison opérationnelle de la stratégie..... 104

3.5

Mission 9 : Proposition d'une méthodologie de mise à jour du schéma directeur 108

Réf : CEAUCE172551 / REAUCE05890-01

FLA / GGI / FLA

Septembre 2022

Page 4/112

Bgp199/2

1. Pourquoi une gestion sédimentaire pour le fleuve Rhône ?

1.1 Contexte et objectif général

Le fleuve Rhône traverse le territoire français sur 545 km entre Genève et la Méditerranée. Sur ce linéaire, il est à la fois un espace de production d'énergie renouvelable de tout premier plan, un axe de transport majeur, un bassin économique dynamique et une véritable infrastructure écologique.

Sur ce même linéaire, les sédiments transportés par le Rhône, apportés par les affluents, transitant partiellement au travers des retenues, sont au centre des préoccupations. Leur gestion – ou l'absence de gestion – ont ou peuvent avoir des répercussions majeures sur les services rendus par l'hydrosystème.

La disposition 6A-07 du SDAGE 2016-2021 du bassin Rhône Méditerranée vise la mise en œuvre d'une politique de gestion des sédiments au travers un plan de gestion dans l'objectif de tendre vers le bon potentiel demandé par la DCE et développé dans le SDAGE. Dans ce cadre, il a été nécessaire d'élaborer un plan de gestion sédimentaire comprenant :

- une synthèse des différentes études existantes sur le fleuve ;
- un bilan sédimentaire, écologique, sûreté-sécurité et socio-économique en vue d'un diagnostic partagé entre les différents acteurs du fleuve ;
- la construction d'un schéma directeur de gestion sédimentaire à l'échelle du fleuve, du barrage du Seujet à Genève jusqu'à la mer Méditerranée.

1.2 Périmètre d'étude et temporalité

Le périmètre d'étude porte sur l'axe du fleuve Rhône du lac Léman (barrage du Seujet à Genève) à la mer Méditerranée, soit un linéaire de 545 km comportant notamment :

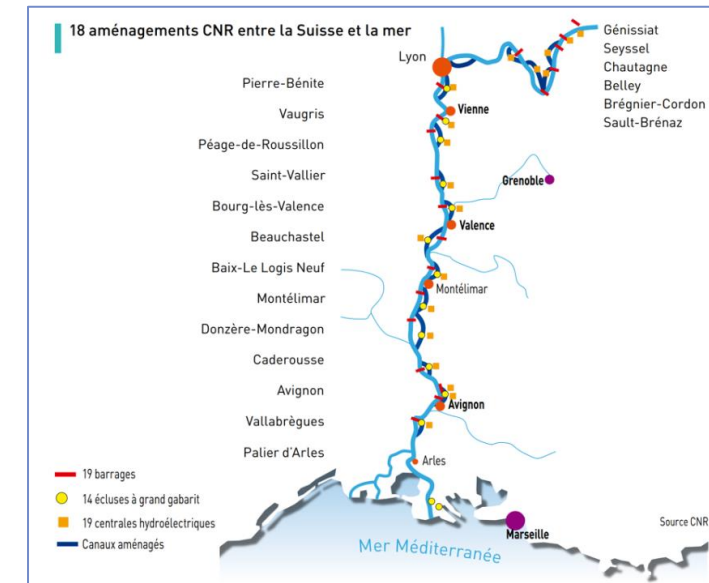
- 22 complexes hydroélectriques, dont 3 en Suisse, avec production hydroélectrique au fil de l'eau ou par dérivation (cf. aménagement type du Rhône en page suivante) ;
- 310 km de voie navigable entre la mer Méditerranée et Lyon ;
- 150 km de linéaires de Vieux Rhône, qui correspondent aux tronçons court-circuités ou au Rhône court-circuité (RCC) des aménagements hydroélectriques ;
- Un hydrosystème large de 300 à 4000 m en dehors de la Camargue ;
- La traversée de 6 grandes agglomérations (Genève, Lyon, Vienne, Valence, Montélimar, Avignon) et de plusieurs zones urbaines ou d'activité d'importance régionale : Bellegarde-sur-Valserine, Givors, Condrieu, Sablons/Péage-de-Roussillon/St-Rambert-d'Albon, Tournon/Tain-l'Hermitage, Pont-St-Esprit, Beaucaire/Tarascon, Arles, etc.



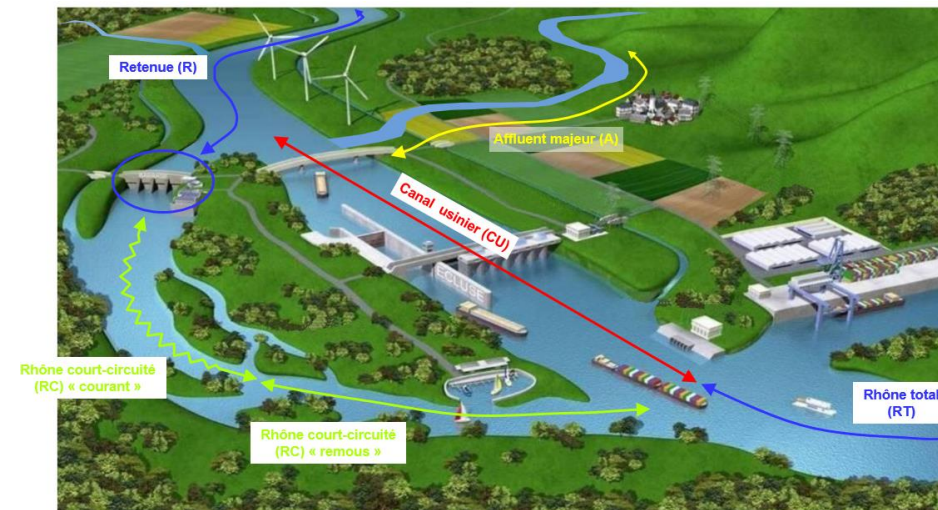
Barrage-usine du Seujet à Genève



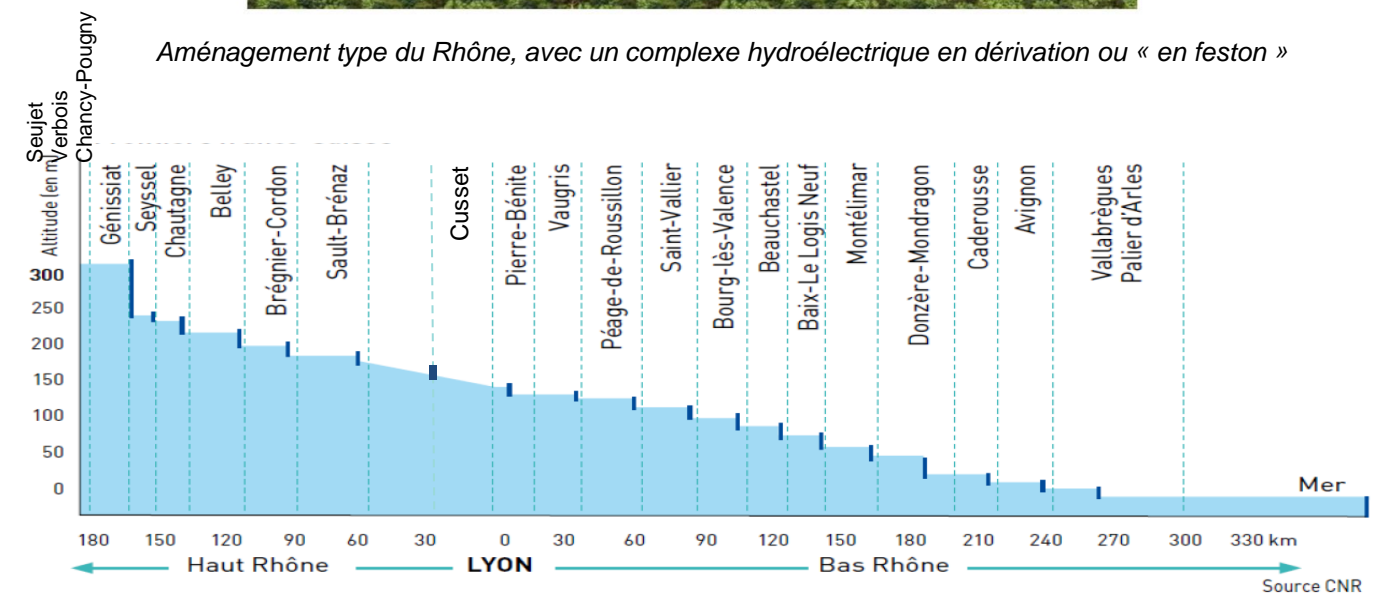
Le Rhône à son embouchure dans la Mer Méditerranée



Plan de situation général du Rhône et des 19 ouvrages de la CNR (hors Cusset/EDF et ouvrages suisses)



Aménagement type du Rhône, avec un complexe hydroélectrique en dérivation ou « en feston »



Profil en long schématique du Rhône

Figure 1 : Illustrations représentatives du fleuve Rhône

Le linéaire de 545 km du Rhône a été décomposé historiquement et schématiquement en 4 grands tronçons :

- Le Haut-Rhône, de Genève à la Saône à Lyon (210 km) ;
- Le Rhône Moyen, de la Saône à l'Isère (110 km) ;
- Le Rhône Inférieur, de l'Isère à l'amont du delta (160 km) ;
- Le Delta (40 km).

L'étude est menée selon l'axe Rhône ; elle intègre les affluents à leur confluence, notamment pour leurs apports sédimentaires, sans toutefois raisonner à l'échelle de l'ensemble du bassin versant (cf. Figure 2). Au niveau de la Phase 1, l'étude est rendue selon 4 échelles spatiales :

- l'axe Rhône dans sa globalité,
- les unités hydrographique cohérente (UHC), au nombre de 25, à l'échelle de laquelle les actions et leurs impacts prennent toute leur cohérence (cf. Figure 8) ;
- les tronçons homogènes (TH), au nombre de 104, à l'échelle de fonctionnements homogènes au sein des UHC : Vieux Rhône, canal de dérivation, retenue, portion de Rhône total, etc. ;
- les sites localisés de gestion et de restauration.

Au niveau de la Phase 2, l'analyse des scénarios a montré que la stratégie de gestion et de restauration devait dépasser le cadre des UHC, du fait des interactions qui existent d'amont en aval sur les flux sédimentaires et sur le devenir des sédiments dragués. La stratégie proposée en Phase 2 est ainsi déclinée selon 6 grands secteurs :

- I- Haut-Rhône entre Genève et Seyssel (UHC#01-04)
- II- Haut-Rhône entre Seyssel et Sault-Brénaz (UHC#05-08)
- III- Rhône entre Sault-Brénaz et Vaugris (UHC#09-12)
- IV- Rhône aval entre Péage-de-Roussillon et Bourg-lès-Valence (UHC#13-15)
- V- Rhône aval entre Beauchastel et Donzère (UHC#16-19)
- VI- Rhône aval entre Caderousse et le delta (UHC#20-25)

En ce qui concerne le littoral, le périmètre d'étude inclut, dans une approche globale, le delta et la frange littorale sous l'influence des sédiments du Rhône qui participent aux bilans sédimentaires des zones côtières.

En ce qui concerne les affluents, leurs bassins versants et leurs linéaires ne font pas partie du périmètre d'étude, en dehors de leur zone de confluence et des domaines concédés à la CNR. Les affluents sont analysés en termes de « données d'entrée » et d'« interconnexion » avec le système « Rhône », en particulier sur les points suivants :

- Flux sédimentaires (fins, sables, grossiers) ;
- Valeur écologique des confluences ;
- Enjeux socio-économiques aux confluences.

Le Rhône comporte au total 241 affluents, dont 70 font plus de 10 km (données SIG / BD Carto). 18 affluents principaux sont considérés depuis les Etudes Globales du Rhône (EGR, 2000) comme les plus contributeurs au transport solide dans l'état actuel : Arve, Les Usses, Fier, Guiers, Ain, Saône, Doux, Isère, Eyrieux, Ouvèze (Ardèche), Drôme, Roubion, Ardèche, Cèze, Aygues, Ouvèze (Drôme), Durance, Gardon (+Briançon). L'étude permet de préciser les rôles de chacun des affluents et montrera que 76 d'entre eux présentent des apports significatifs en matériaux grossiers.

La gestion sédimentaire est analysée et orientée selon 3 principales temporalités :

- A court terme, à 5-10 ans (2027-32), selon les échéances et les effets du SDAGE 2022-2027 ;
- à 30 ans (2050), dans une perspective hypothétique d'atteinte du potentiel écologique maximale pour l'ensemble des masses d'eau ;
- à 100 ans (2100-2120) : cette temporalité reste peu perceptible par rapport à l'avenir des ouvrages de génie civil et parce que les actions de gestion et de restauration engagées jusqu'en 2050 nécessiteront plusieurs décennies pour être pleinement efficaces.

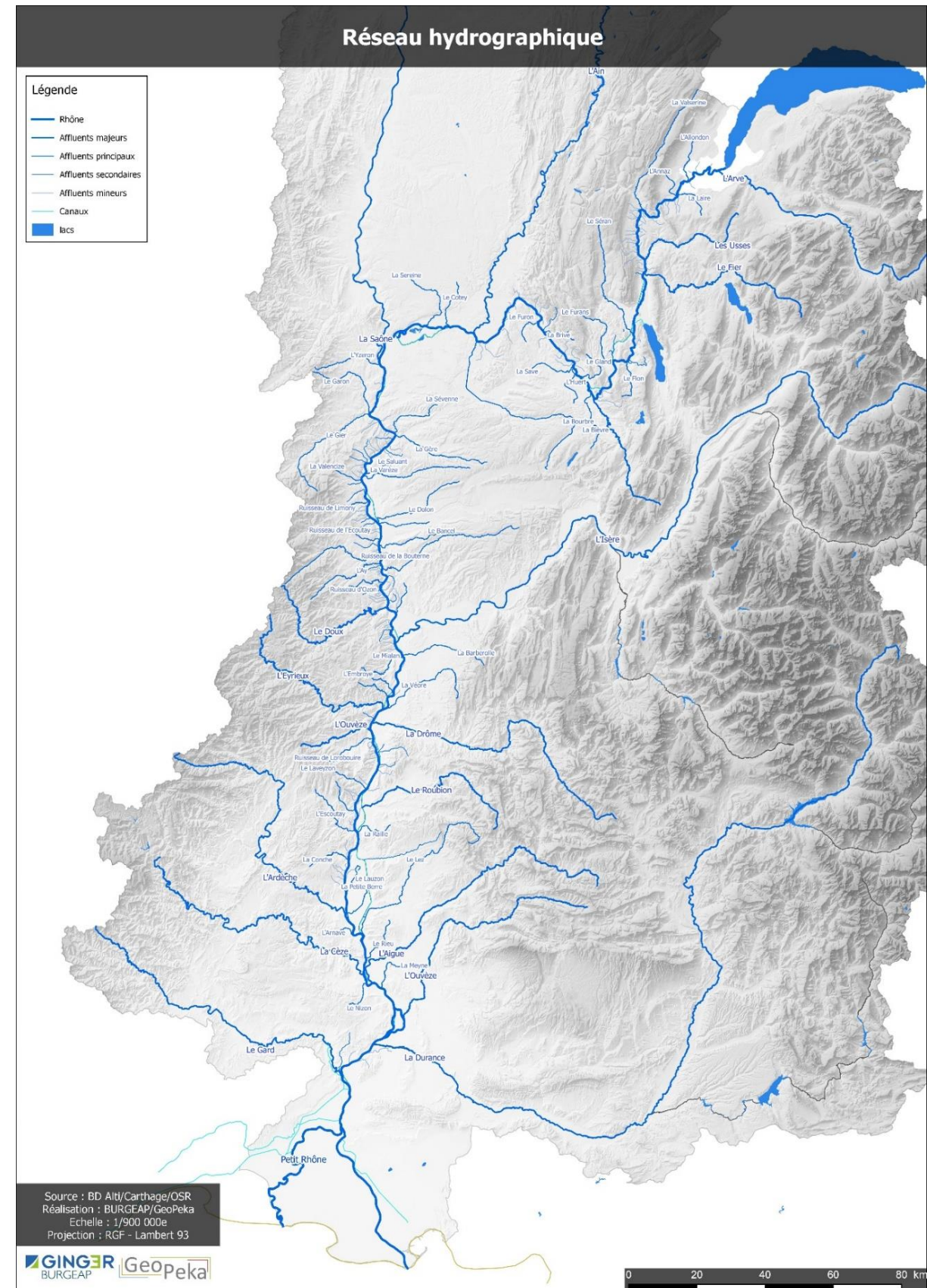


Figure 2 : Réseau hydrographique du Rhône et de ses affluents



Confluence du Doux en queue de retenue de Bourg lès Valence (Géoportail)



Confluence de la Drôme dans la retenue de Baix - Logis Neuf (Géoportail)



Confluence de la Cèze dans le Vieux Rhône de Caderousse (Géoportail)

Figure 3 : Exemples de secteurs à enjeu sédimentaire sur le fleuve Rhône (1)



La confluence de l'Ain, qui ne fait pas l'objet d'opération d'entretien (photographie Gd Lyon)



En haut, la confluence avec les Usses en amont du barrage de Seyssel qui fait l'objet d'opérations de dragage d'éléments grossiers (Géoportail)

En bas, le barrage de Motz et le Vieux Rhône de Chautagne qui fait l'objet d'un test de réinjection des sédiments des Usses (Géoportail)

Figure 4 : Exemples de secteurs à enjeu sédimentaire sur le fleuve Rhône (2)

1.3 Rôle central des sédiments

Le schéma ci-dessous (Figure 5) résume les process et enjeux qui placent les sédiments au centre des préoccupations.

Ainsi, 3 familles d'enjeux peuvent être déclinées (écologie, sureté-sécurité, socio-économie) et ont servi de fil directeur dans l'analyse du diagnostic et dans les propositions d'orientations.

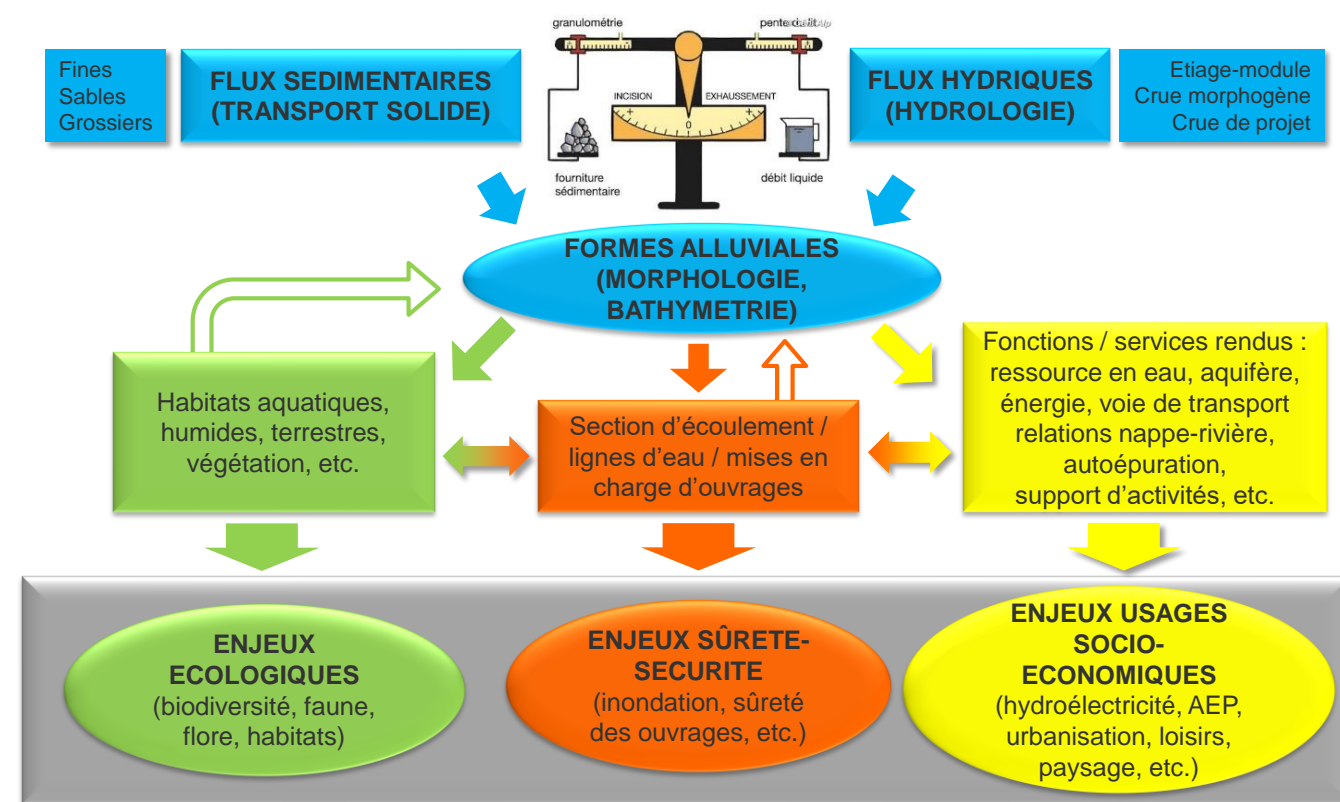


Figure 5 : Diagramme de présentation des 3 familles d'enjeux (écologie, sureté-sécurité, socio-économie) en fonction des deux principaux moteurs du fleuve (flux liquides et solides)

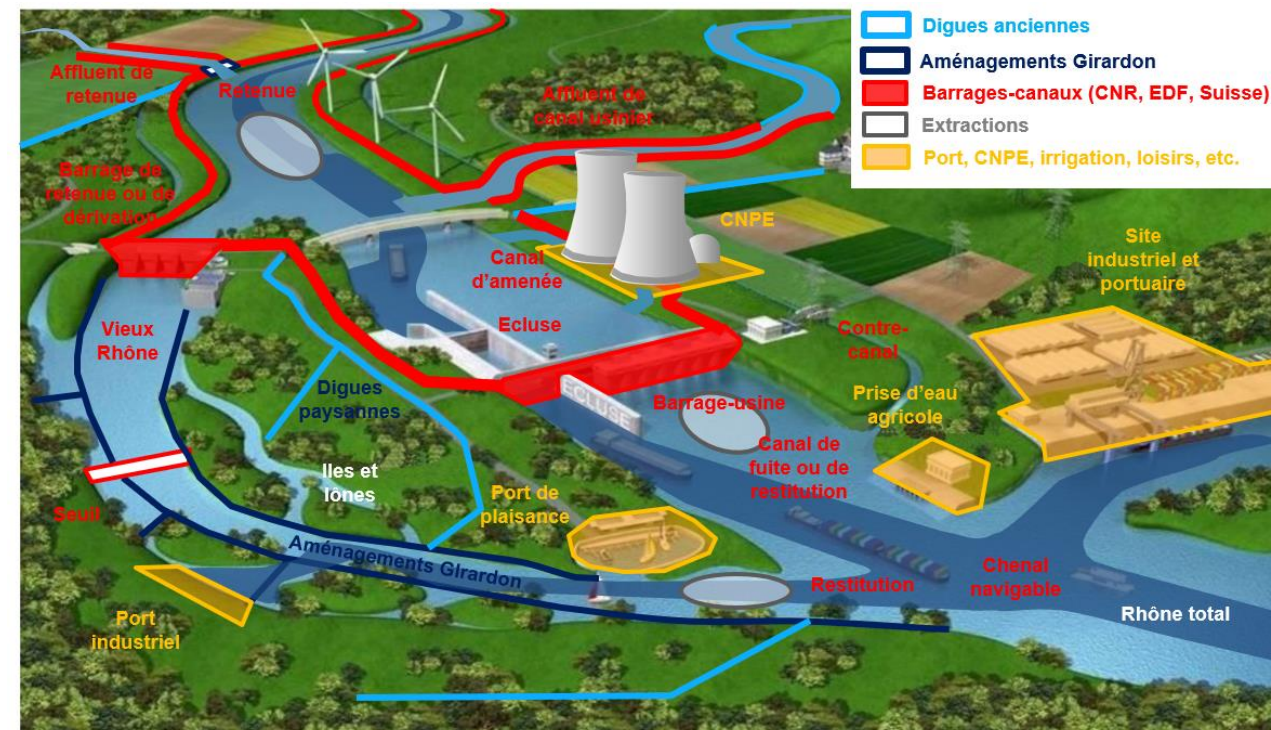


Figure 6 : Illustration synthétique des aménagement historiques interagissant avec le fonctionnement hydrosédimentaire

Trois grandes périodes d'aménagement peuvent être identifiées : 1) Avant 19ème siècle : premiers endiguements ; 2) 1840-1940 : voie fluviale (Girardon), premiers ouvrages hydroélectriques (EDF), 3) 1950-1990 : aménagements CNR, extractions, CNPE et développement économique (ports, irrigation, AEP, etc.)

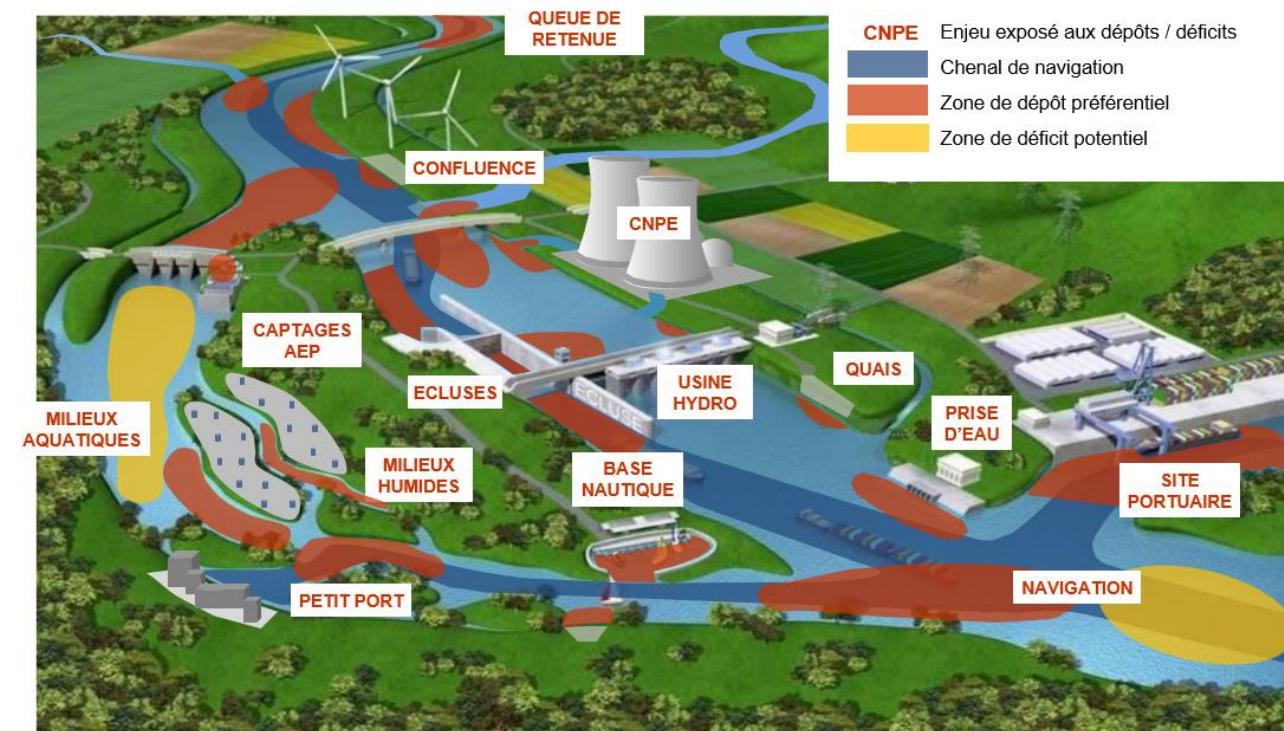


Figure 7 : Illustration synthétique des types de zones en excédent (dépôts) et en déficit (érosion, incision)

Il existe 57 situations types à enjeux avérées, 29 sont potentielles, qui se répartissent sur environ 300 sites de « gestion ». Par ailleurs, on dénombre environ 150 sites de « restauration » de l'hydrosystème, réalisés ou en projet.

2. Phase 1 : Synthèse des enjeux actuels

2.1 Introduction

Cette partie synthétise les enjeux liés à la gestion sédimentaire. Une première partie récapitule les acteurs intervenant dans la gestion du Rhône. Dans un second temps, une synthèse du fonctionnement hydrosédimentaire est proposée à partir des travaux de la Mission 2.

Le travail de Mission 3 a consisté à identifier les enjeux liés à la gestion sédimentaire du fleuve Rhône. Trois grandes familles d'enjeux ont été analysées :

- les enjeux écologiques ;
- les enjeux sûreté-sécurité ;
- les enjeux socio-économiques.

Les principales données sur les pratiques actuelles de gestion et de restauration sont issues de la Mission 4. Enfin, la Mission 5 a permis d'analyser d'autres pratiques internationales de gestion et de restauration, en focalisant sur quelques cours d'eau représentatifs.

2.2 Les acteurs de la gestion du Rhône

Les acteurs de la gestion sédimentaire sur le fleuve Rhône ne sont pas nombreux, principalement du fait qu'il s'agit d'un cours d'eau domanial dont le rôle de l'Etat et des concessionnaires est primordial. Chaque acteur a été identifié dans la Mission 4 lors du bilan des actions de gestion et de restauration.

Le Tableau 2 résume la situation de chaque acteur en termes de statut et de rôle dans la gouvernance du fleuve.

Tableau 3 : Rôle des principaux acteurs du fleuve Rhône

Acteur	Présence dans les UHC		Rôle et actions
	jusqu'en 2021	à partir de 2022	
État français	Toutes	Toutes	Propriétaire du domaine public fluvial <u>Statut :</u> Le classement dans le Domaine Public Fluvial (DPF) d'une personne publique d'un fleuve est prononcé pour un motif d'intérêt général relatif à la navigation, à l'alimentation en eau des voies navigables, aux besoins en eau de l'agriculture et de l'industrie, à l'alimentation des populations ou à la protection contre les inondations, tous les droits des riverains, des propriétaires et des tiers demeurant réservés. Les activités règlementaires de l'État concernent la police de l'eau, le contrôle de la sûreté et la sécurité des ouvrages fluviaux ainsi que le contrôle de la concession. <u>L'État dans la gouvernance du Rhône :</u> Le lit du Rhône et ses berges appartiennent à l'État français, en tant que partie de son domaine public fluvial. En tant que propriétaire du DPF en

Acteur	Présence dans les UHC		Rôle et actions
	jusqu'en 2021	à partir de 2022	
			France, l'État en a confié la gestion à Voies Navigables de France (VNF), sur les grands axes navigables. Pour le Rhône, cependant, les compétences de VNF sont exercées sous réserve des missions données par ailleurs par l'État à Electricité De France (EDF), et surtout à la Compagnie Nationale du Rhône (CNR), qui font de cette dernière le principal gestionnaire et l'acteur majeur du Rhône. En effet, en application de la loi du 27 mai 1921 portant sur l'aménagement du Rhône de la frontière suisse à la mer et par la convention de concession générale du 20 décembre 1933, l'État a concédé l'aménagement du Rhône à la CNR du triple point de vue de l'utilisation de la puissance hydraulique, de la navigation, de l'irrigation et des autres emplois agricoles. La concession initiale prenait fin le 31 décembre 2023. Une proposition législative de prolongation-extension de cette concession a été validée par le Parlement, et a été promulguée au Journal Officiel de la République Française : Loi n°2022-271 du 28 février 2022 relative à l'aménagement du Rhône. Une concertation publique et des acteurs impliqués avait été conduite par l'État français, maître d'ouvrage de ce projet de prolongation.
CNR	Toutes UHC sauf 01-SUI 02-CHP 09-VUL 10-ALY 11-PBN ⁽¹⁾ 23-ARL ⁽²⁾ 24-GRH ⁽²⁾ 25-PRH	Toutes UHC sauf 01-SUI 02-CHP 10-ALY 11-PBN ⁽¹⁾	Concessionnaire global du Rhône <u>Statut :</u> CNR est une société anonyme d'intérêt général à capitaux majoritairement publics (garanti depuis 2001 par la loi MURCEF ^(a)). Le Groupe Caisse des Dépôts et les 183 collectivités par territoriales (Régions Auvergne-Rhône-Alpes et Provence-Alpes-Côte-d'Azur, départements des Bouches-du-Rhône et de la Haute-Savoie, communes) totalisent 50,03% des parts. Le reste des parts est détenu par le groupe Engie (actionnaire industriel), présent à son capital depuis 2003. ^(a) Promulguée le 11 décembre 2001, la loi portant mesures urgentes de réformes à caractère économique et financier (ou loi MURCEF) a pour objectif d'améliorer les relations entre les banques et leur clientèle. Elle garantit la stabilité du capital public de CNR. <u>Objectifs de la concession :</u> La concession a trois objectifs principaux : la production hydroélectrique (qui comprend 18 complexes hydroélectriques pour une puissance totale de 3 GW, 14 écluses à grand gabarit, et 22 sites industriels et portuaires), la navigation, et irrigation agricole. La concession du Rhône s'étend de la frontière Suisse à la mer Méditerranée, couvrant 27 000 hectares sur trois régions et onze départements. Le domaine public fluvial concédé est aussi bien naturel qu'artificiel, comprenant en effet les annexes fluviales, les canaux, les retenues, les contre-canaux et les berges ainsi que les endiguements. Bien que la concession couvre la majorité du domaine public fluvial associé au Rhône, certaines parties ont été concédées à d'autres acteurs, notamment à EDF et VNF. Plus précisément, la prolongation de concession a basculé dans le domaine concédé de CNR les linéaires suivants revenant auparavant à VNF : <ul style="list-style-type: none"> Linéaires du Rhône : <ul style="list-style-type: none"> L'aval de Sault-Brénaz du PK 59 au PK 34,2 (début de l'aménagement de Cusset) ;

Acteur	Présence dans les UHC		Rôle et actions
	jusqu'en 2021	à partir de 2022	
			<ul style="list-style-type: none">Le Grand Rhône de l'aval de l'aménagement de Vallabrègues à partir du PK 269,4 à l'exclusion de l'écluse de Beaucaire en jonction du canal du Rhône à Sète, jusqu'à la limite du domaine public maritime ;Le Petit Rhône jusqu'à la limite du domaine public maritime.Infrastructures, canaux et Vieux Rhône :<ul style="list-style-type: none">Le canal de Savières ;Le seuil et l'écluse situés à Caluire ;Le Port de Laudun-l'Ardoise ;Le Vieux-Rhône d'Avignon ;Le Port du Pontet ;L'écluse d'Arles ;Le canal d'Arles à Bouc dans la partie navigable jusqu'au pont Van-Gogh, ledit pont compris ;Le site de réparation navale d'Arles ;L'amorce du canal du Rhône à Fos, y compris l'écluse de Barcarin. <p>La CNR est chargée de l'exploitation et de l'entretien de ces infrastructures, selon ses deux objectifs de production hydroélectrique et de garantie des bonnes conditions de navigation sur le Rhône.</p> <p><u>CNR dans la gouvernance du Rhône :</u></p> <p>L'entreprise est concessionnaire de la grande majorité du Rhône, lui conférant une place essentielle dans la gouvernance du fleuve en tant que producteur d'hydroélectricité, de gestionnaire de la navigation et de garant des systèmes d'irrigation. Depuis 2003, dans le cadre du schéma directeur, d'autres champs d'intervention connexes tels que la préservation de l'environnement et l'aménagement des territoires du Rhône font également partie des objectifs de la CNR. Le modèle de la concession est construit sur la conciliation des usages de l'eau et la redistribution des revenus tirés de la production d'électricité qui financent les autres missions exercées par le concessionnaire.</p> <p>La suite à donner à la concession du Rhône à la CNR (qui prenait fin le 31 décembre 2023) a fait l'objet d'importants débats politiques, au sein de différentes instances (notamment au Parlement, plusieurs travaux parlementaires ayant été conduits sur le sujet). Deux principaux scénarios s'affrontaient. L'un demandait la prolongation de la concession accordée à la CNR jusqu'en 2041, assortie d'une extension territoriale de la concession, qui intégrerait ainsi les parties du Rhône actuellement gérées directement par VNF. L'autre consistait à ouvrir la concession du Rhône à la concurrence, selon les recommandations européennes, dès la fin de celle attribuée à la CNR. Début 2022, le Parlement a approuvé le projet de prolongation de la concession du Rhône accordée à la CNR, et la Loi n°2022-271 du 28 février 2022 relative à l'aménagement du Rhône vient consacrer cette évolution.</p> <p>⁽¹⁾ la navigation en amont de la confluence Saône-Rhône est gérée par VNF</p> <p>⁽²⁾ jusqu'en 2021, la concession CNR intégrait déjà la navigation sur l'axe Rhône sur ces 2 UHC.</p>

Acteur	Présence dans les UHC		Rôle et actions
	jusqu'en 2021	à partir de 2022	
CCI	-	-	<p>Gestionnaires de ports</p> <p><u>Statuts :</u></p> <p>Les Chambres de Commerce et d'Industrie (CCI) sont des chambres consulaires (établissements publics) chargées de représenter les intérêts des entreprises commerciales, industrielles et de services d'une zone géographique et de leur apporter certains services.</p> <p><u>Les CCI dans la gouvernance du Rhône :</u></p> <p>Les ports de commerce et de plaisance sont gérés par les CCI, à qui la CNR a sous-concédé cette gestion avec l'accord des services de l'Etat chargés du contrôle de la concession. Cette gestion par les CCI se fait en intelligence avec la CNR, associée à la détermination des objectifs industriels et commerciaux de ces espaces portuaires. Les CCI et la CNR collaborent ainsi dans un objectif de développement fluvial sur leur territoire d'influence.</p>
EDF	10-ALY ⁽¹⁾	10-ALY ⁽¹⁾	<p>Concessionnaire de Cusset</p> <p><u>Statut :</u></p> <p>Electricité de France (EDF) est une société anonyme de droit privé, à capitaux publics détenue majoritairement par l'Etat français (83,88% des actions) et d'autres actionnaires institutionnels et individuels. EDF est un acteur majeur de la transition énergétique en France, présent sur l'ensemble des métiers de la filière : la production, le transport, la distribution, le négoce, la vente de services énergétiques.</p> <p><u>Objectif de la concession :</u></p> <p>L'objectif principal d'EDF est la production hydroélectrique. Cette mission s'inscrit dans le cadre plus global des activités d'EDF, ayant trait à la production et distribution de l'électricité sur le territoire national.</p> <p><u>EDF dans la gouvernance du Rhône :</u></p> <p>Sur le Rhône, EDF exploite un aménagement hydroélectrique (Cusset) et 14 tranches nucléaires sur 4 sites dont la production couvre environ un cinquième de la consommation d'électricité en France. Cette production dépend directement de la disponibilité de la ressource en eau ainsi que des conditions de gestion sédimentaire. De la même façon, cette activité nécessite, dans certaines circonstances, de pouvoir s'implanter ou intervenir sur le domaine concédé à la CNR ou les ouvrages dépendants de la concession du Rhône.</p> <p>EDF est titulaire de la concession Jons-Cusset d'un tronçon du Rhône intégré dans l'UHC#10-ALY, ainsi exclu de la concession globale accordée à la CNR. Le Rhône court-circuité (canal de Miribel) n'est pas inclus dans la concession EDF. Au final, la concession dont le groupe est titulaire ne concerne ainsi qu'une toute petite partie du Rhône (1 tronçon sur 25), mais EDF reste un acteur important de la gouvernance du Rhône. L'énergéticien est en effet le principal gestionnaire des eaux de surface et grandes réserves d'eaux situées sur les affluents du Rhône, par la gestion d'importants ouvrages hydroélectriques (le barrage de Vouglans situé sur</p>

Acteur	Présence dans les UHC		Rôle et actions
	jusqu'en 2021	à partir de 2022	
			<p>l'Ain, le barrage de Tignes situé sur l'Isère, la chaîne hydroélectrique du Drac, ou celle de la Durance et du Verdon, etc.).</p> <p>EDF est aussi un usager important de la ressource en eau, notamment utilisée pour les systèmes de refroidissement des centres nucléaires de production d'électricité (CNPE) qu'il exploite le long du Rhône (Bugey, Saint-Alban, Cruas, Tricastin). Cette position spécifique est revendiquée par EDF pour prendre part aux grandes décisions concernant la gouvernance du fleuve du Rhône.</p> <p>⁽¹⁾ hors canal de Miribel dont la gestion du lit est assurée par VNF</p>
VNF	09-VUL 10-ALY ⁽²⁾ 23-ARL ⁽¹⁾ 24-GRH ⁽¹⁾ 25-PRH	10-ALY ⁽²⁾ 11-PBN ⁽³⁾	<p>Gestionnaire du domaine public fluvial sur les tronçons ne faisant pas partie des concessions accordées à la CNR ou à EDF sur le linéaire français.</p> <p><u>Statut</u></p> <p>Voies navigables de France (VNF) est un établissement public à caractère administratif français chargé de gérer environ 80 % du réseau des voies navigables de France. Sur l'ensemble du territoire, trois grandes missions lui sont confiées : promouvoir la logistique fluviale, concourir à l'aménagement du territoire et assurer la gestion globale de l'eau.</p> <p><u>VNF dans la gouvernance du Rhône :</u></p> <p>Les cinq tronçons du fleuve Rhône listés dans la colonne de gauche échappaient jusqu'en 2021 à la concession accordée à la CNR, et étaient gérés par VNF pour le compte de l'Etat : de l'aval de la restitution de la dérivation de Sault-Brénaz à l'aval du pont de Jons, canal de Miribel, Petit Rhône de Fourques à la mer. Dans le cadre d'un partenariat, VNF assure également sur le territoire de la Métropole de Lyon la navigation sur la Saône et le Rhône à l'amont du confluent.</p> <p>Avec la prolongation de concession CNR, les tronçons du Rhône gérés par VNF se réduisent aux secteurs suivants :</p> <ul style="list-style-type: none">Le Rhône dans Lyon en amont de la confluence avec la Saône ;Le Canal de Miribel ;L'écluse de Beaucaire. <p>⁽¹⁾ hors navigation sur l'axe Rhône gérée par CNR</p> <p>⁽²⁾ hors canal de Jonage géré par EDF</p> <p>⁽³⁾ en amont de la confluence Rhône-Saône par conventionnement avec la Métropole de Lyon</p>

Acteur	Présence dans les UHC		Rôle et actions
	jusqu'en 2021	à partir de 2022	
SIG	01-SUI 02-CHP ⁽¹⁾	01-SUI 02-CHP ⁽¹⁾	<p>Gestionnaire du Rhône sur le tronçon suisse</p> <p><u>Statut :</u></p> <p>Les Services industriels de Genève (SIG) sont un établissement public du canton de Genève, en Suisse détenue par l'Etat de Genève (55%), la ville de Genève (30%), et les communes genevoises (15%). Les SIG sont, notamment, chargés de la distribution de l'eau potable, du gaz, de l'électricité et de la chaleur à distance sur l'ensemble du canton de Genève. Ils s'occupent également du traitement des eaux usées, de l'incinération des déchets et de la gestion d'un réseau de fibre optique.</p> <p><u>SIG dans la gouvernance du Rhône :</u></p> <p>L'entreprise est gestionnaire du premier tronçon du Rhône, intégralement situé sur le territoire suisse, entre le lac Léman et la frontière avec la France. L'essentiel du patrimoine du SIG sur le Rhône se situe en Suisse (ouvrages du Seujet, de Verbois), mais un ouvrage hydraulique (le barrage de Chancy-Pougny) se situe à la frontière avec la France et est détenu conjointement par les SIG et CNR à travers la SFMCP (Société des Forces Motrices de Chancy-Pougny). A l'origine du projet du barrage de Chancy-Pougny, la SFMCP est actuellement détenue par les Services Industriels de Genève (SIG, actionnaire à hauteur de 72,24%) et la Compagnie Nationale du Rhône (CNR, 27,76% des actions). La CNR assure l'ingénierie, et les SIG la gestion de l'usine.</p> <p>Les SIG et CNR collaborent ensemble au travers d'un comité technique franco-suisse (COTECH) chargé d'optimiser la gestion sédimentaire dans le cadre des chasses de la retenue de Verbois qui concernent l'ensemble du Haut Rhône français. Depuis 2011, différents scénarios ont été étudiés et évalués selon des critères environnementaux, sociaux, économiques, de faisabilité technique et de maîtrise des risques. Les autorités suisses et françaises, pilotant ce comité technique, ont décidé de retenir un scénario de gestion sédimentaire mixte, au terme d'une phase de concertation avec les parties prenantes. Ce scénario se traduit par un abaissement partiel du barrage de Verbois que les concessionnaires aval, SFMCP (Société des Forces Motrices de Chancy-Pougny) et CNR (Compagnie Nationale du Rhône) de réaliser un accompagnement des abaissements suisses.</p> <p>⁽¹⁾ Ouvrage de Chancy-Pougny géré par la SFMCP, détenue par les SIG et CNR</p>

Acteur	Présence dans les UHC		Rôle et actions
	jusqu'en 2021	à partir de 2022	
Collecti-vités / syndi-cats / associa-tions	-	-	<p>Usagers de l’eau et gestionnaires des berges</p> <p><u>Statuts :</u></p> <p>Les collectivités locales et syndicats mixtes en charge de la gestion de l’eau sont des structures publiques. Cette gestion de l’eau est dite « en régie » car dépendant directement de la collectivité, qui choisit ou non de s’associer avec d’autres collectivités au sein de syndicats dédiés à la coopération territoriale (l’eau peut en être le cœur ou un domaine de coopération parmi d’autres).</p> <p>Certaines parties de l’espace fluvial du Rhône sont classées en réserve de biosphère, réserve naturelle nationale, réserve naturelle régionale, arrêté de protection de biotope, zones humides RAMSAR, parcs naturels régionaux, zones Natura 2000, etc. et sont gérées par des collectivités ou des associations qu’il n’est pas possible de citer de façon exhaustive (EID Rhône-Alpes, CEN-Isère, CONIB, etc.).</p> <p><u>Les collectivités locales, syndicats et associations dans la gouvernance du Rhône :</u></p> <p>Un certain nombre de collectivités sont actionnaires de la CNR disposant ainsi d’une voix commune dans la gouvernance globale du Rhône. Dans les secteurs « naturels » ou non aménagés, le domaine public fluvial ne comprend pas les digues qui appartiennent aux collectivités, qui les gèrent comme elles le souhaitent dans le cadre e leur compétence GEMAPI. Les collectivités sont également gestionnaires de bases de loisirs ou de vélo routes sur les bords du fleuve, la CNR leur ayant délivré des titres d’occupation ou des « conventions de superposition de gestion » autorisant la réalisation et la gestion de ces équipements.</p> <p>Parmi les collectivités et associations en charge du Rhône, il est possible de citer d’amont en aval et de façon non exhaustive :</p> <ul style="list-style-type: none">• Le SHR ou Syndicat du Haut-Rhône, créé en 2003, est un syndicat mixte fermé situé aux confins des départements de la Savoie, de l’Ain et de l’Isère, qui s’étend de part et d’autre du fleuve Rhône, de la confluence du Fier au pont de Groslée. Le Rhône constitue ici la limite administrative entre ces 3 départements. Après modification des statuts en décembre 2018, le SHR se voit transférer la compétence GEMAPI par ses 7 intercommunalités membres. Le SHR est gestionnaire depuis 2015 de la Réserve Naturelle Nationale des Iles du Haut Rhône.• Le SIDCEHR est membre du SHR. Il présente 5 communes adhérentes proche de l’aménagement de Sault-Brénaz. Le SIDCEHR a réalisé des ouvrages dans le cadre de l’aménagement concédé de Sault Brénaz visant notamment à 1) préserver des inondations jusqu’à 1600 m³/s les plaines des communes de Brangues, Le Bouchage, Les Avenières, St-Benoît et Aoste, 2) participer au noyage de la dernière zone d’expansion des crues avant la ville de Lyon, au-delà du débit de submersion, 3) faciliter le ressuyage des plaines précédemment inondées• Le SYMALIM est le Syndicat Mixte pour l’aménagement et la gestion de l’île de Miribel Jonage. Propriétaire du Grand Parc depuis 1968, il contribue également depuis 2017 (dans le cadre d’une fusion) à l’aménagement du Canal de Jonage et à la gestion

Acteur	Présence dans les UHC		Rôle et actions
	jusqu'en 2021	à partir de 2022	
			<p>du cours d’eau de la Rize. Le SYMALIM se compose de 16 collectivités dont le Conseil Départemental de l’Ain, la Métropole de Lyon, la Communauté de Communes Miribel et Plateau et les communes de Beynost, Décines-Charpieu, Jonage, Jons, Lyon, Meyzieu, Miribel, Neyron, Niévroz, Saint-Maurice de Beynost, Thil, Vaulx-en-Velin, et Villeurbanne ;</p> <ul style="list-style-type: none">• La Métropole de Lyon est une collectivité dont le statut est un peu particulier, par rapport aux autres se trouvant sur le cours du Rhône. La Métropole de Lyon assure la compétence GEMAPI sur les différents affluents du Rhône et de la Saône. Responsable de la garantie de la bonne navigation sur les grandes voies navigables de son territoire, la Métropole de Lyon a convenu d’un partenariat avec VNF, qui se charge pour elle de cette mission. Par son poids politique et institutionnel, la Métropole reste un acteur important de la gouvernance globale du fleuve du Rhône.• Le SMIRIL, Syndicat Mixte du Rhône des Iles et des Lônes, est un Établissement Public Local à caractère administratif créé en 1995. Il regroupe la Métropole de Lyon, le Département du Rhône, les communes de Feyzin, Grigny, Irigny, Millery, Sérézin-du-Rhône, Ternay et Vernaison. Il est chargé de gérer et mettre en valeur l’Espace nature des Îles et Lônes du Rhône.• Le SYMADREM, Syndicat mixte d’aménagement des digues du Rhône et de la mer a été créé en 1999 à la suite d’un premier syndicat. Le SYMADREM a pour mission la gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations (GEMAPI) sur le territoire du Grand Delta du Rhône en aval de Beaucaire ; Il intervient sur 220 km de digues fluviales et 30 km d’ouvrages maritimes (digue à la mer, épis, brise-lames et tenons) sur le territoire du grand delta du Rhône. C’est un syndicat mixte qui regroupe six établissements publics de coopération intercommunale (EPCI-FP) et le Département des Bouches du Rhône. L’objectif à l’horizon 2030 est d’obtenir un système d’endiguement fluvial entièrement sécurisé jusqu’à la crue millénale.

2.3 Mission 2 : Synthèse du fonctionnement hydrosédimentaire actuel

Le fonctionnement sédimentaire actuel du Rhône résulte de la trajectoire d'aménagement historique développée dans la Partie B / §.2 de la Mission 2. Les conclusions générales de l'EGR (2000), du Rhône en 100 Questions (Bravard et al, 2020) ou de l'OSR4 (2018) restent en grande partie valables et sont actualisées avec les connaissances actuelles.

2.3.1 Contexte

Le transport des sédiments du fleuve a été modifié par les évolutions climatiques, par les extractions massives, par les aménagements successifs du fleuve (chenalisation au 19^{ème} siècle pour la navigation, hydroélectricité au 20^{ème} siècle), par l'évolution propre de ses affluents (barrages réservoirs, etc.) et par l'occupation des sols de son bassin versant.

Le linéaire est maintenant fragmenté en séries d'ouvrages hydroélectriques tous les 15 à 40 km, en systèmes indépendants ou quasiment. Il existe 3 types d'aménagement : des barrages-réservoirs (Génissiat), des barrages au fil de l'eau (Verbois, Chancy-Pougny, Seyssel, Vaugris), et des aménagements en dérivation, dits « en feston », qui sont majoritaires.

Dans le fonctionnement sédimentaire, il convient de distinguer d'une part la charge de fond (sédiments grossiers), dont la mobilité s'est considérablement réduite, et d'autre part les sédiments fins qui circulent encore avec une relative abondance. Le Rhône transporte différemment les sédiments selon leur taille.

2.3.2 Transport solide par suspension

Les sédiments fins (sables fins, limons, argiles) sont transportés en suspension dans la masse du flot : ils se déplacent à la vitesse de l'eau, et ne mettent que quelques jours pour rejoindre la mer depuis leurs montagnes d'origine. Le transport de sédiments fins s'est réduit depuis un siècle, mais reste important, de l'ordre de 6 Mt/an de MES contre 15 Mt/an avant les aménagements en fin du 19^{ème} siècle / au début du 20^{ème} siècle. Le transport des sédiments fins n'est vraiment perturbé que par les grands barrages réservoirs du bassin versant (Serre-Ponçon, Vouglans, Drac, etc.) ou le seul grand réservoir du linéaire (Génissiat).

Les barrages de basse chute (la plupart des aménagements du Rhône, les retenues de la moyenne Durance, etc.) ne perturbent guère le passage des sédiments fins. Les contributions les plus importantes en MES sont celles de l'Arve, de la Saône, de l'Isère et de la Durance. Les apports de l'Arve se diffusent lors des crues mais également tous les 3 à 4 ans lors des APAVER (abaissement partiel de la retenue de Verbois) accompagnés par les ouvrages CNR du Haut-Rhône. Les apports de la Saône ne sont pas influencés et suivent le régime des crues et hautes eaux. Les apports de l'Isère ont lieu en grande partie sous forme de chasses (ouvrages de la Basse Isère / cf. Mission 4) et se diffusent ensuite sur le linéaire du bas Rhône, produisant des dépôts sur les zones terrestres. Les apports de la Durance résultent à la fois des mises en transparence des ouvrages de la chaîne hydroélectrique, mais aussi de quotas gérés à l'usine de Mallemort pour contrôler les impacts des restitutions dans l'Étang de Berre.

Aujourd'hui, avec la faiblesse des flux de graviers, ce sont les limons qui façonnent la plaine alluviale du Rhône. Avant les aménagements du 19^{ème} siècle, le Rhône disposait d'un lit très mobile façonné par les graviers. Les éventuels dépôts de sédiments fins sur les berges étaient repris au gré des crues par érosion latérale. Avec la raréfaction des apports de graviers et sa chenalisation, le lit du fleuve est aujourd'hui figé, sans possibilité de mobilité latérale, excepté sur de rares tronçons comme dans la plaine de Chautagne. Les dépôts de sédiments fins sur les berges se produisent comme avant, mais ne sont plus repris latéralement (sauf lors de crues exceptionnelles). Ils tendent donc à s'accumuler sur les marges alluviales.

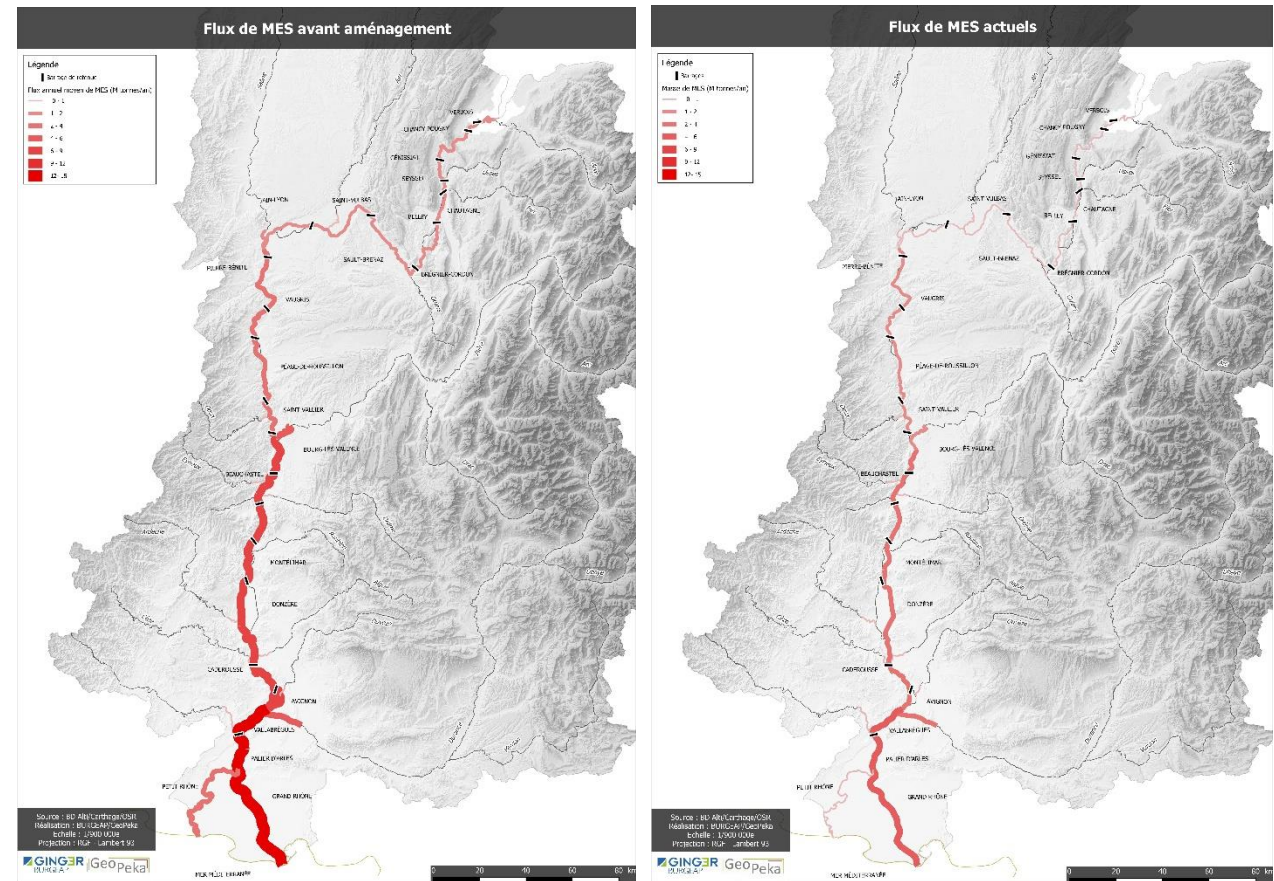


Figure 9 : Cartographie des flux de MES avant aménagement et dans l'état actuel (Mission 2)

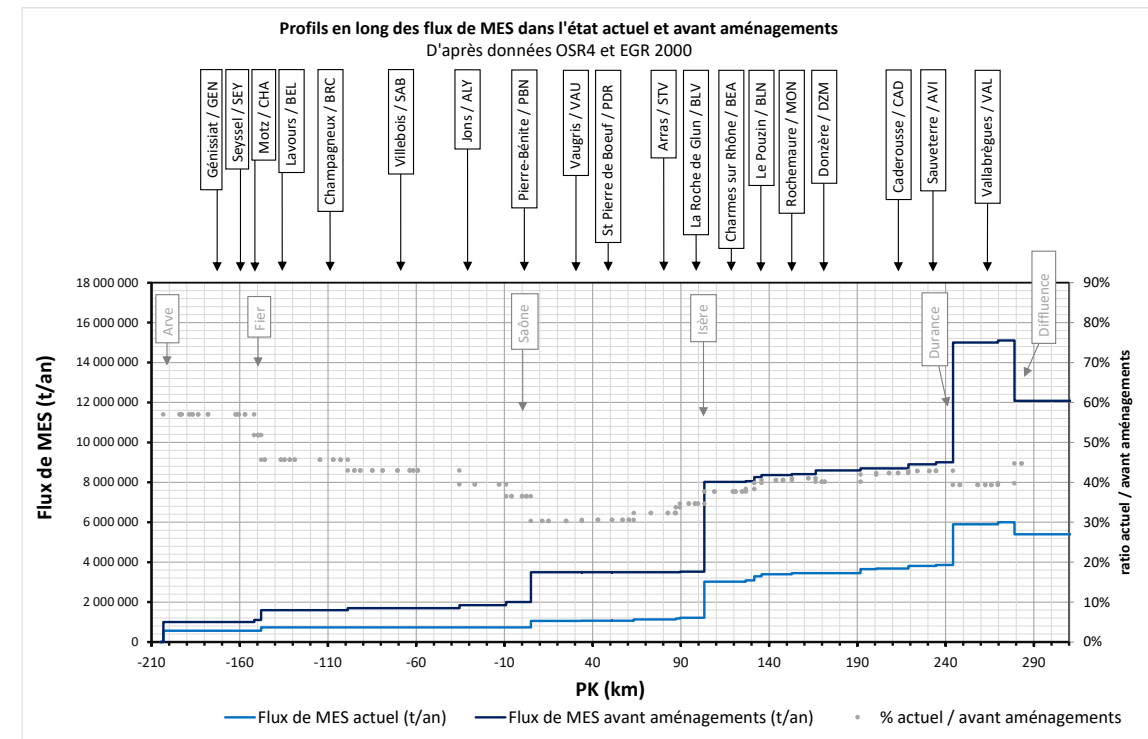


Figure 10 : Profil en long des flux de MES avant aménagement et dans l'état actuel (Mission 2)

2.3.3 Transport solide par charriage

Les sédiments grossiers (galets, graviers et sables grossiers) se déplacent par charriage. C'est un transport lent en moyenne (de l'ordre de 0,5 à 1 km/an), facilement interrompu dès que la pente diminue. Les graviers issus du massif du Mont-Blanc n'ont pas encore atteint la mer depuis les dernières glaciations, car le Rhône n'a pas fini de réalluvionner les espaces dégagés par les glaciers qui atteignaient Lyon.

Le transport de graviers par charriage s'est presque arrêté. Au 19^{ème} siècle, le transit par charriage atteignait naturellement près de 350 000 m³/an dans le Bas Rhône. Aujourd'hui, il ne dépasse guère 40 à 50 000 m³/an dans le meilleur des cas.

Ce transport par graviers se caractérise aujourd'hui par :

- **la suppression des apports de graviers de nombreux affluents**, conséquence des extractions de granulats, des endiguements et des aménagements hydroélectriques ;
- **la sévère limitation du transit de la charge de fond dans les retenues**, conséquence de la faiblesse des pentes motrices même en crue. La capacité de charriage a été diminuée d'un facteur 30 à 55 en moyenne dans les retenues. Les retenues ont globalement tendance à accumuler les sédiments, y compris les sédiments sableux et fins, et malgré les manœuvres de vannes lors des crues ; il faut des crues supérieures à la crue décennale ou des crues exceptionnelles pour déstocker dans les retenues (les crues de 2002 et 2003 auraient ainsi produit l'équivalent de 30 années de dragages dans les retenues du bas Rhône) ;
- **la forte réduction des débits morphologiquement actifs dans les tronçons court-circuités**, du fait des dérivations. La capacité de charriage a été diminuée d'un facteur 20 à 30 en moyenne dans les Vieux Rhône ; ceux-ci ne sont généralement plus en capacité de remobiliser leur fond de lit, même en crue exceptionnelle ; toutefois, en cas d'apport d'un affluent, il peut exister une charge de fond qui roule sur un fond pavé (ou travelling bedload) ;
- **la forte évolution de la granulométrie** qui s'est affinée dans les retenues et accrue dans les RCC présentant ainsi un caractère pavé, particulièrement dans certaines UHC comme Pierre-Bénite ou Donzère-Mondragon. La capacité de charriage a été diminuée d'un facteur 10 à cause de cette seule évolution de la granulométrie de surface ;
- **les fosses d'extraction réalisées en plusieurs points** qui sont autant de point d'interruption durable du transit des graviers ;
- **A l'échelle d'une UHC**, le schéma général de la capacité de charriage est une réduction progressive dans la retenue, très faible au passage des barrages, qui augmente dans les Vieux Rhône avec un effet de pavage au pied des ouvrages ; la capacité de charriage diminue progressivement le long du RCC avec l'influence de la retenue aval, avant d'augmenter à la restitution de l'usine (effet de l'hydrologie), puis de baisser à nouveau dans la retenue qui suit en aval. Les réponses sont cependant variables selon les biefs. Par exemple, en aval de Champagnieux (07-BRC), la capacité de charriage est très faible non pas parce que le site est naturellement avec une faible capacité, mais parce que le RCC est sous l'influence du barrage de Villebois (08-SAB) ou d'un seuil (Molottes) ;

Pris isolément, chacun de ces facteurs aurait été susceptible de provoquer un déséquilibre important du système. Le cumul de ces facteurs conduit à un blocage quasi-total du système. Le constat global est ainsi celui de la stabilité. La réduction de la capacité de transit sur le Rhône a finalement été accompagnée de la réduction des apports.

En réalité, ce constat doit être affiné car les apports sédimentaires totaux des affluents sont encore de 150 000 m³/an, dont 111 500 m³/an par les 18 affluents majeurs. Ces valeurs ne sont pas du même ordre de grandeur que les 670 000 m³/an qu'apportaient les affluents majeurs avant les aménagements, mais ce sont des valeurs loin d'être négligeables par rapport aux capacités de charriage des tronçons les plus actifs du Rhône (40 à 50 000 m³/an).

A une échelle macro, en croisant la localisation des apports et les capacités de charriage, on peut constater que les situations de déséquilibre viennent en grande partie d'une inadéquation entre les apports sédimentaires des affluents et les capacités de charriage des tronçons récepteurs du Rhône.

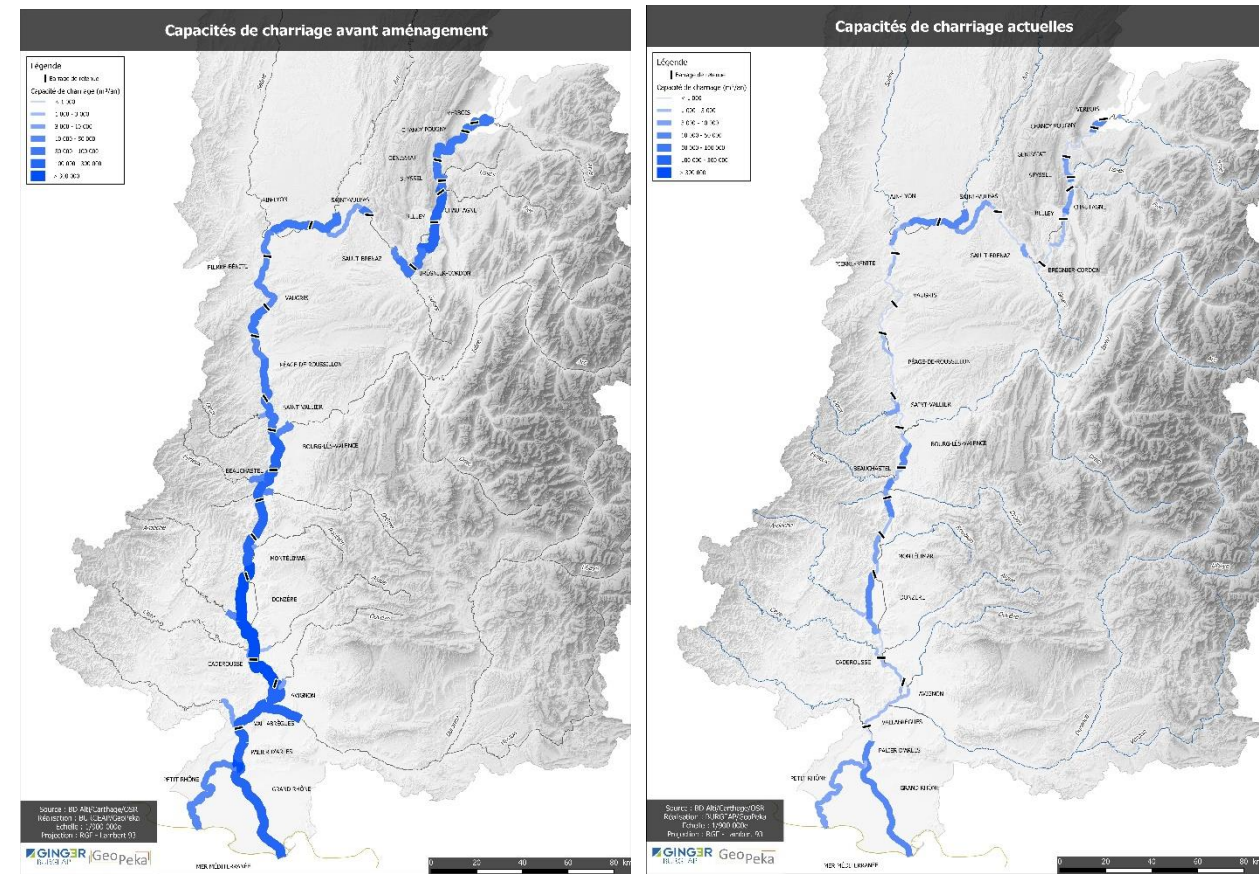


Figure 11 : Cartographie de la capacité de charriage moyenne annuelle avant aménagement et dans l'état actuel (Mission 2)

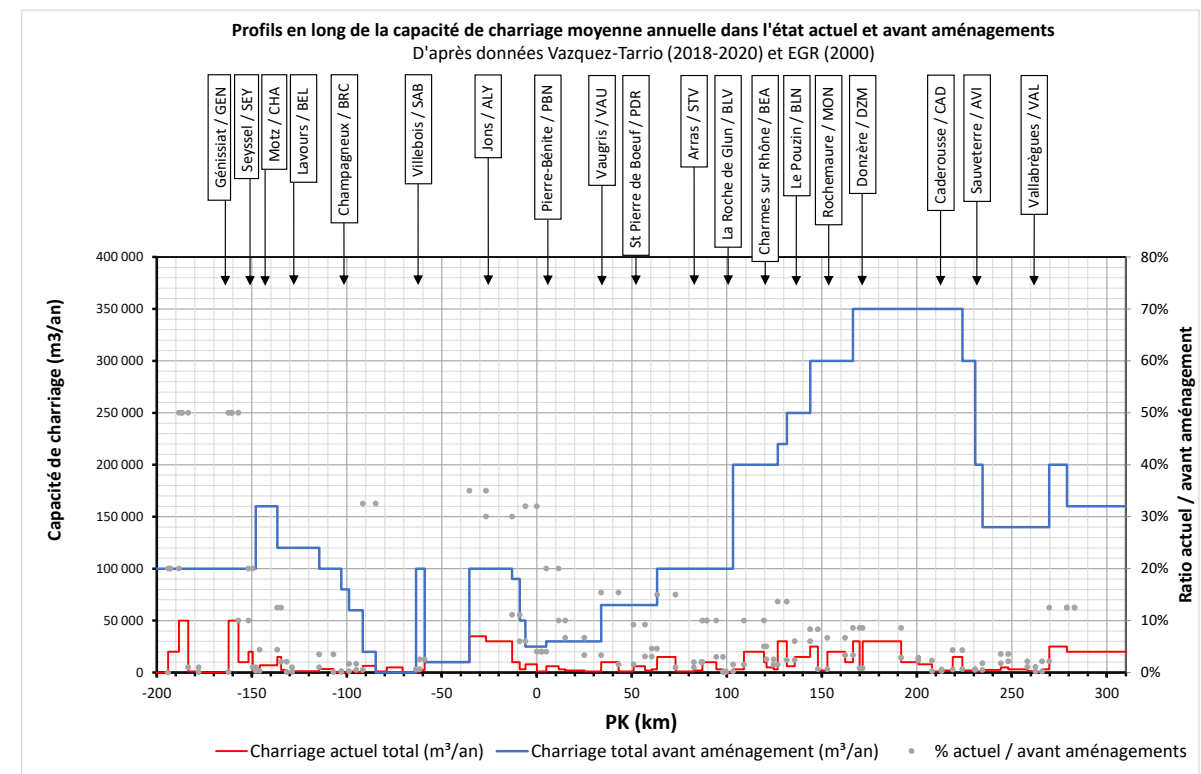


Figure 12 : Profil en long de la capacité de charriage moyenne annuelle avant aménagement et dans l'état actuel (Mission 2)

A cet effet, finalement, 3 types de situations peuvent être observées :

- Situation 1 : les apports d'affluents sont supérieurs aux capacités de charriage du Rhône ;
- Situation 2 : les capacités de charriage du Rhône sont supérieures aux apports des affluents ;
- Situation 3 : les apports d'affluents sont globalement en adéquation avec les capacités de charriage du Rhône

Le graphique de la Figure 14 illustre les situations qui suivent pour l'ensemble du fleuve Rhône.

Nota : Dans les analyses qui suivent, on notera que les apports en charriage des affluents ont été raisonnés en matériaux grossiers uniquement, hors sables. Pour le fleuve, les capacités de charriage évaluées théoriquement et non validées incluent les sables (cf. Mission 2). Si les évaluations chiffrées de l'analyse doivent être prises avec précautions, les tendances relatives sont globalement bien réelles et serviront de base pour la Phase 2.

► **Situation 1 : les apports d'affluents sont supérieurs aux capacités de charriage du Rhône :**

Ce type de situation peut se présenter dans des retenues, les canaux usiniers ou des Vieux Rhône sous l'influence de retenues. Les principales situations rencontrées sont les suivantes :

- l'Arve (20 000 m³/an) dans la retenue de Verbois (01-SUI),
- l'Allondon (3 000 m³/an) dans la retenue de Chancy-Pougny (02-CHP),
- Les Usses (4 000 m³/an) dans la retenue de Seyssel (04-SEY),
- Le Gier, le Garon, La Gère (3 500 m³/an), dans la retenue de Vaugris (12-VAU),
- La Galaure, la Cance, l'Ay, etc. (12 000 m³/an) dans la retenue de St-Vallier (14-STV),
- Le Doux (6 000 m³/an) dans la retenue de Bourg-lès-Valence (15-BLV),
- La Drôme, l'Eyrieux et l'Ouvèze Ardéchoise (29 000 m³/an) dans la retenue de Baix-Logis-Neuf (17-BLN),
- L'Escoutay (5 000 m³/an) dans le Vieux Rhône de Montélimar (18-MON), sous l'influence de la retenue de Donzère ;
- Le Roubion (2 000 m³/an) sous l'influence du canal de Montélimar (18-MON) ;
- La Cèze (6 000 m³/an), dans le Vieux Rhône de Caderousse (20-MON), sous l'influence de la retenue d'Avignon ;
- La Durance (6 000 m³/an), dans la retenue de Vallabrègues (22-VAL).

Ainsi, en dehors de l'Ain, la totalité des 20 affluents les plus producteurs (soit pour environ 96 000 m³/an) voit ses apports aboutir dans un tronçon du Rhône de capacité de charriage insuffisante.

Pour quelques exceptions, il est possible qu'une partie des volumes puissent transiter (cas de l'Allondon, de l'Escoutay, de l'Ouvèze Ardéchoise), mais globalement, ce type de situation conduit systématiquement à des excédents de sédiments puisque les apports ne peuvent être remobilisés à la confluence ou par le Rhône. Ainsi, des enjeux de sûreté et/ou des enjeux socio-économiques peuvent se déclencher et nécessiter des opérations de gestion (dragages, chasse ; cf. Mission 3 et Mission 4).

► **Situation 2 : les capacités de charriage du Rhône sont supérieures aux apports des affluents :**

Ce type de situation est plus rare et se rencontre dans certains Vieux Rhône ou potentiellement dans des portions de Rhône total :

- Cas du Rhône total entre le barrage de Chancy-Pougny et la queue de retenue de Génissiat (03-GEN), où la capacité de charriage est de l'ordre de 50 000 m³/an et les apports limités à 4 500 m³/an (Allondon, Laire, Annaz) si la retenue de Chancy-Pougny est confirmée comme transparente. En aval, ces apports viennent alimenter le site naturel de l'Etournel et se perdent dans la queue de retenue de Génissiat ;

- Cas du Vieux Rhône de Chautagne (05-CHA) qui ne reçoit pas d'apports d'affluents significatifs et qui a une capacité de charriage de l'ordre de 7 000 m³/an ;
- Cas du Vieux Rhône de Belley (06-BEL) dont la capacité de charriage est limitée (1000 à 2000 m³/an) mais qui ne reçoit pas d'apports avant sa partie finale (Flon et Méline, environ 200 m³/an) ;
- Cas du Rhône total de St-Vulbas (09-VUL) qui ne reçoit pas d'affluents significatifs et qui a une capacité de charriage potentielle de 10 000 m³/an ;
- Cas des Vieux Rhône de Pierre-Bénite (aucun apport), de Péage-de-Roussillon (apports de 1700 m³/an), St-Vallier (aucun apport), Bourg-lès-Valence (aucun apport sauf le Mialan en limite aval / 1 700 m³/an) dont les faibles capacités restent supérieures aux rares apports ;
- Cas du Vieux Rhône de Montélimar (18-MON) qui a une capacité de 20 000 m³/an (10 000 m³/an dans sa partie aval), mais ne bénéficie que de 3 500 m³/an d'apports (Conche, Ardèche) ;
- Cas du Vieux Rhône de Donzère (19-DZM) qui a une capacité de charriage de 30 000 m³/an (10 000 m³/an dans sa partie aval), mais ne bénéficie que d'au maximum 2 000 m³/an d'apports dans sa partie amont (si les dragages du Laveyzon lui sont restitués) ;

Ce type de situation conduit à des déficits de sédiments, est généralement à l'origine d'enjeux écologiques, et peut déclencher des opérations de restauration (cf. Mission 3 et Mission 4).

► **Situation 3 : les apports d'affluents sont globalement en adéquation avec les capacités de charriage du Rhône**

Ce type de situation, comme cela était le cas avant tout aménagement, est finalement extrêmement rare puisqu'il ne concerne quasiment plus qu'un seul affluent, la rivière d'Ain :

- L'Ain (10-ALY) apporte donc un flux de charriage de 30 à 40 000 m³/an qui se déverse dans la retenue du barrage de Jons, mais cet ouvrage étant transparent et les fosses d'extractions du canal de Miribel étant comblée, la charge de fond peut poursuivre sa course jusqu'à l'entrée de Lyon (où elle déclenche des enjeux de sûreté et d'usages socio-économiques).
- Dans une certaine mesure, les apports du Guiers (500 m³/an) sont en phase avec la capacité de charriage du RCC de Brégnier-Cordon (07-BRC), mais ces volumes sont faibles et produisent des effets limités sur la morphologie du Vieux Rhône.

Dans la Situation 3, au-delà de l'adéquation entre les apports sédimentaires et les capacités de charriage, la continuité sédimentaire est favorisée par la transparence des barrages de retenues.

A ce titre, l'ouvrage de Jons (10-ALY) est remarquable car il ne nécessite aucune opération de dragage dans la retenue. Pourtant, pour ce barrage qui a été le premier ouvrage construit sur le Rhône français en 1937, après la mise en service de l'usine de Cusset en 1899, les apports sédimentaires sont les plus significatifs du linéaire : en effet, les flux grossiers hors sables sont de 30 à 40 000 m³/an (en très grande partie en provenance de l'Ain) et les apports en sédiments fins sont en moyenne annuelle de 0,73 Mt/an (en grande partie en provenance de l'Arve et du Fier).

Dans les facteurs pouvant expliquer cette transparence sédimentaire, peuvent être listés des facteurs extraits des analyses précédentes : faible perte de charge du barrage pour Q2, faible longueur de remous, absence de navigation et de contrainte de vitesse d'écoulement, anciens aménagements type Girardon au sein de la retenue qui favorisent le transit, fréquents déversés au barrage du fait d'un niveau d'équipement hydroélectrique équivalent au module.

Chaque critère précédent a son importance et ne peut expliquer à lui seul l'efficacité du transit sédimentaire. C'est ainsi la somme des différents facteurs qui est efficace et qui rend l'ouvrage totalement transparent aujourd'hui.

Figure 13 : Profil en long des flux de transport solide par charriage et MES

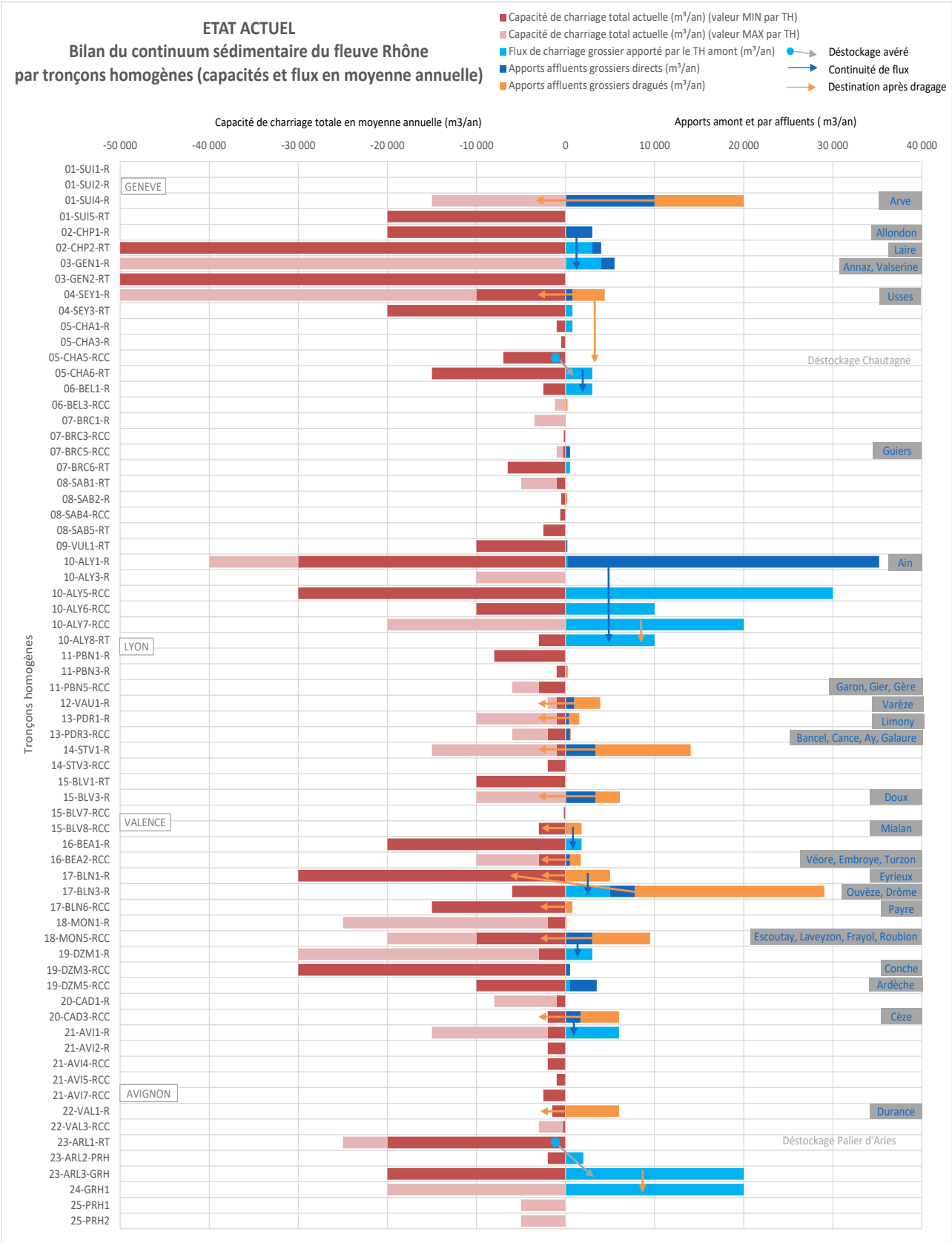
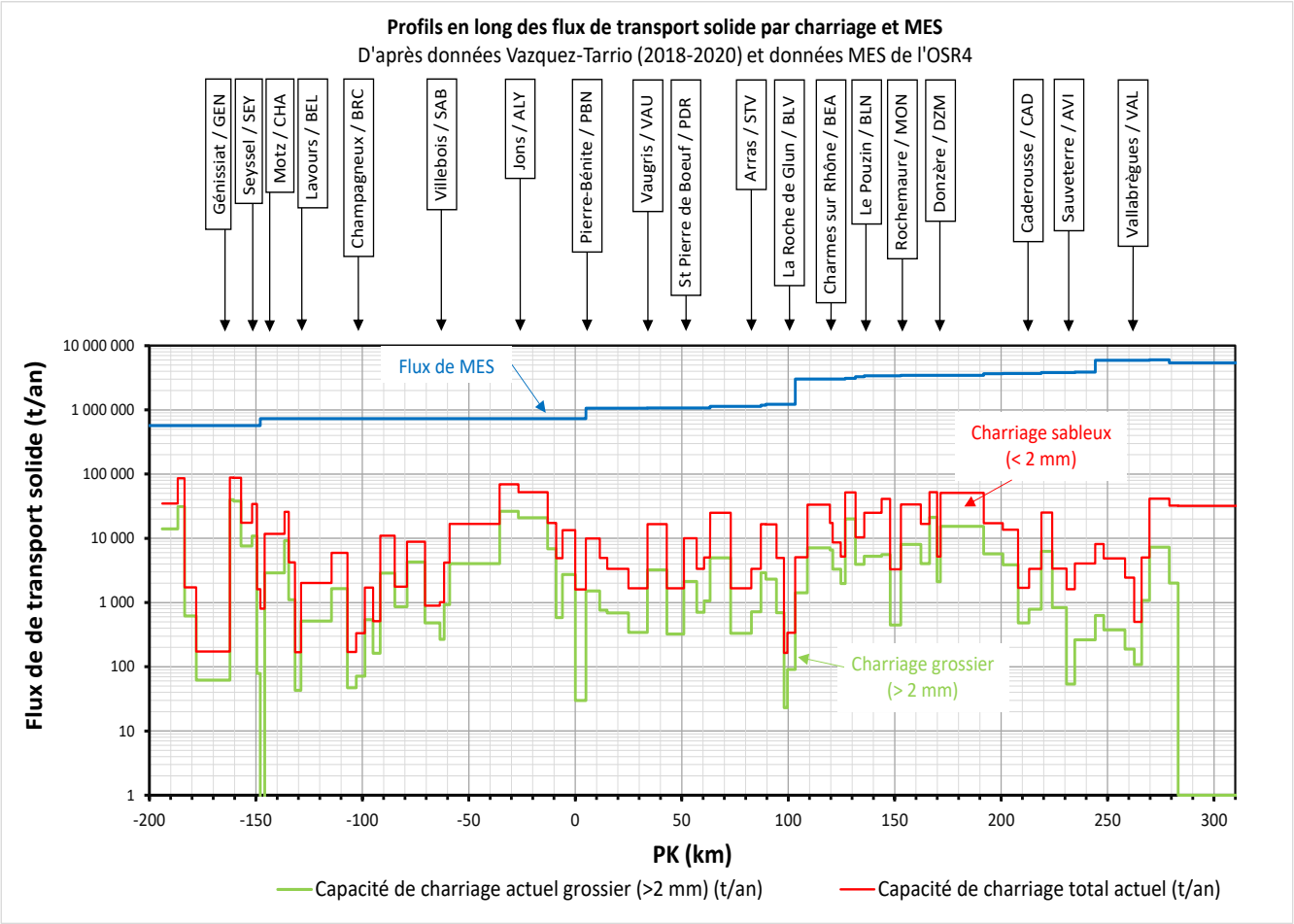


Figure 14 : Bilan du continuum sédimentaire du fleuve Rhône par tronçons homogènes en moyenne annuelle (capacité en charriage total et flux grossiers)

2.4 Mission 3 : Synthèse des enjeux

2.4.1 Synthèse des enjeux écologiques

► Les milieux naturels aquatiques, humides et terrestres

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 19^{ème} 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 îlons, 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, popucultures, 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 lenticues 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 enjeux faunistiques et floristiques

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 guépier 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.

► Zoom sur les peuplements piscicoles

Les peuplements piscicoles sont 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 18^{ème} 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'aloise 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 pontes graveleux) et psammophiles (support de pontes 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).

En synthèse, les milieux naturels du fleuve bien qu'altérés par les différents aménagements réalisés jusqu'à aujourd'hui 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 écologiques tels que les réserves naturelles nationales et régionales, les sites Natura 2000, les ZNIEFF de type 1 et 2, les APPB, les inventaires de zones humides, mais également des obligations en termes de continuité biologique et corridors écologiques. Rappelons que dans ces périmètres en fonction du type de périmètre, les milieux naturels, la faune et la flore ne doivent pas être altérés). Dès lors, des procédures réglementaires de différents types sont nécessaires pour toute atteinte à ces espèces et milieux.

Parmi ces secteurs, les plus intéressants du point de vue écologique sont ceux où la dynamique alluviale est la moins perturbée permettant la création régulière et le rajeunissement de formes pionnières sédimentaires (bancs alluviaux, grèves) qui sont à l'origine de la dynamique d'évolution de la végétation, donc des différents habitats naturels et espèces du Rhône. Le maintien et la conservation de la biodiversité liée à cette diversité d'habitats aquatiques et terrestres en lien avec les sédiments est donc étroitement dépendante de ces formes sédimentaires, c'est-à-dire des processus naturels ou plus artificiels qui les conditionnent.

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.

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.**

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).

2.4.2 Synthèse des 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

Les enjeux de sûreté des ouvrages 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 non protégés 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 protégés 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 aval du Pont de la RD1086.

► 3/ Les enjeux de sûreté-sécurité nucléaire

Les enjeux de sûreté-sécurité nucléaire portent sur les 4 CNPE de la vallée du Rhône : Bugey, St-Alban, Cruas-Meyssse, 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

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.

2.4.3 Synthèse des 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

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 dénivélé) 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 connaît 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 franchise 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, diffifluence, 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.

		NATURE DES SEDIMENTS					
		GRAVIERS		SABLES		FINES	
ENJEUX	ECOLOGIE	<div>+++</div> Style fluvial Habitats aquatiques lithophiles (granulométrie, faciès, frayères, épaisseur matelas alluvial) Habitats pionniers Nappe alluviale Autoépuration	<div>−</div> Pavage du lit Infrastructures écologiques (passes à poissons)	<div>++</div> Habitats aquatiques psammophiles (herbiers, granulométrie, frayères) Habitats pionniers Habitats de transition Trait cote (milieux littoraux)	<div>−−</div> Colmatage sableux en milieu lithophile Sédimentation excessive marges ou confluences Végétalisation excessive des milieux pionniers	<div>++</div> Habitats aquatiques vaseux (herbiers, frayères) Exondement et végétalisation des habitats terrestres	<div>−−−</div> Colmatage fin en milieu litho- ou psammophile Sédimentation excessive marges ou confluences Végétalisation excessive des milieux pionniers
	SURETE-SECURITE	<div>+</div> Protection des ouvrages Recharge aquifère AEP	<div>−−−</div> Ligne d'eau barrages de retenue (confluence, queue de retenue) Lignes d'eau en crues (confluence, RCC) Mobilité, érosion ouvrage Prises d'eau CNPE/AEP Accès champ captant	<div>+</div> Trait de cote littoral (érosion, submersion)	<div>−−−</div> Ligne d'eau barrages de retenue (confluence, queue de retenue) Ligne d'eau en crues (confluence, RCC) Fonctionnement ouvrages Prises d'eau CNPE/AEP Fonctionnement ouvrages Prises d'eau CNPE/AEP		<div>−−</div> Ligne d'eau barrages de retenue (confluence, queue de retenue) Fonctionnement ouvrages Prises d'eau CNPE/AEP Colmatage aquifère Polluants
	USAGES SOCIO-ECO-NOMIQUES	<div>+</div> Protection des ouvrages Stabilité du lit au droit d'infrastructures	<div>−−−</div> Navigation (chenal navigable confluence, diffifluence, queue retenue, incision écluse) Hydroélectricité (restitution) Prise d'eau irrigation Rejet EU Mobilité, érosion ouvrage	<div>+</div> Trait de cote littoral (usages littoraux)	<div>−−−</div> Navigation (chenal navigable, garage écluse) Hydroélectricité (ouvrages, marnage) Prise d'eau irrigation Loisirs		<div>−−</div> Navigation (chenal navigable, garage écluse, ports, darses) Hydroélectricité (ouvrages, marnage) Prise d'eau irrigation Loisirs

Figure 15 : Synthèse des rôles positifs et négatifs des sédiments en fonction de leur nature (gravier, sable, fin) et pour chacune des familles d'enjeu (écologie, sûreté-sécurité, usages socio-économiques)

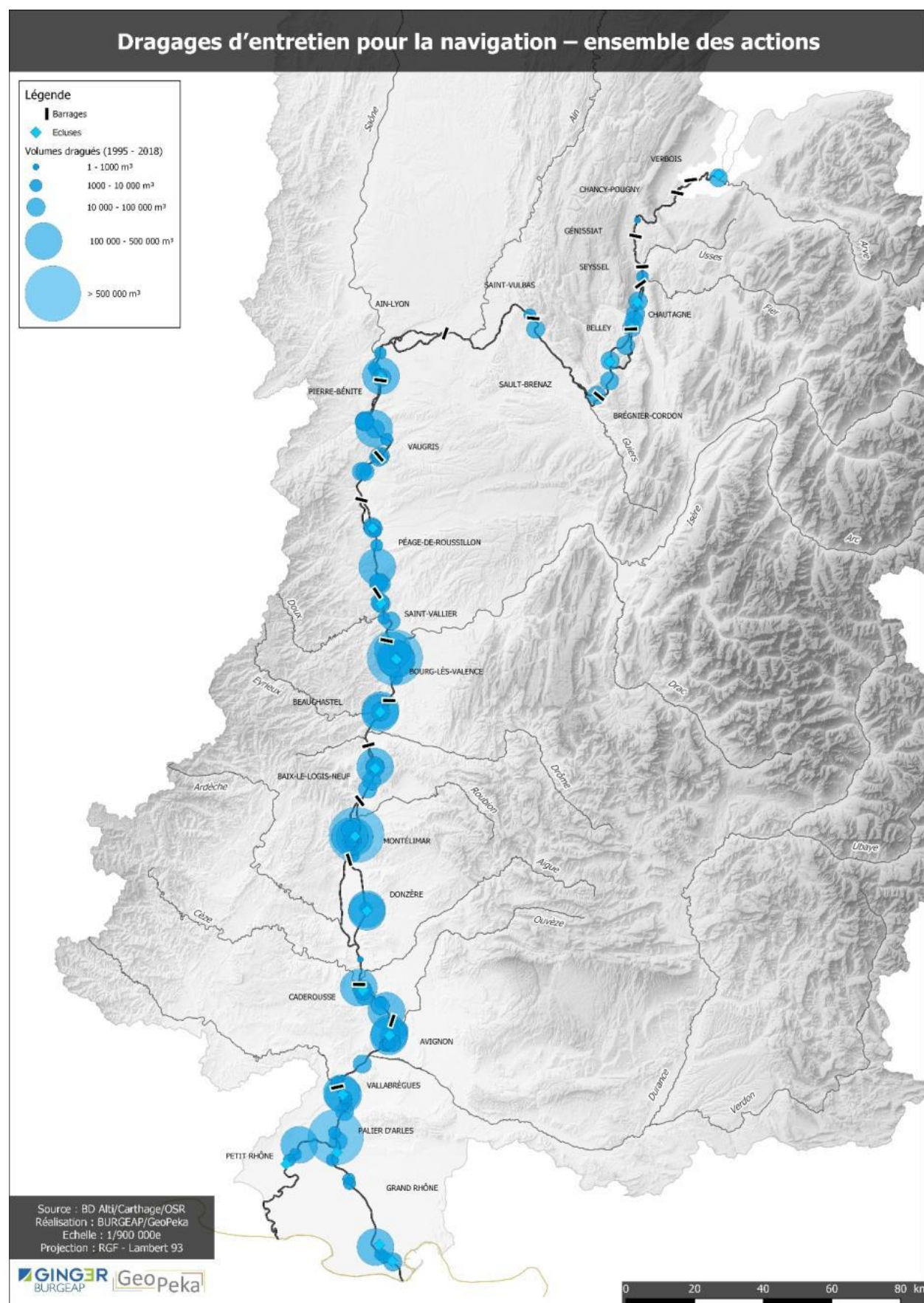


Figure 16 : Synthèse cartographique des sites de dragage pour les enjeux de navigation

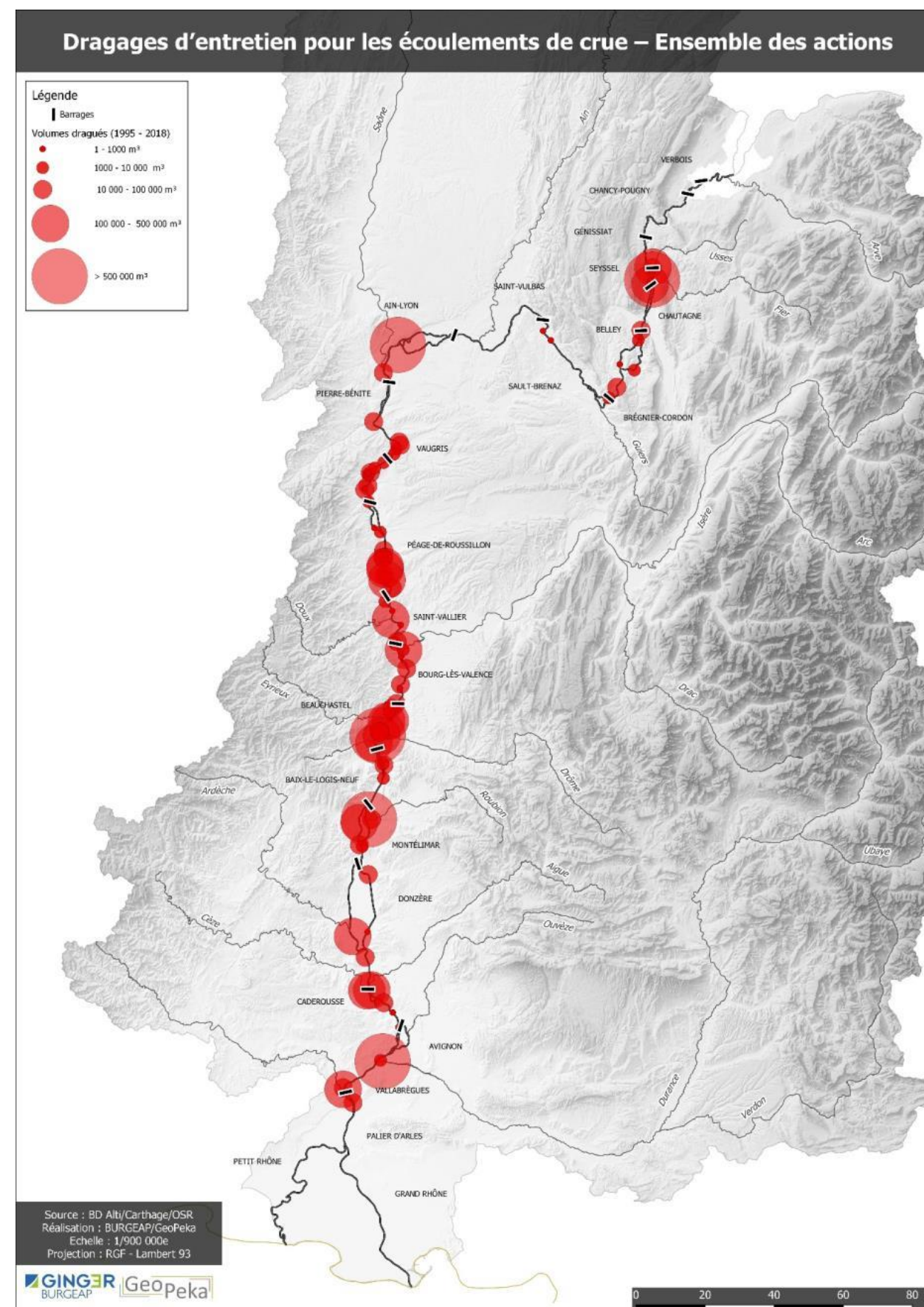


Figure 17 : Synthèse cartographique des sites de dragage pour les enjeux de sûreté-sécurité

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

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'Aire 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).

► 2/ Les enjeux sédimentaires liés à la production d'énergie

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-Meyssse 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

4/ Les enjeux sédimentaires liés aux activités de loisirs

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

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.

2.4.4 Vision globale sur les enjeux

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. Figure 15).

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).

2.4.5 Bilan des Contraintes Techniques Obligatoires (CTO)

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.

Les CTO sont définies comme les obligations nécessaires pour assurer la continuité des usages sur le Rhône. Les CTO sont liés aux aménagements réalisés pour les usages spécifiés : la navigation, l'hydroélectricité, et la protection contre les inondations.

Ainsi, pour chaque usage spécifié, le gestionnaire/concessionnaire doit respecter les conditions nécessaires liées au fonctionnement hydrosédimentaire spécifiées dans le cahier des charges de la concession.

Pour la navigation, le gestionnaire/concessionnaire, doit respecter les CTO suivantes pour assurer la continuité de l'activité :

- Garantir une profondeur minimale/maintenir une ligne d'eau : le gestionnaire doit assurer une profondeur ou une hauteur d'eau suffisante (mouillage) ce qui se traduit le plus souvent par le maintien d'une ligne d'eau constante.
- Rectification, déplacement du tracé du cours d'eau/Chenal de navigation/Rayon de courbure. La géométrie du chenal (en plan) pour la navigation est très contrainte, mais une certaine marge de manœuvre existe entre les paramètres largeur et rayon de courbure. Ainsi un rayon de courbure plus court nécessite une largeur plus importante. Ces contraintes sont plus ou moins faciles à satisfaire selon la taille et l'importance/morphologie du cours d'eau. Le drainage des sols s'est très souvent accompagné, au minimum, d'un recalibrage du cours d'eau, voire d'une rectification.
- Blocage lit mineur. Le CTO n'est pas indispensable à la navigation. Cependant, comme le fleuve doit passer sous des ponts et dans des écluses, la marge de divagation au niveau des ouvrages de navigation est presque nulle.

Par ailleurs, les enjeux permettent d'identifier que les CTO à respecter peuvent différer d'un lieu de navigation à un autre. Le Tableau 3 ci-dessous présente une synthèse des CTO à respecter pour chaque lieu de navigation.

Tableau 4 : Contraintes techniques obligatoires pour la navigation

Lieu de navigation	Obligation technique nécessaire à la navigation
Navigation dans le chenal navigable (tout linéaire)	<ul style="list-style-type: none"> hauteur de mouillage largeur de chenal de navigation
Navigation dans le chenal navigable (spécificité des retenues)	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> hauteur de mouillage manœuvrabilité des écluses
Accès aux ports, darses, bassins de retournement, embouquement	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> hauteur de mouillage

Pour la production d'énergie, plusieurs technologies sont utilisées sur le Rhône pour produire de l'énergie, à savoir l'hydroélectricité, les centrales nucléaires, et les énergies renouvelables (par exemple l'énergie éolienne, et l'énergie solaire). Cependant, les CTO ne sont appliquées que pour des utilisations spécifiques, en l'occurrence pour l'hydroélectricité.

Le gestionnaire/concessionnaire doit respecter les CTO suivantes pour assurer la continuité de l'activité :

- La production d'hydroélectricité** est basée sur la notion de puissance électrique qui est fonction d'un débit, d'une hauteur de chute et du rendement des turbines installées. Par la suite, le gestionnaire/concessionnaire doit garantir un certain débit et une certaine hauteur de chute.
- Fort marnage saisonnier sur les retenues.** En effet, cette contrainte et liée à la mise en réserve de la ressource pour la production d'hydroélectricité en période de forte demande énergétique (hiver ou été) ou de soutien d'étiage.

En outre, les enjeux analysés permettent d'identifier que les CTO à respecter peuvent différer d'un lieu de production d'énergie à l'autre. Le Tableau 4 ci-dessous présente un résumé des CTO à respecter pour chaque lieu de production d'énergie hydroélectrique :

Tableau 5 : Contraintes techniques obligatoires pour la production d'énergie

Lieu de production d'énergie	Obligation technique nécessaire à la production d'énergie hydro-électrique
Hydroélectricité (spécificités communes)	<ul style="list-style-type: none"> Répartition des débits à la prise d'eau du canal d'aménée 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 des ouvrages suisses)	<ul style="list-style-type: none"> Tranche utile des réservoirs de Chancy-Pougny (1,50 m) et Verbois (0,70 m) Tranche utile dans le Lac Léman
Hydroélectricité (spécificités Génissiat)	<ul style="list-style-type: none"> Tranche utile (5,70 m) du réservoir de Génissiat dans le cadre de fonctionnement par éclusées

Enfin, pour la sûreté des ouvrages, la protection contre les inondations et la mobilité du lit, le gestionnaire/concessionnaire a deux CTO principales à respecter :

- Blocage lit mineur.** L'étréot endiguement était destiné à canaliser les crues et a, en fait, supprimé toutes les divagations possibles du lit mineur.
- Limitation du champ d'expansion de crues.** Le principe est de limiter la capacité de débordement.

On notera que les autres usages (AEP, irrigation, CNPE, loisirs, etc.) ne sont pas identifiés comme des usages spécifiés et ne sont pas l'objet de contraintes techniques obligatoires (CTO) alors qu'il pourrait exister des formulations pour ces usages d'après l'Annexe 5-2 de l'Arrêté du 25 janvier 2010 :

- Marnage faible court terme et marnage faible saisonnier** : CTO liée à une activité de stockage de la ressource (AEP, irrigation, hydro-électricité).
- Volume utilisable** : CTO liée à une activité de stockage de la ressource (AEP, irrigation, hydroélectricité, soutien d'étiage).

Le Tableau 5 ci-dessous fait le bilan des contraintes techniques obligatoires présentes sur le Rhône.

Tableau 6 : Contraintes techniques obligatoires pour la production d'énergie

Usage \ CTO	Garantir une profondeur minimale / maintenir une ligne d'eau	Rectification, déplacement du tracé du cours d'eau / Chenal de navigation/Rayon de courbure	Blocage lit mineur	Garantir un débit et une certaine hauteur de chute	Fort marnage saisonnier sur les retenues	Limitation du champ d'expansion de crues
Navigation	x	x	x			
Production d'hydroélectricité				x	x	
Protection contre l'inondation			x			x

2.5 Mission 4 : Retour d'expérience des actions de gestion et de restauration

2.5.1 Les opérations de gestion sédimentaire

Vision globale

Les opérations de gestion sédimentaires sur le fleuve Rhône peuvent se décliner en 3 grands types d'opérations : les chasses ou accompagnements de chasses, les dragages, les opérations de gestion terrestres (essartage, charruage).

Au final, compte tenu du rôle des ouvrages dans le fonctionnement hydrosédimentaire et des nombreux usages et enjeux de sûreté impactés, de très nombreuses opérations de gestion sédimentaire sont nécessaires :

- Des opérations de chasses et de mise en transparence d'ouvrages.** Il s'agit en particulier des opérations de chasse suisses et d'accompagnement de ces chasses sur le Haut-Rhône (APAVÉR), 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. 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 / données 2019), 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.

Sur certains affluents, il existe des mesures de gestion sédimentaire visant la mise en transparence d'ouvrages hydroélectriques, et ce sont essentiellement les chasses de la basse Isère qui ont des répercussions sur la gestion sédimentaire du Rhône. Pour les autres principaux affluents (notamment l'Arve, le Fier, l'Ain, la Durance), les mesures de gestion courante par chasse ou mise en transparence ne sont pas de nature à influencer sur le fonctionnement sédimentaire du Rhône – ce qui n'écarte pas le fait que leur bassin versant ait été fortement aménagé (extractions, endiguements, retenues hydroélectriques, etc.) au point de réduire drastiquement leurs apports sédimentaires au Rhône (cf. rapport de Mission 2).

Dans les UHC situées en aval des opérations de chasse ou d'accompagnements de chasse (05-CHA à 08-SAB pour le Haut-Rhône ; 15-BLV et unités aval pour la confluence Isère), des dragages sont régulièrement nécessaires car les apports concentrés des opérations viennent se cumuler avec les phénomènes de dépôts déjà présents suite aux crues.

- Des opérations de dragages sur les sites qui accumulent des sédiments** : il s'agit du principal mode de gestion sédimentaire utilisé sur le Rhône ; en effet, on compte 263 sites actifs de gestion sédimentaire sur la période 1995-2018, avec 947 opérations, soit environ 40 opérations par an, avec une part prépondérante des actions portées par la CNR (91 % des volumes). Aux 263 sites précédents, il peut être ajouté 38 sites ayant fait l'objet de dragages avant 1995, ou identifiés dans les plans de gestion et sans action à ce jour. Les autres maîtres d'ouvrage sont EDF, VNF, COGEMA, SIG de Genève, et une dizaine de maîtres d'ouvrage locaux (collectivités dont Grand Lyon, syndicat d'irrigation, entreprises, etc.).

Le volume total géré sur 1995-2018 s'élève à 20,3 hm³ ou millions de m³ (soit 847 478 m³/an), avec une moyenne de 21 478 m³ par opération (valeur médiane : 7 862 m³) ; 10% des dragages ont un volume supérieur à 50 000 m³ ; 20% des dragages ont un volume inférieur à 1 000 m³. La part des matériaux grossiers, qui est appréciée qualitativement (galets, graviers), est globalement de 30,7 % alors que la part des sédiments fins (limon, sables, éventuellement petits graviers) est de 69,3 %. Sur l'ensemble des opérations, 36,5 % des dragages comportent des sédiments grossiers ; 75,5% des dragages comportent des sédiments fins, et les opérations mixtes (grossiers et fins) portent donc sur 12 % des opérations.

Le volume dragué en sédiments grossiers est globalement en baisse : en effet, sur 1995-2018, la moyenne annuelle est de 587 232 m³/an. Elle était de 675 561 m³/an sur 1995-2006 et elle est passée à 499 202 m³/an sur 2007-2018, avec une part de sédiments réinjectée en forte augmentation (moins de 40 000 m³/an gérés à terre depuis 2011).

La plupart des UHC sont concernées par les dragages. Sur les 263 sites, 55 sont situés sur le Haut Rhône (01-SUI à 10-ALY) (15% en volumes), 84 sur le Rhône moyen (11-PBN à 15-BLV) (23% en volumes), 109 sur le Bas Rhône (16-BEA à 22-VAL) (52% en volumes), 15 dans le delta du Rhône (23-ARL à 25-PRH). Le Rhône moyen concentre donc plus de la moitié des interventions.

Le coût total des opérations – pour celles qui sont renseignées (787 opérations, 17,1 hm³) – est de 120,4 M€HT sur 1995-2018. Ce chiffre peut être réévalué à 142,9 M€HT en extrapolant sur le volume total (20,3 hm³), soit environ 5,9 M€HT/an, et pour un coût moyen de 7 €HT/m³.

- Des opérations de gestion terrestre par essartage et charruage du lit du Rhône**, en particulier dans les portions de Rhône court-circuités. Ces actions sont menées à l'échelle de bancs actifs ou hérités, ainsi que dans d'anciens casiers Girardon. Pour ces opérations, il n'existe pas de base de données sur les superficies ou les coûts induits, mais une approche a pu être menée qualitativement : elle montre que 2/3 des UHC sont concernées par ce type d'action, avec une gradation entre des UHC nécessitant de fréquentes et larges interventions à l'échelle du tronçon court-circuité (05-CHA, 19-DZM), et des UHC concernées seulement par quelques bancs ou casiers résiduels et non boisés. Des réflexions sont en cours pour mieux intégrer les enjeux écologiques dans cette gestion.

Ces opérations de dragage sont rendues nécessaires par l'émergence d'enjeux qui résultent d'une combinaison entre le fonctionnement hydrosédimentaire et des facteurs de vulnérabilité : les obligations de la concession, des facteurs socio-économiques complémentaires, des facteurs écologiques. Sur le plan sédimentaire, ce sont avant tout les événements hydrosédimentaires qui déclenchent des enjeux (crues du Rhône, crues isolées de ses affluents, APAVER et accompagnement CNR).

Le tableau ci-dessous récapitule les facteurs de déclenchement des opérations de gestion sédimentaire, les motifs utilisés dans la base de données et dans les fiches UHC, ainsi que les techniques utilisées.

Tableau 7 : Récapitulatif des motifs d'intervention et des mesures de gestion sédimentaire

Facteurs de déclenchement de dragage		Motif utilisé dans la base de données	Chasse / mise en transparence	Dragage	Essartage / charruage
Obligations des concessions	Maintien de la profondeur du chenal de navigation	Navigation	-	OUI	-
	Entretien des profondeurs nécessaires à l'évacuation des crues	Ecoulement des crues	(OUI)	OUI	OUI
	Entretien des ouvrages de la concession	Exploitation	OUI	OUI	(OUI)
Facteurs socio-économiques complémentaires	Prélèvement (CNPE, captages, etc.)	Prélèvement	-	OUI	-
	Base nautique, loisirs, etc.	Environnement / Autres motifs	-	OUI	-
Facteurs écologiques	Passes à poissons, confluences		-	OUI	-

Synthèse de la base de données sur les dragages

Pour les actions de dragages, une base de données a été construite sur la base des données CNR et des autres maîtres d'ouvrage ; elle permet de réaliser une analyse fine :

- Par grands secteurs**, on peut noter les tendances suivantes :
 - sur le Haut-Rhône** en amont de l'Ain, les motifs d'intervention sont avant tout liés à l'écoulement des crues, notamment sur Chautagne (05-CHA) avec en particulier les dragages dans la retenue de Motz au niveau de la confluence avec le Fier (39 035 m³/an en moyenne), et Seyssel (04-SEY) concerné notamment par les dragages à la confluence des Usses (10 906 m³/an). Sur Génissiat (03-GEN), les dragages sont liés aux conditions de sûreté et d'exploitation à proximité du barrage.

Sur les autres unités (06-BEL, 07-BRC, 08-SAB), les opérations sont liées à la navigation de plaisance (dragage des écluses et du chenal), tout comme sur Chautagne (1 480 à 6 160 m³/an), et on y retrouve des actions moindres liées à l'écoulement des crues. En aval de l'Ain, les actions sont liées à l'écoulement des crues (fosse de la Feyssine) et aux prélèvements d'eau (champ captant AEP de la Métropole de Lyon / 10-ALY) ;
 - sur le Rhône moyen**, les enjeux sont liés à la navigation et aux écoulements en crues, avec Bourg-lès-Valence qui se détache nettement pour la navigation (ex : dragage des garages à écluses sous l'influence des apports sablo-limoneux de l'Isère ; 73 864 m³/an) et l'écoulement des crues (ex : confluences Isère, Doux ; 24 577 m³/an), tout comme sur St-Vallier (écoulement des crues au niveau des nombreuses confluences ; 37 211 m³/an) ;
 - Sur le Bas Rhône**, la part des actions liées à l'écoulement des crues est toujours importante, surtout sur Beauchastel (16-BEA), Baix-Le-Logis-Neuf (17-BLN), Montélimar (18-MON) et Vallabrègues (22-VAL) (35 702 à 67 691 m³/an) en particulier au niveau des confluences et des Vieux Rhône de Beauchastel et Montélimar ; les dragages motivés par la navigation représentent toujours au minimum 17 000 m³/an, y compris sur les unités aval de Donzère-Mondragon (19-DZM), Caderousse (20-CAD) et Avignon (21-AVI), et jusqu'à 43 515 m³/s sur Montélimar du fait notamment des enjeux du port Lafarge-Ciments. Le motif " prélèvement " déclenche les dragages pour les CNPE (Cruas-Meysse et Tricastin) ;
 - Sur le Delta**, la part liée à la navigation reste importante et exclusive, notamment sur la diffluence Petit Rhone / Grand Rhône (23-ARL)
- Avec une entrée chronologique sur la période 1995-2018**, les grandes tendances sont les suivantes :
 - Il existe de grandes disparités selon les années** sur le volume annuel dragué (1996-2018). La moyenne des volumes est de 733 230 m³/an, avec un minimum de 231 530 m³/an et un maximum de 1 231 172 m³/an (écart-type de 260 000 m³/an). Cette variabilité est à mettre en relation avant tout avec l'hydrologie et avec l'occurrence d'opérations à volume important : la moyenne annuelle est dépassée sur les périodes 1995-1999 et 2003-2004 (qui peuvent être reliées avec les grandes crues de 1993-1994 et 2002-2003), et sur la période 2014-2015 qui a connu une forte hydrologie moyenne et une chasse sur la basse Isère ;
 - Il n'existe pas de tendance globale** à la baisse ou à la hausse des volumes dragués depuis 1995, malgré l'absence de crue majeure depuis 2003 ;
 - L'année 1995** (exclue des données précédentes) a été exceptionnelle en volume : le cumul annuel est de 3 475 168 m³, soit 4 fois supérieur à la moyenne, et 3 fois supérieur au deuxième maximum (1 231 172 m³ en 1996) ; le volume moyen par opération est multiplié par 3 (66 830 m³), attestant de plusieurs opérations d'entretien à volumes importants, mais également de quelques extractions ;
 - Depuis 1996, la part des actions de la CNR** reste prépondérante (91%), avec une part complémentaire correspondant aux CNPE (EDF), à VNF et aux SIG de Genève (données partielles). De nouveaux acteurs apparaissent tels que la Métropole de Lyon et d'autres maîtres d'ouvrage locaux, mais il s'agit aussi d'un biais lié au fait que les volumes de ces maîtres d'ouvrage sont connus pour les années les plus récentes ;
 - En ce qui concerne le devenir des sédiments**, 87,8 % des volumes sont restitués au Rhône, et le reste est réutilisé ou valorisé à terre, l'essentiel de ces derniers matériaux étant grossier (98% des sédiments fins sont restitués au Rhône). On note une tendance marquée à la baisse, surtout depuis 2011, des volumes dragués et gérés à terre : près de 100 000 m³/an sur la période 2001-2011, abaissé à moins de 40 000 m³/an depuis 2011. Ce dernier volume s'explique essentiellement du fait de deux

opérations : dragage de la confluence Drôme en 2016 et dragage du Vieux Rhône en 2018, c'est-à-dire pour des enjeux de sûreté (hydraulique / AEP) ;

- **Avec une entrée par les motifs d'intervention**, plusieurs conclusions peuvent être exprimées :
 - **Pour l'ensemble des actions de la période 1995-2018 (847 478 m³/an en moyenne)**, la navigation et les écoulements de crues sont les premiers motifs d'intervention, à hauteur de 45,9% et 45,8% respectivement. Viennent ensuite, loin derrière, l'exploitation hydroélectrique (3,8%), les prélèvements (3,5%), puis les autres motifs (écologie, tourisme, loisirs, etc.) (0,9%) ;
 - **Pour la navigation** (389 236 m³/an ; 106 sites sur 263, 421 opérations sur 947 sur 1995-2018), les dragages ont logiquement lieu dans les garages d'écluse, chenaux navigables et retenues. Les autres ouvrages incluent les quais, appontements, halte fluviales, darse, et petits équipements de navigation.
 - 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, avec d'autres maxima observés à Montélimar (18-MON) et au Palier d'Arles (23-ARL) ;
 - Les garages d'écluse, sachant qu'il existe 17 systèmes d'écluse sur le Rhône et 3 sur les canaux secondaires connectés au Rhône, comptabilisent la majorité des sites dragués avec 233 767 m³/an en moyenne sur 33 sites, également avec une très grande majorité en aval de la confluence de l'Isère (15-BLV et UHC aval jusqu'à 19-DZM comprise), puis en aval de la confluence de la Durance (22-VAL et UHC aval) ;
 - Les chenaux navigables et les retenues, sachant que la voie navigable porte sur 417 km au total, dont 310 km sur le Rhône aval, représentent 51 sites d'intervention et un volume moyen de 132 545 m³/an ; plusieurs Vieux Rhône déclenchent des dragages pour la navigation : RCC de Montélimar (chenal Lafarge / 18-MON), bras d'Avignon (port du Pontet / 21-AVI)
 - Les autres ouvrages (darses, halte fluviale, quais, port, etc.) représentent 19 sites d'intervention et une moyenne de 19 430 m³/an ;
 - Les confluences comptent peu de sites dragués pour la navigation (Arve, Gier ; 3 458 m³/an en moyenne) car l'essentiel des confluences est d'abord géré pour l'écoulement des crues.
 - **Pour l'écoulement des crues** c'est-à-dire à la fois pour des enjeux de sûreté des ouvrages et des risques d'inondation ou d'érosion pour des enjeux riverains (388 151 m³/an ; 93 sites sur 263, 334 opérations sur 947 sur 1995-2018), les dragages ont lieu en très grande partie (2/3 des volumes) au niveau des confluences des affluents :
 - **En effet, 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**, lorsque la revanche de sûreté des systèmes d'endiguement n'est plus assurée (17 sites, 94 110 m³/an) ;
 - **Les autres localisations concernent 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.
 - **Pour les enjeux d'exploitation** (32 619 m³/an), les dragages sont de moindre importance par rapport aux opérations précédentes et portent en très grande partie sur la retenue, avec des motifs divers : fonctionnement et sûreté d'un barrage, enlèvement dans une partie non navigable de la retenue (en aval du canal de dérivation), prises d'eau locales, sondes, points de réglage, etc. ;
 - **Pour les enjeux de prélèvement** (30 064 m³/an), les dragages sont également secondaires en volumes et concernent des prises d'eau de CNPE, d'irrigation ou d'eau potable situées dans le Vieux Rhône ou à hauteur d'autres ouvrages ;
 - **Enfin, les autres motifs** déclenchent des volumes limités (7 408 m³/an) qui ne sont pas significatifs : entretien de diverses passes à poissons, réouverture de petites confluences au moment de chasses suisses sur le Haut-Rhône, entretien de bassins de joute, etc.

Sur cette question de motifs d'intervention, on notera, comme décrit dans la Mission 3, qu'un même site pourrait déclencher un dragage pour plusieurs motifs. Par exemple, en général, un dragage à une confluence est nécessaire pour l'écoulement des crues avant qu'il ne présente des enjeux pour la navigation ; un dragage dans une queue de retenue peut être déclenché pour l'écoulement des crues mais également pour la navigation. Aussi, on retiendra que les motifs mentionnés ci-dessus sont les premiers motifs ou motifs prioritaires pour chaque site.

► Bilan des opérations de gestion

En ce qui concerne les actions de chasses et de mise en transparence, le fait de devoir gérer les sédiments qui s'accumulent dans une retenue est indissociable de la pérennité même de l'ouvrage et de la maîtrise des enjeux sûreté-sécurité. Dans les réflexions récentes avec les différents acteurs concernés (EKIUM, 2014 ; EDF-CNR, 2018), les analyses ont porté sur le fait de procéder à des chasses ou à des dragages, et ont montré qu'il y avait un avantage technico-économique à privilégier les chasses (ou mises en transparence, lorsque cela est possible). Par exemple pour Génissiat, les volumes à gérer par dragages à l'échelle annuelle serait du même ordre de grandeur que toutes les opérations de dragage de la vallée. Avec ces réflexions et leur début de concrétisation (APAVR 2016 sur le Haut-Rhône, depuis 2018 sur la basse Isère), les protocoles de chasse, d'accompagnements de chasses, et de gestion des périodes inter-chasses se sont significativement améliorés tant dans la gestion du stock sédimentaire de la retenue que dans les conséquences en aval (comblement des retenues, enjeux écologiques, enjeux sûreté-sécurité, enjeux socio-économiques). Il n'en demeure pas moins que les apports en MES et sables lors des chasses ou accompagnements de chasses sont très significatifs par rapport aux flux moyens annuels du fleuve, et que la gestion la plus conservatrice consiste à optimiser la fréquence des opérations, afin de limiter les volumes sédimentaires remobilisés par événement.

Les opérations de dragage sont très nombreuses dans la vallée (263 sites actifs sur 1995-2018) ; elles se justifient dès lors qu'un phénomène de dépôt n'est plus compatible avec l'un des enjeux présents sur le site (navigation, écoulements des crues, exploitation, prélèvement, etc.). Les interventions concernent tout autant les enjeux sûreté-sécurité (confluences, queues de retenue), que les enjeux socio-économiques de différentes importances (chenaux de navigation, garages d'écluse, prélèvement AEP ou CNPE, mais aussi rampes à bateau, échelles limnimétriques etc.). Les opérations de dragage motivées par l'enjeu écologique sont progressivement devenues des opérations de restauration de îlons ou de marges alluviales (cf. §.2.5.2), et ne concernent plus aujourd'hui que quelques opérations d'entretien courant de passes à poissons ou de confluences.

En l'état, chaque action de dragage, par définition, n'est pas pérenne tant qu'il existe un point de discontinuité sédimentaire et des apports sédimentaires provenant de l'amont. Chaque opération nécessite donc d'être renouvelée de façon plus ou moins régulière : 106 sites sur 263 au total sur le fleuve n'ont fait l'objet que d'une seule intervention sur 1995-2018. Le statut de chaque site est très dépendant des apports sédimentaires et des phénomènes de transport (APAVR, chasse sur affluent, événements de crues du Rhône ou d'un affluent). Compte tenu des volumes de fines gérés, qui sont très inférieurs aux flux annuels du Rhône (1,6% en moyenne par UHC, au maximum 6,3 %), chaque action dans une UHC donnée a assez peu d'impact sur les sites de l'UHC aval : un site de dragage va (re-)sédimer avant tout du fait des MES (et des sables) apportés naturellement par le Rhône, notamment lors des crues, plutôt que par les opérations de dragages réalisées en amont.

Devant cette logique de renouvellement des opérations, la réflexion amène à soulever plusieurs interrogations pour l'avenir. Le renouvellement de ces opérations est-il inéluctable ? : les critères et seuils de déclenchements des dragages peuvent-ils être assouplis afin d'en diminuer la fréquence ? une reconfiguration d'un site peut-elle supprimer le dragage ou tout au moins réduire les volumes et/ou la fréquence des interventions ? comment gérer les confluences dans la durée compte tenu des enjeux écologiques et de l'application de la séquence ERC ? la vulnérabilité des usages concernés, des biens et des personnes exposés peut-elle être adaptée ?

Au-delà de ces questions, sur le plus long terme, quelles vont être les conséquences du changement climatique sur les apports sédimentaires et comment vont évoluer les apports des affluents, à la baisse pour certains (Ain) ou peut-être à la hausse pour d'autres suite aux comblements des zones d'extraction (Arve, Gardon, Durance, etc.).

Enfin, quelles que soient les tendances précédentes, quelle continuité sédimentaire est à rechercher à l'échelle globale du Rhône, sachant que le fleuve n'a jamais été en mesure, depuis la dernière période glaciaire, d'assurer la continuité d'une particule de gravier sur tout son cours entre l'Arve et la Méditerranée ? en effet, jusqu'au 19^{ème} siècle, plusieurs secteurs étaient naturellement des points de rupture de la continuité sédimentaire : ombilic des basses terres du Dauphiné, zone de tressage et de dépôt de l'île de Miribel Jonage, zone de tressage et de dépôt des îles d'Avignon, delta de la Camargue, etc. De cette réflexion pourra naître une approche globale sur les orientations et le devenir des sédiments dragués, notamment les sédiments grossiers dont la production dans le bassin versant s'est drastiquement abaissée alors qu'ils permettent la structuration du lit alluvial, et le développement des habitats et de la biodiversité qui les accompagne.

Pour les actions d'essartage et de charruage, qui sont marginales en volumes et coûts d'intervention, mais qui font tout de même partie des obligations résultant des concessions, la vocation de renouvellement est également forte, avec des interventions tous les 2 à 5 ans selon les sites. Ces actions, qui ont jusqu'à présent été réfléchies et réalisées avec un objectif principalement hydraulique, entrent dans une réflexion visant à conserver cet objectif hydraulique tout en conciliant les enjeux d'habitats et de biodiversité (réflexion en cours sur le Haut-Rhône). Etant donné la connaissance acquise sur le fonctionnement hydrosédimentaire des Vieux Rhône, il sera possible

d'édicter des propositions d'adaptation des protocoles en fonction 1) du bilan sédimentaire du RCC depuis la mise en eau, 2) des capacités de dépôts et/ou de remobilisation des sédiments, et 3) des apports sédimentaires amont.

Les effets potentiels des actions de gestion énoncées ci-dessus sur la morphologie de l'hydrosystème Rhône, la biologie, les enjeux socio-économiques et de sûreté-sécurité ont été caractérisés dans le cadre de l'élaboration de la typologie des actions de gestion, d'entretien et de restauration sur le Rhône. Ils peuvent être résumés sur les graphiques de la Figure 18.

2.5.2 Les opérations de restauration

► Vision globale

La restauration physique d'un grand fleuve tel que le Rhône constitue un objectif ambitieux en raison de la complexité de l'hydrosystème et de la diversité des acteurs et des enjeux.

Après plus de 30 ans de restauration, les efforts et les résultats obtenus sont significatifs :

- **Relèvement des débits et régimes réservés** entre 1999 et 2014 pour 13 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, 21-AVI, 22-VAL), pour des débits « plafond » correspondant au 1/20 du module, voire plus sur certains ouvrages (Haut-Rhône, PDR). Seul un RCC de linéaire plutôt réduit et de moindre intérêt écologique n'a pas fait l'objet d'une augmentation de débit réservé (08-SAB, 20-CAD) ;
- **Restauration de îlônes et zones humides associées** pour 101 opérations au total réalisées entre 1986 et 2019, portant sur 76 îlônes différentes parmi les 200 îlônes que compte l'espace alluvial du Rhône. Le budget total consacré aux travaux est au minimum de 23,3 M€HT, les coûts étant inconnus ou incomplets pour 29 îlônes sur 76 ;
- **Restauration et reconnexion d'autres types d'annexes que les îlônes** : 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, pour un montant de près de 7 M€HT. Au moins 9 nouveaux projets sont en cours de développement à fin 2020 ;
- **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 en cours de réflexion, sans concrétisation à ce stade, ont été intégrées dans l'analyse :

- **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.**

► Synthèse des enjeux

Au vu des actions de restauration menée, il demeure une question fondamentale : celle de l'efficacité réelle des mesures de restauration qui ont été prises et qui le seront dans le futur, dans un contexte en constante évolution. En effet, les hydrosystèmes fluviaux sont des systèmes dynamiques régis par un ensemble de processus imbriqués qui interfèrent les uns avec les autres. Agir sur leur fonctionnement par des actions de restauration induit de ce fait des cascades d'effets induits par des processus, eux-mêmes engendrés par des conditions non uniformes dans le temps et l'espace. Cette variabilité des contraintes physiques influence fortement les stratégies des organismes et la diversité des communautés biologiques. A l'image de cette complexité de fonctionnement, les objectifs des actions de restauration et leur mise en œuvre sont composites et interagissent.

Dès le Plan Rhône, la restauration des formes des annexes fluviales était associée au relèvement des débits réservés afin d'améliorer leur connectivité au chenal principal, leur auto-entretien et leur capacité d'accueil des biocénoses aquatiques et amphibiens. Certaines actions de réactivation des marges alluviales sont associées à des actions de restauration de îlônes, de récréation de chenaux secondaires avec des interventions d'arasement, de création de brèches dans les ouvrages Girardon afin de rétablir leur connexion avec le fleuve. Enfin, la mise en œuvre d'actions de réinjections sédimentaires est, pour l'heure, nécessairement associée à la disponibilité de matériaux et de leur proximité (contraintes technico-financières). Cette mise à disposition d'un stock de sédiments pour leur réinjection est directement issue de la réalisation d'actions de dragage de sédiments grossiers (action d'entretien et travaux sur barrage dans l'exemple de la réinjection en aval du barrage de Motz sur l'UHC#05-CHA), ou de travaux de réactivation de la dynamique fluviale par démantèlement d'ouvrages Girardon (exemple de la réinjection à l'aval du barrage de Saint-Pierre-de-Bœuf sur l'UHC#13-PDR).

De ce fait, la réalisation d'une typologie des actions de restauration du fleuve Rhône s'est confrontée à cette complexité à la fois dans la construction des catégories, nécessairement schématiques et réductionnistes, et dans leur attribution aux travaux réalisés lors de leur inventaire. Pour autant, la restauration du fleuve Rhône implique la

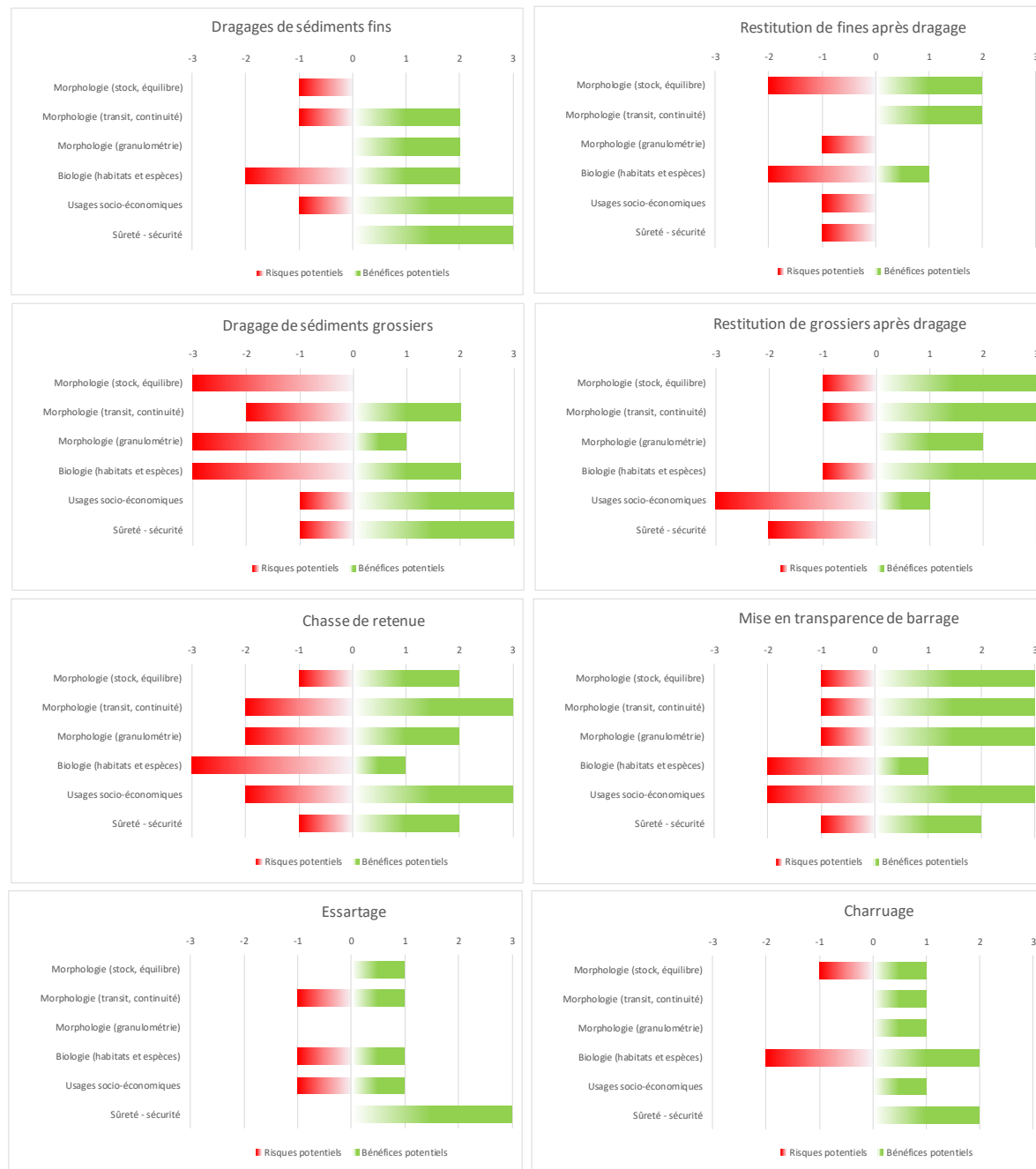


Figure 18 : Caractérisation des effets bruts potentiels des actions de gestion

complémentarité de ces différents modes d'intervention pour atteindre des objectifs ambitieux que ce fleuve, fortement anthropisé, requiert.

Les effets potentiels des actions de restauration énoncées ci-dessus sur la morphologie de l'hydrosystème Rhône, la biologie, les enjeux socio-économiques et de sureté-sécurité ont été caractérisés dans le cadre de l'élaboration de la typologie des actions de gestion, d'entretien et de restauration sur le Rhône. Ils peuvent être résumés sur les graphiques de la Figure 19.

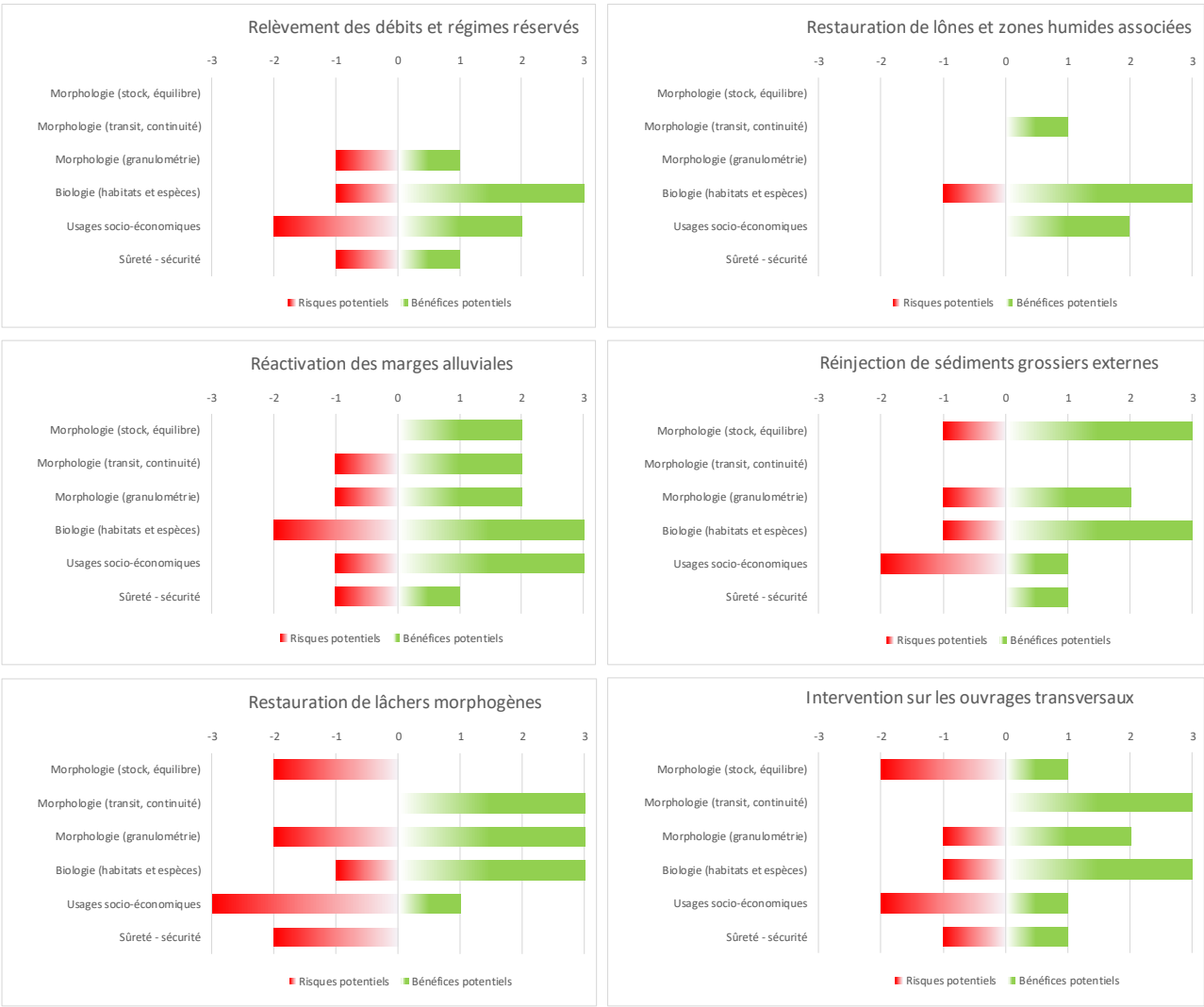


Figure 19 : Caractérisation des effets bruts potentiels des actions de restauration

Ces graphiques illustrent bien les effets bruts en cascade induits par les différents types d'action de restauration, qui peuvent être positifs ou négatifs sur les différents enjeux de gestion, ainsi que leur complémentarité lorsqu'il s'agit d'intervenir sur les stocks et la continuité sédimentaire ainsi que sur la diversité granulométrique. Les effets (risques ou bénéfices) sont analysés de façon brute, avant prise en compte d'une éventuelle logique ERC (Eviter-Réduire-Compenser) qui ne peut être étudiée de façon générique.

2.6 Mission 5 : Retour d'expérience de cours d'eaux internationaux

La Mission 5 consiste à dresser un panorama des pratiques de gestion sédimentaire sur des grands fleuves. A travers des retours d'expériences représentatifs, l'étude réalisée permet de disposer d'un panel de solutions de gestion et de restauration de façon à alimenter la réflexion de Phase 2 pour la construction du schéma directeur.

Le périmètre des cours d'eau européens a été défini comme prioritaire, notamment pour l'accès aux données, sans exclure toutefois les cours d'eau nord-américains. Ce travail a été réalisé en deux étapes :

- Étape 1 : Étude bibliographique pour identifier et sélectionner des cours d'eau similaires au Rhône ;
- Étape 2 : Étude détaillée des pratiques de gestion sur le panel de cours d'eau sélectionnés.

L'étape 1 a permis de sélectionner 3 cours d'eau avec de fortes similarités globales avec le Rhône : le Rhin (France-Allemagne), la Meuse (Belgique-Pays-Bas), le Danube (Autriche, Slovaquie, Hongrie). Par ailleurs, 4 autres cours d'eau complémentaires, peut-être moins similaires mais remarquables sur certains aspects, ont été retenus pour compléter l'analyse. Il s'agit de la Columbia River (USA), de la Durance, de l'Isar (Allemagne), et du Pô (Italie).

L'étape 2 porte une analyse des cours d'eau sélectionnés. Globalement, les analyses suivent le même fil directeur : 1) contexte géographique, 2) Enjeux hydrosédimentaires, 3) Opérations de gestion et de restauration hydromorphologique, 4) Bilan du retour d'expérience, 5) Collecte bibliographique.

La partie 4) Bilan du retour d'expérience comprend les parties suivantes :

- Bilan des acteurs concernés ;
- Synthèse comparative des caractéristiques de cours d'eau :
 - Points communs ;
 - Points de différence ;
- Actions pouvant être utiles à la réflexion sur la gestion sédimentaire du fleuve Rhône :
 - Enjeux de connaissance ;
 - Gestion sédimentaire ;
 - Actions de restauration.

Le Tableau 8 et le Tableau 9 en page suivante synthétisent les éléments de comparaison à retenir de la Mission 5 et qui pourront être utiles pour la Phase 2 du dossier.

Globalement, on retiendra les apports suivants du travail de Mission 5 :

- **Les cours d'eau sélectionnés**, bien que différents du Rhône dont la particularité du contexte et des aménagements se confirme, s'avèrent pertinents et permettent d'approcher des pratiques et des retours d'expérience utiles pour sa gestion sédimentaire, et notamment pour le travail de Phase 2. Même si les tailles de cours d'eau diffèrent, le Rhin et le Danube sont les cours d'eau qui sont les plus proches du Rhône en termes de contexte, d'aménagements et d'usages actuels ;
- **Alors que le Rhône présente essentiellement des situations excédentaires en sédiments** (hormis dans les RCC), les cours internationaux étudiés – dont notamment le Rhin et le Danube – subissent à la fois des excédents et des déficits marqués. La présence de grands secteurs en déficit vient du fait qu'il existe dans ces cours d'eau de grands linéaires courants sans dérivation de débit, localisés entre des secteurs aménagés et segmentés par des retenues. Ces secteurs courants présentent donc une activité sédimentaire importante, ce qui entraîne une incision par érosion progressive sous les barrages amont et des excédents dans les retenues situées en aval (cas du Rhin en aval d'Iffezheim, du Danube en aval de Vienne, etc.). Les secteurs courants sur le Rhône sont rares (amont Génissiat / 03-GEN, aval Sault-Brénaz / 09-VUL, Palier d'Arles / 23-ARL) et ne présentent pas – à ce stade – d'enjeu important de déficit sédimentaire ;
- **Dans les secteurs en déficit précédents, la navigation est souvent un enjeu majeur**. Les voies navigables du Rhin et du Danube, présentent en effet un trafic fluvial d'un tout ordre de grandeur : environ 300 Mt sur le Rhin (soit 2/3 environ du trafic fluvial de l'Europe Occidentale), 40 Mt sur le Danube, pour environ 5 Mt sur le Rhône. Aussi, les phénomènes d'incision ne peuvent être laissés sans intervention

sous peine de dégrader les conditions de navigation et d'inciser les accès aux écluses, ce qui aurait des répercussions majeures sur le transport fluvial. Aussi, les gestionnaires se trouvent dans l'obligation de réaliser d'importantes opérations de réinjection sédimentaire (180 000 m³/an en aval d'Iffezheim sur le Rhin, 235 000 m³/an en aval de Vienne sur le Danube) en transférant des volumes sédimentaires depuis des zones excédentaires. Les tendances futures évoluent même vers des réinjections sédimentaires en boucles fermées : les sédiments sont dragués en aval du linéaire actuel et réinjectés dans la partie amont du linéaire courant après transport sur barge et clapage (cas du linéaire entre Vienne et Bratislava). De telles actions sont intéressantes en retour d'expérience (transport de sédiments, modalités de réinjection, etc.) mais n'ont pas lieu d'être menées sur le Rhône, sauf à l'avenir si des évolutions des secteurs courants devaient être défavorables (Palier d'Arles notamment).

- **Bien que l'analyse n'ait pas quantifié la totalité des actions réalisées** pour chaque cours d'eau international, le Rhône apparaît comparativement comme un cours d'eau qui a fait l'objet de nombreuses opérations de restauration (débits réservés, îlots, marges alluviales, réinjections, zones humides, etc.), et sur une longue période (depuis les années 1990).
- **Pour la plupart des cours d'eau étudiés**, on remarque la volonté de maintenir les sédiments dans le système alluvial, quitte « à faire remonter » les sédiments par la voie navigable (cas de la retenue d'Aschach ou du linéaire en aval de Vienne sur le Danube). Inversement, pour certains projets en lien avec l'usage navigation ou protection contre les crues, le pragmatisme l'emporte. C'est le cas de la Meuse a fait l'objet d'un projet global de restauration très ambitieux (linéaire de plus de 50 km, 150 millions de m³ terrassés) qui n'a pas d'égal ailleurs en Europe, et qui a pu être financé à moindre coût grâce à la valorisation dans les BTP des sédiments issus des déblais nécessaires à la restauration de son espace de bon fonctionnement. Pour l'alimentation des réinjections en aval d'Iffezheim sur le Rhin, il semble qu'une partie des matériaux proviennent d'exploitation de gravières aménagées en zones d'expansion de crue.
- **Les connaissances scientifiques sur le Rhône**, notamment sur le fonctionnement sédimentaire et écologique, sont également d'un très bon niveau, similaires à ce qui est fourni sur le Rhin ou le Danube pour l'aspect sédimentaire, ou sur la Meuse sur le plan écologique. Dans les pistes de progrès pour le Rhône, on peut mentionner les mesures de flux de sables plus complètes sur le Rhin, les mesures granulométriques répétées dans le temps sur le Danube, l'utilisation de modèle physique pour dimensionner les actions de restauration, et l'établissement d'un schéma directeur de gestion sédimentaire (ce qui est l'objet de la présente mission). A ce titre, on notera que le schéma directeur du Danube (Sediment Manual for Stakeholders, Habersack, 2019c) devrait pouvoir inspirer le travail de Phase 2.
- **Contrairement au Rhône, la question de l'atteinte du bon état ou du bon potentiel** n'est pas ou très peu citée pour les cours d'eau étudiés, ce qui explique l'absence de rubrique sur ce sujet. Le schéma directeur du Danube mentionne que les liens entre gestion sédimentaire et objectifs de la DCE, notamment par le fait que les sédiments sont le support de la biologie, mais il ne fait pas de l'atteinte du bon état un objectif du plan de gestion sédimentaire. Au contraire, le volet de la gestion sédimentaire est traité séparément du volet biologique. Le schéma répond avant tout aux préoccupations des gestionnaires pour l'hydroélectricité, la navigation et la protection contre les inondations. Les actions pour l'écologie viennent en complément et s'appuient sur les premières actions afin de composer des projets globaux et intégrés (cas de la restauration du Danube entre Vienne et Bratislava).
- **Enfin, le temps impartis à la Mission 5** a nécessité de laisser de côté certains aspects complémentaires :
 - Les aspects de gouvernance ou réglementaires propres à chaque cours d'eau ;
 - Un regard critique sur les actions qui ne peut être possible qu'à travers une réelle appropriation des études réalisées et des enquêtes menées auprès des acteurs locaux.

Il serait utile de compléter le travail et d'analyser le cadre de gouvernance, la motivation des interventions, les contraintes, le financement des actions, les aspects réglementaires et les éventuelles logiques ERC mises en œuvre.



Figure 20 : Bassins versants des principaux fleuve européens

Source : https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_rivers_of_Europe ; <http://www.danube-culture.org>

Les cours d'eau sélectionnés en analyse détaillée présentent de fortes similarités globales avec le Rhône : le Rhin (France-Allemagne), la Meuse (Belgique-Pays-Bas), le Danube (Autriche, Slovaquie, Hongrie). Par ailleurs, 4 autres cours d'eau complémentaires, peut-être moins similaires mais remarquables sur certains aspects, ont été retenus pour compléter l'analyse. Il s'agit de la Columbia River (USA), de la Durance (affluent du Rhône), de l'Isar (Allemagne, affluent du Danube), et du Pô (Italie)

Tableau 8 : Synthèse des éléments de comparaison pour les 3 principaux cours d'eau (Rhin, Meuse, Danube)

		Cours d'eau prioritaires		
Cours d'eau		Rhin	Meuse	Danube
Pays		Allemagne, France	Belgique, Pays-Bas	Autriche, Hongrie, Slovaquie
Secteur		Entre Bâle et l'aval de Karlsruhe	Entre Maastricht et Nimègue	Entre la confluence avec l'Inn à Passau et la portion court-circuitée en aval de Bratislava (Komárno)
Bilan des acteurs concernés		CIPR, EDF, VNF, WSA	Rijkswaterstaat, Consortium Grensmaas BV, gestionnaires de barrages, Vlaamse Waterweg	Commission du Danube, ICPDR, BMVIT, Via Donau, gestionnaires de barrages
Synthèse comparative des caractéristiques de cours d'eau	Points communs	- des pentes similaires : 0,2 à 1 ‰ pour 0,2 à 0,8 ‰ pour le Rhône ; - des aménagements historiques et enjeux forts pour la navigation et l'hydroélectricité ; - des ouvrages en feston (barrages de dérivation, canaux usiniers) et hydrologie influencée ; - des sections de Rhin total (aval Iffezheim) ; - des flux grossiers diversifiés (fins, sables, grossiers), issus du piémont alpin, avec un grand lac faisant obstacle à la continuité (lac de Constance) ; - des enjeux écologiques forts : zones humides, bras secondaires, continuité écologique, etc. ;	- des pentes similaires : 0,3 à 0,6 ‰ pour 0,2 à 0,8 ‰ pour le Rhône ; - des aménagements historiques et enjeux forts pour la navigation et l'hydroélectricité ; - des ouvrages en feston : barrages de dérivation, canaux de navigation ; - des flux grossiers diversifiés (fins, sables, grossiers), issus de remplissages anciens dans des fossés d'effondrement tectonique ; - des enjeux écologiques forts : zones humides, bras secondaires, continuité écologique, etc. ;	- des pentes similaires : 0,3 à 0,5 ‰ pour 0,2 à 0,8 ‰ pour le Rhône ; - des aménagements historiques et enjeux forts pour la navigation et l'hydroélectricité ; - des ouvrages au fil de l'eau (amont Vienne) similaires à la série Verbois / Chancy-Pougny, Génissiat, Seyssel ; - un ouvrage en feston (Gabčíkovo) avec barrage de dérivation, canal usinier, et hydrologie influencée ; - des sections de Danube total en écoulement libre (Wachau, Est Vienne) ; - des flux grossiers diversifiés (fins, sables, grossiers), issus du piémont alpin ; - des affluents avec forte charge grossière historique, limitée aux fines et au sable ; - des enjeux écologiques forts : zones humides, bras secondaires, continuité écologique, etc. ;
	Points de différence	- un canal de dérivation (Grand Canal d'Alsace) avec 4 ouvrages en série (long canal, long Vieux Rhin) ; - un linéaire de Rhin total et navigable en incision (aval Iffezheim) ; - l'absence d'affluents à charge grossière et/ou nécessitant des interventions lourdes de dragage.	- des canaux de dérivation ne servant que pour la navigation. La Meuse garde une hydrologie en crue non influencée, et les ouvrages hydroélectriques sont installés sur la Meuse en parallèle des canaux ou sur la Meuse totale navigable ; - une absence d'affluents à charge grossière et/ou nécessitant des interventions lourdes de dragage.	- de grands linéaires en débit total et présentant une incision active, y compris en linéaire navigable (Est Vienne) ; - une longue série de 10 ouvrages au fil de l'eau en amont de Vienne.
Actions pouvant être utiles à la réflexion sur la gestion sédimentaire du fleuve Rhône	Enjeux de connaissance	- Bilan des flux de sables par mesures ADCP ; - Transfert de sédiments réinjectés dans une section incisée et chenalisée ;	- Suivi des habitats aquatiques, terrestres, amphibiens, et faune et flore associées. Thèse en cours sur le fonctionnement hydrosédimentaire actuel ;	- Programme de recherche et suivi (Interreg, JDS, etc.), - Panel complet de données sédimentaires ; - Bathymétrie complète et précise ; - Données granulométriques à plusieurs périodes ; - Schéma directeur sur l'ensemble du bassin versant ;
	Gestion sédimentaire	- Gestion des sédiments pollués (site de l'Isseloo) ; - Construction d'ouvrages (type murs déflecteurs) pour limiter le dépôt des sédiments ;	- Mise en transparence d'ouvrages hydroélectriques pour des flux de fines et sables ; - Dragages de fines et sables (voire grossiers) au niveau des points bloquants (Vessem).	- Flux de sédiments fins gérés par chasse et par l'effet des crues (2002, 2013) ; - Sédiments grossiers dragués pour les enjeux de navigation et d'inondabilité, et réinjectés en amont dans la même retenue
	Actions de restauration	- Restauration de zones d'expansion de crues (cas du polder d'Erstein) ; - Bras secondaire en aval d'une petite centrale hydroélectrique turbinant le débit réservé (Kembs) ; - Suppression d'épis et de protections de berge ; - Réinjections sédimentaires : - fourniture en matériaux : - Par réutilisation des matériaux issus de travaux de restauration (berges, bras secondaires, etc.) (cas des travaux de restauration de Kembs) ; - Par transfert de matériaux issus de gravières situées en lit majeur ; - transport des matériaux : transport sur barge (sur plusieurs dizaines de km) ; - modalités de recharge : par clapage en fond de lit à partir de barges à clapet ; - rythme de réinjection : volumes importants (170-180 000 m³/an en aval Iffezheim) et fréquence annuelle.	- Restauration basée sur une reconfiguration topographique complète de l'espace rivière (3 000 ha en 2027, 5 000-6 000 ha à plus long terme), intégrant des objectifs de protection contre les crues ambitieux (Q250) ; suppression de protections de berge ; - Réinjections sédimentaires dans le cadre de la reconfiguration topographique du lit, permettant de favoriser une dynamique alluviale source de diversité d'habitats ; - fourniture en matériaux : réutilisation des matériaux issus des déblais en berge pour augmenter la capacité hydraulique du lit ; - transport des matériaux : transport par engins de chantier ; - modalités de recharge : par nappage en fond de lit restauré et en berge ; - rythme de réinjection : volumes importants à partir des déblais en berge (400 000 m³ sur 40 km ; en moyenne 10 m³/ml de rivière, sur une période de 10 ans). Réflexion en cours pour définir comment réinjecter 30 000 m³/an qui correspondent au déstockage annuel ; - incidences en aval : le remodelage du lit semble avoir diminuer le transit des sédiments en aval (pas de dragage depuis 2008) par diminution de la capacité de charriage. Le retour des sédiments est cependant attendu à terme du fait de la dynamique sédimentaire observée. Ce type de situation est très similaire à celle de Vieux Rhône qui ferait l'objet de recharge sédimentaire avec une retenue hydroélectrique en aval et des risques pour la navigation. - Intégration d'anciennes gravières dans le fonctionnement hydraulique et les connexions écologiques ; créations d'annexes à vocation hydraulique (chenal de crue) et écologique ; - Revégétalisation spontanée, mise en pâturage extensif, volonté de laisser se développer une forêt alluviale ; injection de bois morts ; valorisation paysagère ; gestion des espèces invasives et des plastiques ; création d'un parc naturel touristique (Maasvallei), à terme, définition d'un espace Natura 2000 se concentrant davantage sur les processus naturels que sur les espèces ; - Volonté de séparer dans la mesure du possible les linéaires à vocation de navigation et les linéaires à vocation écologique ; exemple envisagé dans la Meuse en Plassenmaas : suppression de la navigation dans la Meuse (report sur le canal Lateral) et du barrage hydroélectrique de Roermond ; - Financement des opérations par les entreprises de travaux et la valorisation des matériaux	- Gestion globale et intégrée dans le linéaire en déficit à l'Est de Vienne (environ 48 km), intégrant : équilibre et continuité sédimentaire, nappe alluviale, milieux naturels aquatiques, humides et terrestres, connectivités latérales, risques d'inondation, navigation, hydroélectricité, etc. ; - Mesures contre l'érosion : rélargissement du lit, suppression d'épis ou de digues submersibles, réorientation/modification d'épis, de protections de berge, réouverture de bras secondaires restaurés, recul de digues, restauration de zones d'expansion de crues, etc. ; - Mesures contre la sédimentation : réduction de la largeur du lit (en queue de retenue notamment), réduction de la largeur d'un barrage, réduction du chenal de navigation, déplacement du chenal de navigation ; - Réinjections sédimentaires : - Principe général de « gestion optimisée et intelligente » des stocks de sédiments grossiers ; - fourniture en matériaux : par réutilisation de matériaux dragués dans des zones excédentaires (en queue de retenue : Altenwörth, Est Vienne) ; - transport des matériaux : transport sur barge (jusqu'à 80 km), vers l'aval ou vers l'amont (en boucle fermée, au sein de la même retenue – exemple : Ashasch – ou d'un linéaire de Danube courant – exemple : aval Vienne) ; - modalités de recharge : par clapage et nappage en fond de lit à partir de barges à clapet ; - rythme de réinjection : volumes importants (235 000 m³/an sur le site Est Vienne) et fréquence annuelle.

Tableau 9 : Synthèse des éléments de comparaison pour les cours d'eau complémentaires (Columbia, Durance, Isar, Pô)

		Cours d'eau complémentaires			
Cours d'eau		Columbia	Durance	Isar	Pô
Pays		Etats-Unis	France	Allemagne	Italie
Secteur		De North Bonneville à l'Océan Pacifique	En aval du barrage de Serre-Ponçon	Entre le barrage de Sylvenstein et la traversée de Munich	Entre la confluence avec la Trebia (amont Piacerza) et la confluence avec le Taro (aval Crémone)
Bilan des acteurs concernés		Bonneville Power Administration, US Army Corps of Engineers	SMAVD, EDF	Ville de Munich, BLW, gestionnaires de barrages, société civile	ADB Po, AIPO, ENEL Company
Synthèse comparative des caractéristiques de cours d'eau	Points communs	- Importance de la voie fluviale et dragage d'entretien. - Barrages hydroélectriques au fil de l'eau. - Flux sableux.	- des aménagements historiques et enjeux forts pour l'hydroélectricité ; - des ouvrages en feston (barrage de dérivation, canal usinier) et hydrologie influencée ; - des flux grossiers diversifiés (fins, sables, grossiers), issus du piémont alpin, avec un grand lac faisant obstacle à la continuité (Serre-Ponçon) ; - des affluents à forte charge alluvionnaire ; - une évolution d'un style fluvial en tresses vers un style fluvial méandrique à lit unique ; - des enjeux écologiques : zones humides, bras secondaires, continuité écologique, etc. ;	- des aménagements historiques pour l'hydroélectricité, avec un grand barrage en amont bloquant le charriage ; - des ouvrages en feston (barrage de dérivation, canal usinier) et hydrologie influencée ; - des flux grossiers diversifiés (fins, sables, grossiers), issus du piémont alpin, estimé à 50 000 m³/an avant aménagements, et similaires à certains secteurs du Rhône actuel (Secteur Ain-Lyon / UHC#10-ALY) ; - une évolution d'un style fluvial en tresses vers un style fluvial méandrique à lit unique ; - des enjeux écologiques similaires (continuité biologique, forêt alluviale, anciens bras, espèces emblématiques telles que le castor, etc.) ; - des enjeux de restauration, de sûreté-sécurité et de fréquentation similaire au Canal de Miribel (UHC#10-ALY) en milieu urbain à péri-urbain	- des pentes similaires : 0,22 ‰ pour le Pô dans le linéaire étudié (0,1 à 0,6 ‰ sur le linéaire total) ; 0,2-0,8 ‰ pour Rhône ; - des aménagements historiques pour la navigation, et enjeu local pour l'hydroélectricité ; - un ouvrage en feston (barrage de dérivation, canal usinier) et hydrologie influencée ; - des flux grossiers diversifiés (fins, sables, grossiers), issus du piémont alpin et similaires au Rhône avant aménagement : 500 000 à 600 000 m³/an pour le Pô, jusqu'à 350 000 m³/an pour le Rhône en aval de l'Isère ; - des affluents à forte charge alluvionnaire ; - une évolution d'un style fluvial en tresses vers un style fluvial méandrique à lit unique ;
	Points de différence	- Caractéristiques hydrologiques (taille de bassin, module). - Embouchure type estuaire. - Absence de barrage en feston sur le tronçon d'étude. - Navigation de gabarit Panamax (44 pieds, soit 12 m de mouillage).	- des pentes supérieures : 1 à 3 ‰ contre 0,2 à 0,8 ‰ pour le Rhône ; - le canal de la Durance avec 15 centrales en série (de Serre-Ponçon à Saint-Chamas) ; - l'absence de navigation commerciale.	- taille de bassin versant : 9 000 km² au total, moins de 2 000 km² à Munich. L'Isar s'apparente plutôt un à affluent du Rhône, comme l'Ain ; - hydrologie : module de 85 m³/s, débit réservé de 15 m³/s ; - des pentes plus élevées sur l'Isar : 2 à 3 ‰ pour l'Isar dans la traversée de Munich, contre 0,2-0,8 ‰ pour Rhône (0,6 ‰ pour le Canal de Miribel) ; - des flux grossiers actuels relativement peu perturbés, très supérieurs à ceux du Rhône ;	- des flux grossiers actuels relativement peu perturbés, très supérieurs à ceux du Rhône ; - des enjeux écologiques peu traités : zones humides, continuité écologique, etc.
Actions pouvant être utiles à la réflexion sur la gestion sédimentaire du fleuve Rhône	Enjeux de connaissance	- Bilan historique des extractions et des flux de sables ; - Programme de gestion des sédiments dragués au niveau de l'estuaire en lien avec les circulations littorales ;	- Schéma de recharge sédimentaire ; - Modalités de réinjection sédimentaire	- Utilisation d'un modèle physique pour le dimensionnement des actions de restauration	- Existence d'un programme général de gestion sédimentaire et de restauration
	Gestion sédimentaire		- Dragages sédimentaires aux confluences des affluents (avec réutilisation dans le cadre du programme de réinjection sédimentaire) ; - Transparence sédimentaire accrue pour les sédiments fins et pour partie pour les sédiments grossiers ; - Protections de berge dans les secteurs soumis à érosion suite à l'évolution du style fluvial (lit méandrique), utile pour un secteur comme Chautagne par exemple ;	- Dragage dans les retenues et transfert en aval des barrages de façon à assurer la continuité sédimentaire ; - Réinjection en aval du barrage de Sylvenstein (volumes limités par rapport à la capacité de charriage) ;	- Analyse économique de l'optimisation de la transparence sédimentaire et de la production hydroélectrique (barrage de l'île Serafin) ; - Protections de berge dans les secteurs soumis à érosion suite à l'évolution du style fluvial (lit méandrique), utile pour un secteur comme Chautagne par exemple
	Actions de restauration	- Une volonté de d'agir à l'échelle globale, sur l'ensemble du bassin. - Utilisation du bois mort dans les actions de restauration	- Logique et mesures d'évitement des ouvrages : détermination de l'état d'équilibre et redimensionnement des systèmes d'endiguement en fonction du retour des sédiments ; - Démantèlement d'ouvrages latéraux afin de restaurer l'espace de bon fonctionnement et la dynamique hydrosédimentaire ; - Chasses de décolmatage des fines accumulées dans le lit mineur ; - Programme de réinjections sédimentaires, visant environ 100 000 m³/an : - fourniture en matériaux : par arasement des bancs actuellement perchés ; - modalités de recharge : par régalaie des matériaux dans le lit. - rythme de réinjection : volumes de 100 000 m³/an.	- Projet de restauration hydromorphologique d'un tronçon courant, à transport solide par charriage, en milieu urbain à péri-urbain, avec des enjeux de fréquentation par le public et une volonté de diminuer les risques d'inondation (similaire aux projets en cours sur le Canal de Miribel) ; - Construction de projets associant la société civile avec une large part de concertation, et une implication ultérieure des citoyens (brigade de sécurité bénévoles) ; - Techniques d'aménagement particulières : recul de digues, protections de berge enterrées ou végétalisées, etc. ; - Gestion adaptative pour la mise en œuvre des travaux, par tranches, et en tenant compte des effets des crues ; - Gestion de la sécurité des usagers dans le lit de la rivière.	- Démantèlement d'ouvrages latéraux afin de restaurer l'espace de bon fonctionnement et la dynamique hydrosédimentaire ; - Restauration d'annexes en configuration de fort charriage (bras secondaires, zones d'expansion de crues).

3. Phase 2 : Orientations de restauration et de gestion

3.1 Introduction

La Phase 2 a consisté successivement à : Mission 6) identifier, sur la base de la synthèse des enjeux, les actions-clés et les scénarios nécessaires pour l’atteinte des objectifs ; Mission 7) analyser ces scénarios et leurs impacts dans chacun des grands secteurs du fleuve afin de tendre vers une proposition de stratégie ; Mission 8) établir des méthodes permettant la mise en œuvre opérationnelle de la stratégie ; et Mission 9) établir la méthodologie de mise à jour du schéma directeur (Mission 9).

3.2 Mission 6 : Scénarios et actions-clés permettant d’atteindre les objectifs

3.2.1 Synthèse des documents de référence

Cette synthèse a visé à établir un bilan des documents d’orientation à prendre en compte dans le cadre de l’élaboration du schéma directeur de gestion sédimentaire du fleuve Rhône. Les principaux documents de référence sont rappelés et synthétisés.

Le Tableau 9 synthétise les orientations des documents décrits précédemment qui méritent d’être retenues dans le cadre de la gestion hydrosédimentaire du fleuve.

Les aspects réglementaires associés à ces documents d’orientation sont déclinés dans le rapport de Mission 8.

Tableau 10 : Synthèse des éléments issus des documents d’orientation à retenir pour le schéma directeur

Documents d'orientation	Points à retenir
DCE et SDAGE 2022-2027 Orientations fondamentales et dispositions (cf. M6 / §.1.3.2)	Orientations fondamentales du SDAGE, dont notamment : <ul style="list-style-type: none"> OF 0 S'adapter aux effets du changement climatique OF 2 Concrétiser la mise en œuvre du principe de non dégradation des milieux aquatiques OF 5 Lutter contre les pollutions, en mettant la priorité sur les pollutions par les substances dangereuses et la protection de la santé OF 6 Préserver et restaurer le fonctionnement des milieux aquatiques et des zones humides OF 8 Augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations les risques d'inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques D'après le rapport environnemental du SDAGE, les principales orientations à l'interface entre le SDAGE 2022-2027 et le schéma directeur de gestion sédimentaire du Rhône sont les suivantes : <ul style="list-style-type: none"> Gestion des sédiments Restauration du transit sédimentaire Action sur la morphologie des milieux aquatiques Préservation et restauration de zones humides Diminution de l'aléa inondation Espaces de bon fonctionnement Continuités écologiques latérales et longitudinales
Programme De Mesures du SDAGE 2022-2027 (cf. M6 / §.1.3.4)	Mesures identifiées et réparties pour les 26 masses d'eau du Rhône sur le sujet gestion hydrosédimentaire dans l'objectif d'atteinte du bon état (BEE) et du bon potentiel écologique (BPE) : <ul style="list-style-type: none"> MIA0101 : Réaliser une étude globale ou un schéma directeur visant à préserver les milieux aquatiques MIA0203 : Réaliser une opération de restauration de grande ampleur de l'ensemble des fonctionnalités d'un cours d'eau et de ses annexes MIA0204 : Restaurer l'équilibre sédimentaire et le profil en long d'un cours d'eau

	<ul style="list-style-type: none"> MIA0301 : Aménager un ouvrage qui contraint la continuité écologique (espèces ou sédiments) MIA0602 : Réaliser une opération de restauration d'une zone humide RES0601 : Réviser les débits réservés d'un cours d'eau dans le cadre strict de la réglementation RES0602 : Mettre en place un dispositif de soutien d'étiage ou d'augmentation du débit réservé allant au-delà de la réglementation
DCI et PGRI 2022-2027 (cf. M6 / §.1.3.5)	Grands Objectifs du PGRI, dont notamment : <ul style="list-style-type: none"> GO2 : « Augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques » : 1. Agir sur les capacités d'écoulement, 3. Prendre en compte l'érosion côtière du littoral, 4. Assurer la performance des systèmes de protection, GO5 : « Développer la connaissance sur les phénomènes et les risques d'inondation » : 1. Développer la connaissance sur les risques d'inondation, 2. Améliorer le partage de la connaissance.
Directive ENR et PPE 2019-2028 (cf. M6 / §.1.3.6)	Objectifs relatifs de la PPE 2019-2028, dont notamment : <ul style="list-style-type: none"> Augmentation du parc de l'ordre de 200 MW d'ici 2023 (25,7 GW) et de 900 à 1 200 MW d'ici 2028 (26,4 à 26,7 GW) Optimisation de la production et de la flexibilité du parc hydroélectrique, notamment au-travers de suréquipements et de l'installation de centrales sur des barrages existants non-équipés Lancement de nouvelles concessions sur quelques sites dont le potentiel aura été identifié
Politique fluviale européenne 2021-2027 (cf. M6 / §.1.3.7)	Le plan d'actions NAIADES III sur 2021-2027 définit le cadre européen de soutien au développement du transport par voies navigables et s'applique via le réseau transeuropéen de transport (RTE-T), qui est le programme de développement des infrastructures de transport de l'Union européenne, et des services nécessaires à leur fonctionnement. Il a pour ambition de renforcer le transport fluvial durablement, répondant à l'objectif européen d'augmenter le trafic fluvial de 25% d'ici à 2030, et de 50% d'ici à 2050. Le transport fluvial est ainsi considéré comme un outil central de la transition vers des systèmes de transports européens multimodaux et sans émissions
Directives Cadres pour le milieu marin et PAMM 2018-2024 (cf. M6 / §.1.3.8)	Il n'existe pas à ce jour de mesure portant sur la connaissance, la gestion physique ou des préconisations sur les flux du Rhône dans ces directives. Le Plan d'Action pour le Milieu Marin (PAMM) Méditerranée Occidentale prévoit notamment de : <ul style="list-style-type: none"> M014-NAT2 : Promouvoir des méthodes de dragage et d'immersion moins impactantes sur le milieu marin M020-NAT1b : Identifier et promouvoir les dispositifs les plus pertinents pour limiter le transfert de macro-déchets lors des opérations de dragage et d'immersion des sédiments de dragage ; M024-NAT1b : Favoriser la mise en œuvre de schémas d'orientation territorialisés des opérations de dragage et des filières de gestion des sédiments, évolutifs et adaptés aux besoins locaux ; M044-MED1b : Étudier la caractérisation des flux d'apports polluants (quantité/origine) et définir des programmes d'actions en ciblant les 5 cours d'eau principaux (Rhône, Var, Hérault, Aude, Argens).
Directives biodiversité et Plan Biodiversité 2018-2024 (cf. M6 / §.1.3.9)	Le Plan biodiversité aborde la lutte pour la préservation et la restauration de la biodiversité dans sa globalité, notamment : <ul style="list-style-type: none"> reconquérir la biodiversité dans les territoires ; construire une économie sans pollution et à faible impact sur la biodiversité ; protéger et restaurer la nature dans toutes ses composantes ; Les orientations se traduisent par plusieurs documents de référence : SRADDET, PLAGEPOMI 2022-2027, PNA Apron 2020-2030, etc.
Politique climatique, SNBC 2019-2023 et PNACC 2018-2022 (cf. M6 / §.1.3.10)	Lutte contre le changement climatique (SNBC) <ul style="list-style-type: none"> Stockage de carbone : préservation et restauration des zones humides, préservation et restauration des espaces de bon fonctionnement, des ripisylves et des forêts alluviales, des milieux littoraux, et des champs d'expansion des crues Limitation des émissions de GES dans l'atmosphère : développement de la navigation fluviale (dragages nécessaires), bonne gestion des sédiments favorisant la production d'hydroélectricité, maîtrise de l'allongement des distances de transport pour les travaux L'adaptation aux effets du changement climatique (PNACC) <ul style="list-style-type: none"> Réduction de la vulnérabilité des sociétés et des écosystèmes, préservation des milieux aquatiques et humides, la bonne gestion des ouvrages et des sédiments Préservation ou restauration de la biodiversité (et continuité écologique), gestion du trait de côte, prévention des risques d'inondation, préservation des milieux (zones humides, EBF, réservoirs biologiques, les têtes de bassin versant)

3.2.2 Synthèses techniques

Plusieurs études et sujets techniques ont fait l'objet d'une synthèse. Ne sont rappelées ici que les conclusions de l'étude sur le Bon Potentiel Ecologique (note du Secrétariat Technique du SDAGE, 2014), ainsi que les données actuelles sur l'état des masses d'eau.

Les sujets complémentaires sont rappelés au troisième alinéa.

► Etude sur le Bon Potentiel Ecologique du Rhône

Le Rhône est un fleuve aménagé de grande taille dont la très large majorité des masses d'eau sont désignées comme fortement modifiées (MEFM, 20 sur les 26 masses d'eau que compte le Rhône) au sens de la directive cadre européenne sur l'eau (2000/60/CE).

De ce fait, les altérations hydromorphologiques conduisent à renoncer au **bon état écologique** (Bee / objectif affiché pour les masses d'eau naturelles / MEN) et à plutôt **rechercher le bon potentiel écologique (Bpe)** au travers, non pas d'indicateurs biologiques comme dans le cas des MEN, mais d'actions restaurant le fonctionnement écologique du milieu sans générer d'effets négatifs importants sur les usages à l'origine de la désignation (CTO = Contraintes Techniques Obligatoires).

En 2013-2014, il a donc été engagé, sur le Rhône, une démarche spécifique qui 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. A cet indicateur, est attachée une valeur seuil au-delà de laquelle le bon potentiel écologique peut être considéré comme atteint. Dans le cadre de cette réflexion, l'étude du bureau d'études GRONTMIJ (2013) a donné lieu à une Note du Secrétariat Technique du SDAGE : « la restauration écologique du fleuve Rhône – Outil pour évaluer le potentiel écologique du fleuve et définir où et comment restaurer » (2014).

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 seraient appliquées, 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 décrits dans les paragraphes qui suivent. Elle est schématisée à la figure suivante.

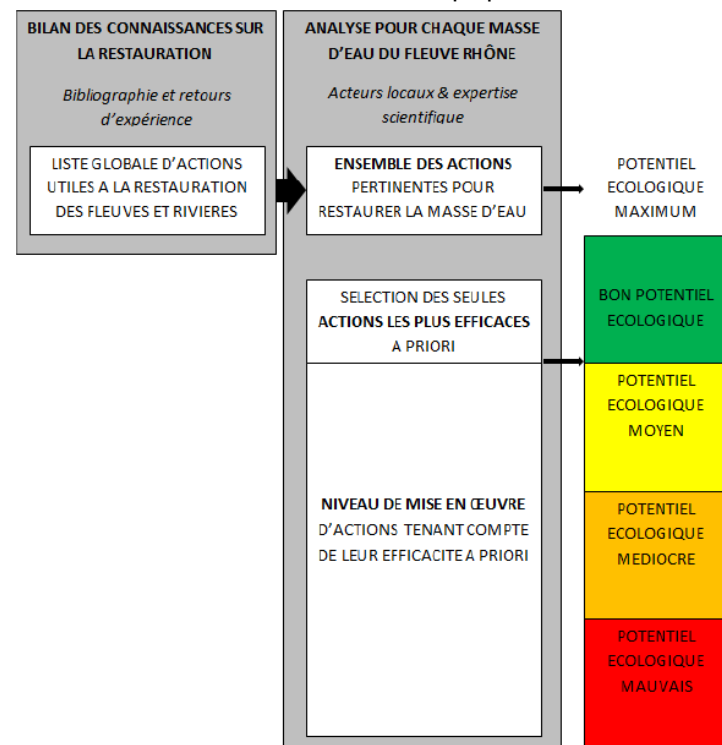


Figure 21 : Illustration des principes de la construction des classes de potentiel écologique

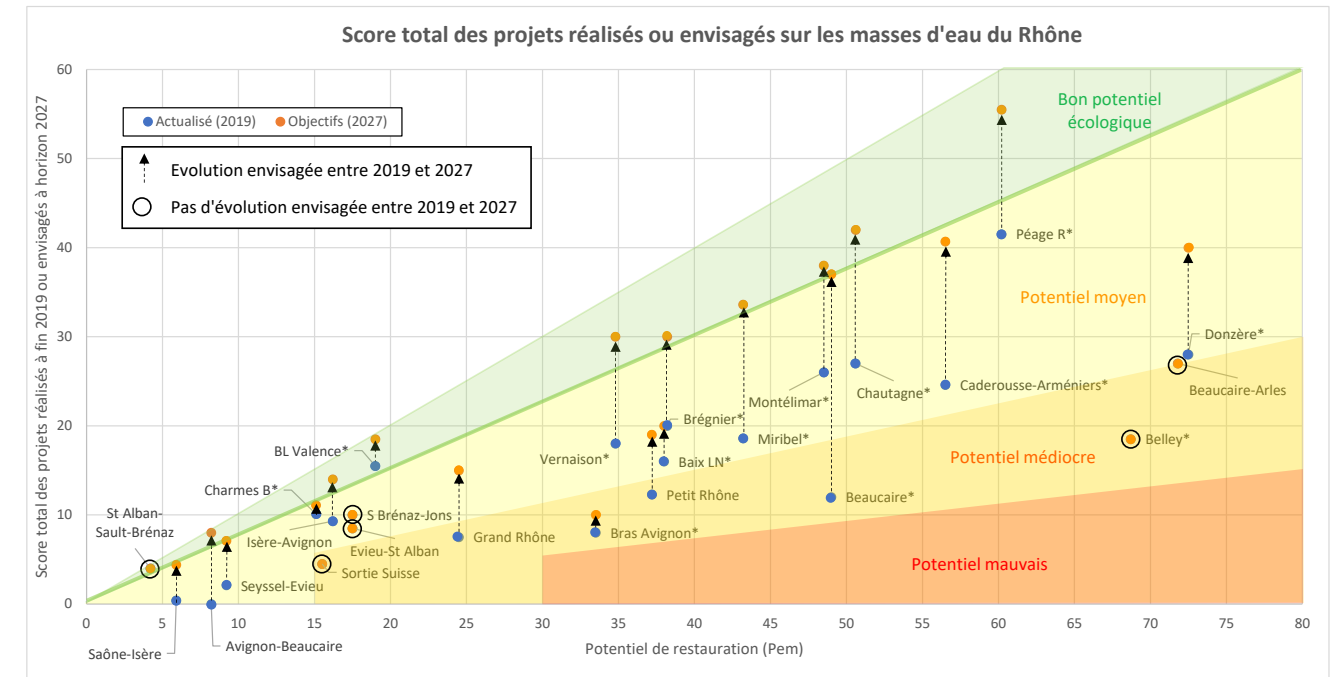


Figure 22 : Potentiel écologique des masses d'eau du Rhône en 2019 et objectifs pour 2027

► Etat des masses d'eau du Rhône en 2019

Le Rhône comporte 26 masses d'eau, dont 13 correspondent à des Rhône court-circuités (RCC), et 13 correspondent à de grands linéaires enchaînant retenues et canaux de dérivation (jusqu'à 7 UHC correspondantes pour la masse d'eau FRDR2007 entre Isère et Avignon). On notera que 3 RCC ne sont pas isolés comme masses d'eau compte tenu de leur petit linéaire et se retrouvent rattachés à une grande masse d'eau adjacente : RCC de Sault-Brénaz (08-SAB4), RCC de St-Vallier (14-STV3), RCC de Caderousse (20-CAD3).

Sur les 26 masses d'eau, 21 sont des Masses d'Eau Fortement Modifiées (MEFM) et 6 des Masses d'Eau Naturelles (MEN). Parmi ces masses d'eau naturelles, peuvent être identifiés : 1 tronçon de Rhône courant (Le Rhône de Sault-Brénaz au pont de Jons) ; 1 tronçon de retenue (Le Rhône du pont d'Evieu au défilé de St Alban Malarage) ; 3 RCC : Belley, Brégner-Cordon, Roussillon, Donzère.

Les résultats actuels appellent les commentaires suivants :

- Les données d'état écologique sont issues de suivis écologiques et sont mentionnées pour mémoire pour les masses d'eau fortement modifiées. Ces données n'interviennent pas en effet dans la caractérisation du potentiel écologique. Les données de l'état des lieux 2019 se retrouvent également dans le PDM 2020 ;
- Réciproquement, le potentiel écologique mentionné pour les masses d'eau naturelles est informatif ; il a toutefois été analysé pour les masses d'eau naturelles dans la note SDAGE (2014) et devra être considéré ainsi dans la suite de l'étude (priorité à la levée des pressions) ;
- Pour les masses d'eau naturelles (MEN), 50% sont en bon état et 50% sont en état moyen ;
- Pour les masses d'eau fortement modifiées (MEFM), la situation 2015 faisait état de 15% des masses d'eau ayant atteint le bon potentiel, 70% en potentiel moyen et 15% en potentiel médiocre. La situation 2019 a évolué favorablement pour 2 masses d'eau passées de médiocre à moyen (FRDR2005A) et de moyen à bon (FRDR2007A). Dans le même temps, les masses d'eau FRDT19 et FRDT20 sont restées a priori en bon potentiel (donnée non disponible).
- Pour l'échéance de 2027, il est prévu que 12 MEFM sur 20 atteignent le Bon Potentiel et que 6 MEN sur 6 atteignent le bon état. Cependant, si les MEN sont analysées vis-à-vis du BPE, seulement 2 MEN sur 6 atteignent le BPE, ce qui conduirait à ce que 14 masses d'eau sur 26 atteignent leur objectif en 2027 (10 masses d'eau resteraient en potentiel moyen et 2 en potentiel médiocre) (cf. Figure 15).

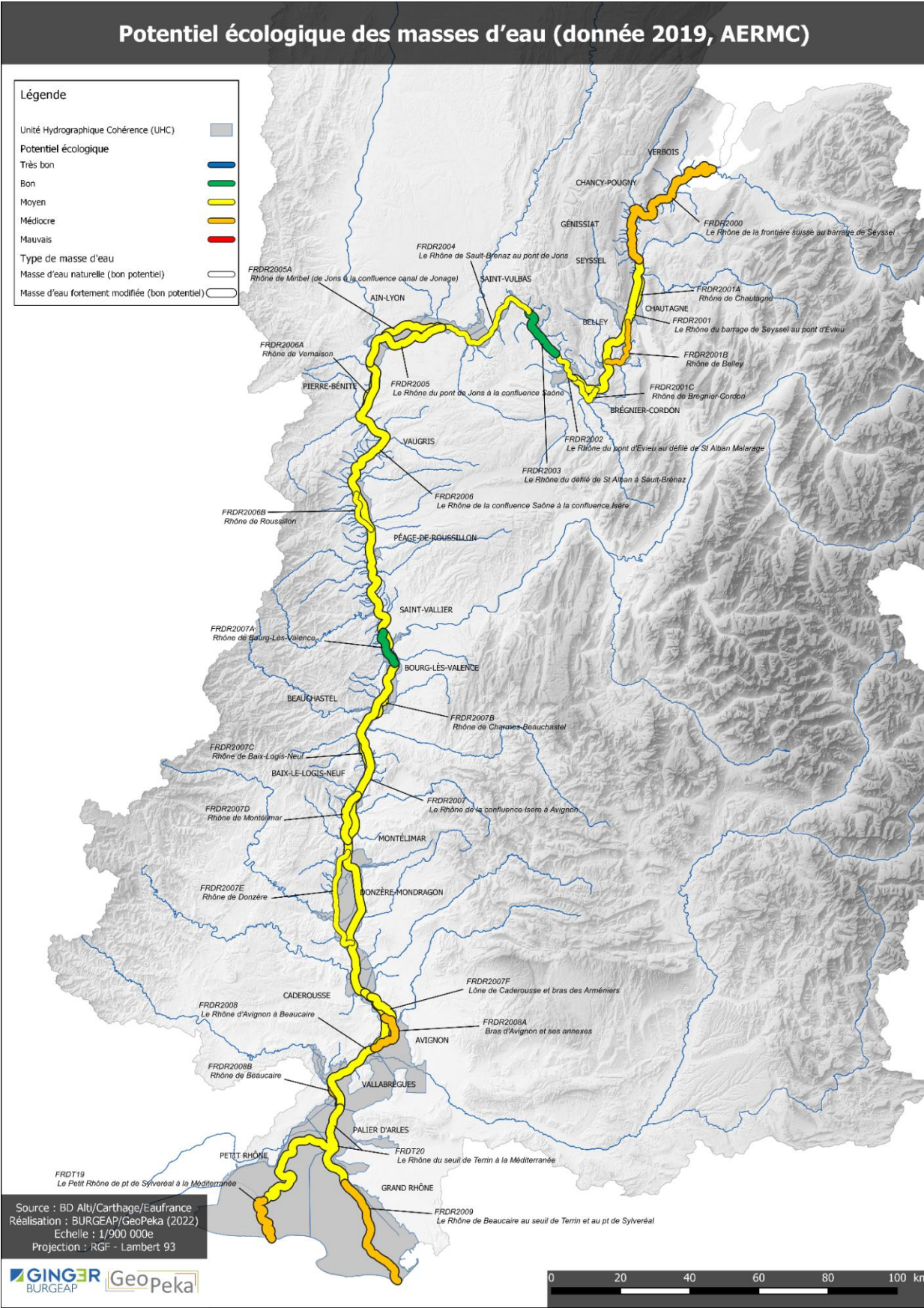


Figure 23 : Etat écologique des masses d'eau (donne 2019, AERMC)

Sur cette carte, les masses d'eau naturelles sont caractérisées selon l'atteinte du bon potentiel écologique (BPE)

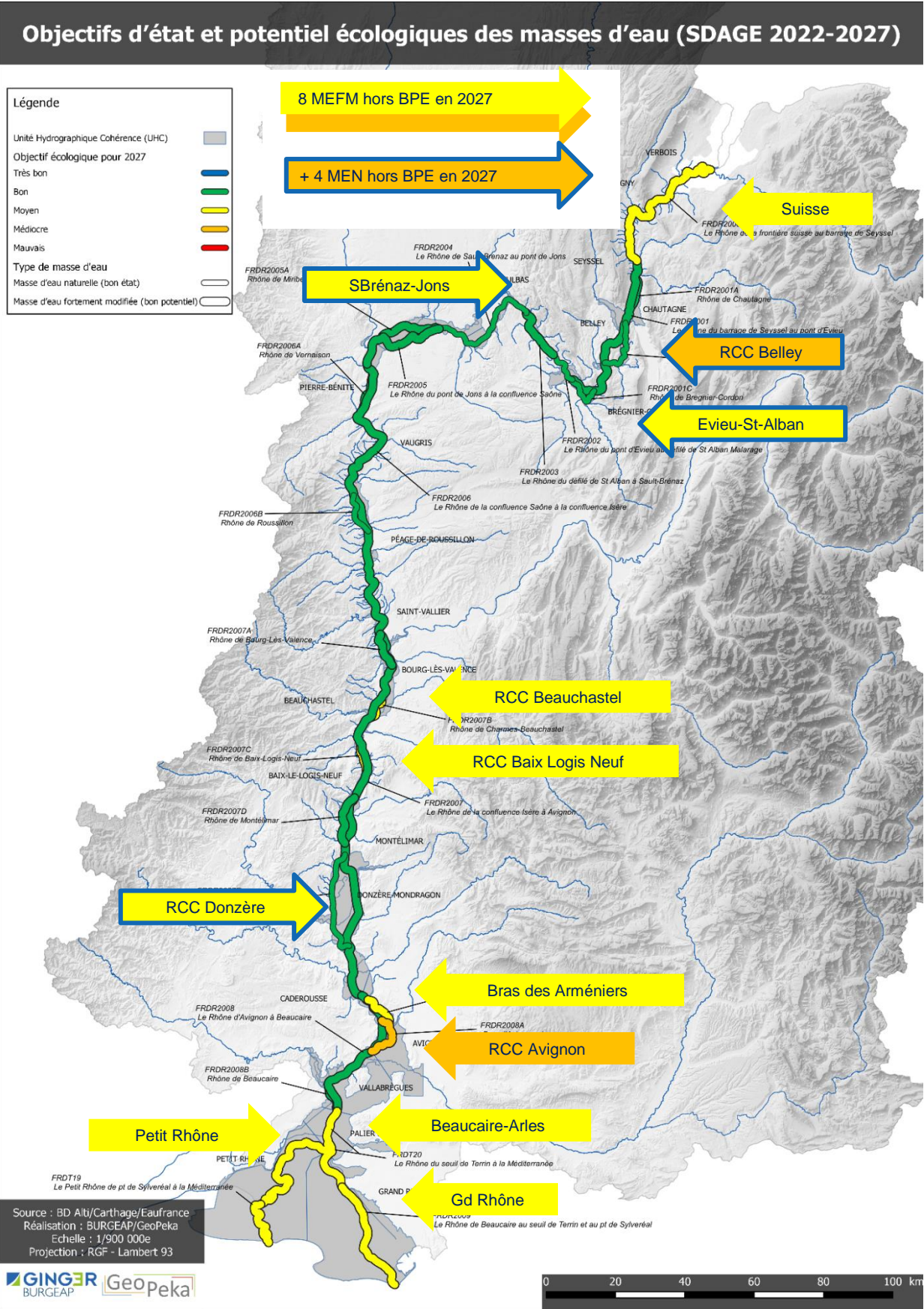


Figure 24 : Objectifs d'état et potentiel écologiques des masses d'eau (SDAGE 2022-2027)

Sur cette carte les masses d'eau naturelles sont caractérisées selon l'atteinte du bon état écologique (BEE)

Questions techniques

Les autres documents synthétisés sont : Etude transport solide de l'EGR (2000), Synthèse du schéma de réactivation des marges (2013), Etudes hydrologiques sous changement climatique (en cours), Le Plan Rhône ; Prolongation de la concession du Rhône.

Par ailleurs, le travail de Mission 6 a permis de développer et tenter de répondre à plusieurs questions techniques qu'il n'est pas possible de développer dans cette note de synthèse et auxquelles le lecteur pourra se reporter :

- Quelles évolutions du transport solide liées au changement climatique (cf. Tableau 1) ?
- Quelles évolutions pour les apports sédimentaires des affluents (cf. Figure 26) ?
- Quelles attentes pour le delta ?
- Quelles solutions techniques pour les déficits et excédents sédimentaires (cf. Figure 25) ?
- Quelle est la durée de vie des réservoirs ?
- Serait-il possible de ne pas intervenir ?
- Pourrait-on diminuer la vulnérabilité des enjeux concernés ?
- En quoi « gestion sédimentaire » et « restauration » sont liées ?
- Que signifie « restaurer le Rhône » ?
- Connait-on suffisamment les habitats aquatiques pour définir les objectifs de restauration ?

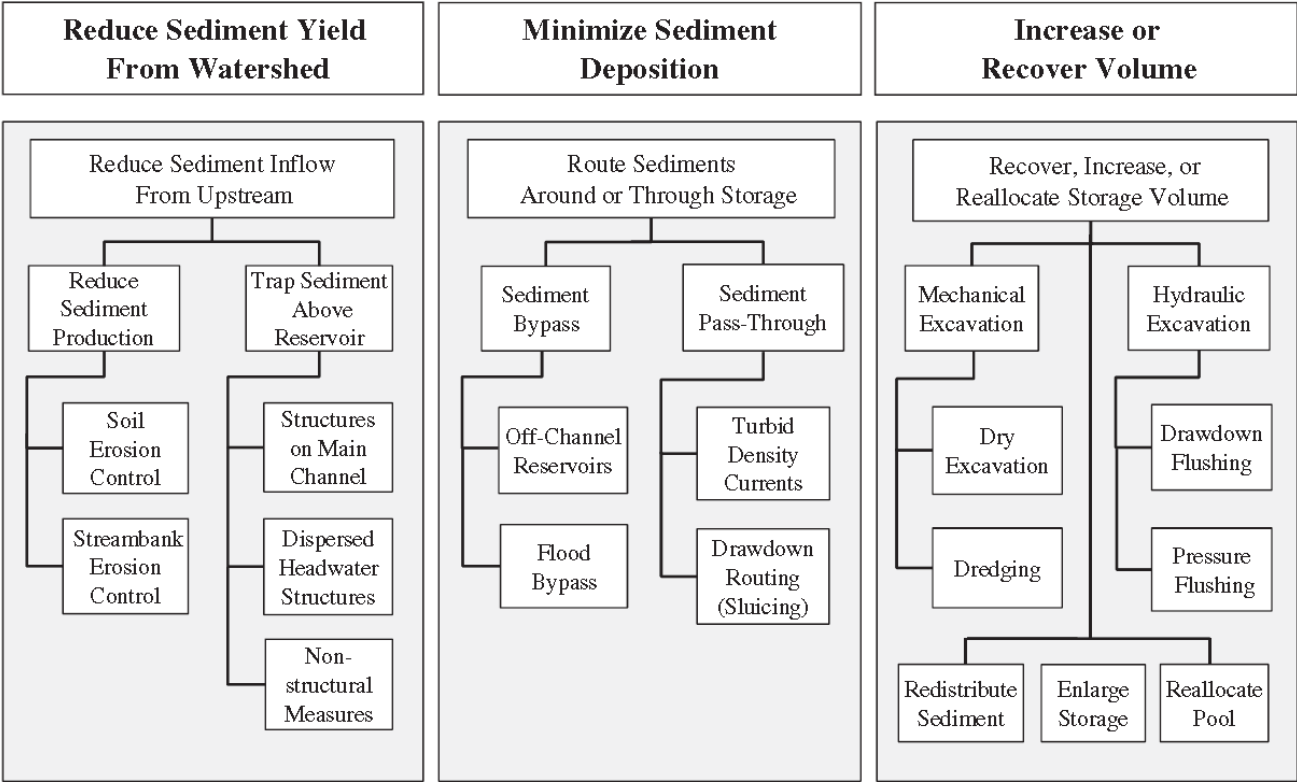


Figure 25 : Classification des stratégies de gestion des sédiments en vue du maintien de la capacité des réservoirs (Kondolf et al, 2014)

Tableau 11 : Grandeurs hydrologiques susceptibles d'évoluer avec le changement climatique

Grandeurs hydrologiques susceptibles d'évoluer	Effets sur les flux de matières en suspension	Effets sur les flux par charriage de fond
Débit d'étiage (QMNA, VCN, etc.) Débit réservés dans les RCC	Impact négligeable	Aucun impact
Débit moyen interannuel (module)	Impact faible	Aucun impact
Hautes eaux (1 à 3 fois le module)	Impact fort en termes d'occurrence et de volumes transportés	Impact négligeable
Débits de pointe de petites crues (Q1, Q2, Q5)	Impact très fort en termes d'occurrence et de volumes transportés	Impact faible à moyen dans les RCC, plus fort dans les sections de Rhône total
Débits de pointe de crues moyennes (Q10, Q20, Q50)	Impact très fort en termes de volumes transportés, mais faible en occurrence	Impact fort à très fort en termes de volume charriés, notamment dans les Vieux Rhône
Débits de pointe de crues rares et exceptionnelles (Q100, Q1000)	Impact très fort en termes de volumes transportés, mais négligeable en occurrence	Impact très fort en termes de volumes charriés, mais faible en termes d'occurrence
Courbe des débits classés	Impact très fort de la fréquence des débits de remobilisation des fines	Impacts très forts de l'occurrence des débits morphogènes

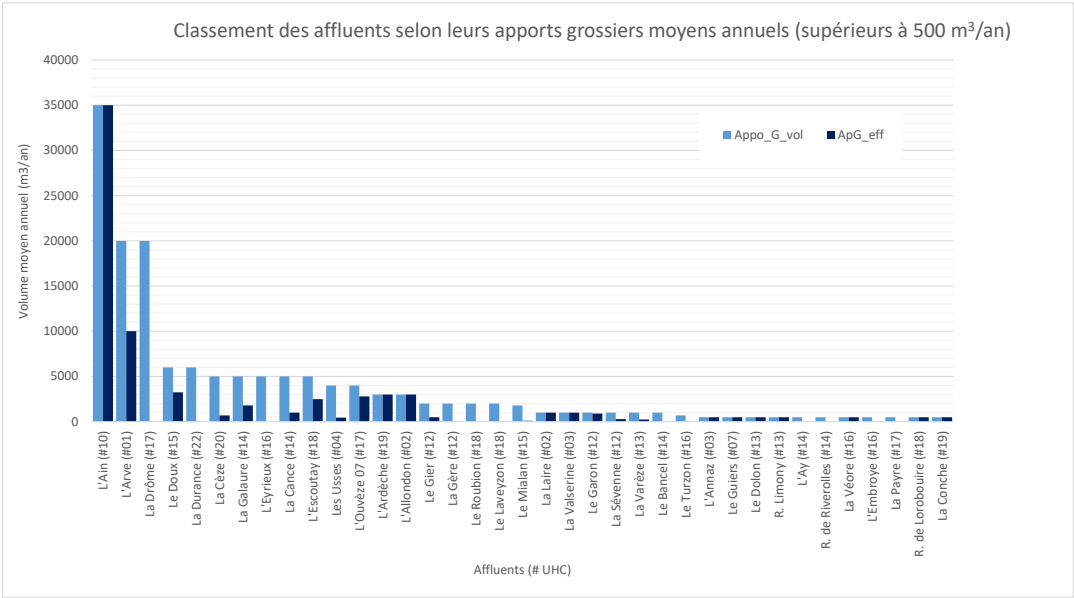


Figure 26 : Apports moyens annuels des affluents en sédiments grossiers (Mission 2)

Ce graphique distingue les apports totaux en sédiments grossiers (Appo_G_vol) et les apports effectifs directs au Rhône sans dragage (ApG_eff).

3.2.3 Proposition d’objectifs généraux de gestion et de restauration

Compte tenu des enjeux à concilier (cf.§.3.1.3) et des éléments techniques complémentaires (cf.§.3.1.2), les objectifs généraux suivants doivent être envisagés dans le cadre de la réflexion pour le schéma directeur de gestion sédimentaire.

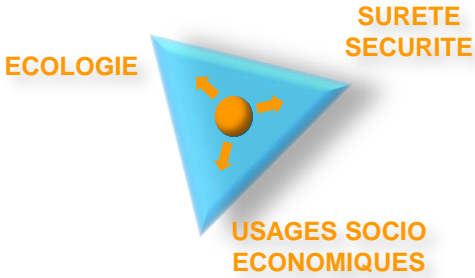
- Restaurer la biodiversité de l'hydrosystème du fleuve Rhône
 - Atteindre le Bon Etat et le Bon Potentiel Ecologique dans la perspective du SDAGE 2022-2027 ;
 - Atteindre le Bon Etat et le Bon Potentiel Ecologique pour toutes les masses d'eau au-delà de 2027 ;
 - Préserver et restaurer la biodiversité des milieux humides et terrestres ;
- Préserver les enjeux de sûreté et de sécurité :
 - Garantir la sûreté des barrages, la sécurité des enjeux GEMAPI¹ ;
 - Garantir la sûreté nucléaire, la sûreté de l'alimentation en eau potable (AEP) ;
- Préserver / permettre le développement des usages socio-économiques
 - Usages à contraintes techniques obligatoire : navigation, hydroélectricité ;
 - Autres usages : centrales nucléaires (CNPE), irrigation, AEP, loisirs.

Ces objectifs ne sont pas hiérarchisés. Ils ont par principe le même poids afin de respecter un équilibre entre les 3 grands enjeux que sont les enjeux écologiques, les enjeux sûreté-sécurité, les enjeux socio-économiques.

Par ailleurs, il n'est pas certain que tous ces objectifs puissent être atteints à la fois. Les conditions d'atteinte de ces objectifs restent à définir et à étudier dans les scénarios. Ce n'est qu'une fois les propositions de stratégies définies qu'il sera possible de déterminer si ces objectifs peuvent être atteints et sous quelle échéance.

A ces objectifs peuvent être attachés des sous-objectifs ainsi que des moyens (cf. Tableau 11), ce qui permet de préparer la démarche logique établie dans la partie §.3.1.4 suivante.

Figure 27 : Equilibre nécessaire entre les enjeux écologiques, sûreté-sécurité et socio-économiques



Les objectifs définis et les actions qui vont en résulter doivent s'inscrire dans la lutte contre le changement climatique dans le cadre de ses deux volets principaux :

- limiter les impacts des actions sur le changement climatique (bilan GES / gaz à effets de serre) ;
- participer à l'adaptation de l'hydrosystème Rhône au changement climatique.

Les actions de restauration participeront de fait à l'adaptation de l'hydrosystème Rhône au changement climatique, en favorisant les facteurs de résilience de l'espace alluvial : diversité des formes, filtration des eaux, rôle de la végétation, rôle des annexes, etc. Cependant, dans un premier temps, les travaux de restauration en eux-mêmes vont générer des gaz à effet de serre ; il serait donc pertinent que les travaux soient les plus efficaces possibles en termes de bilan GES, à la fois dans leur conception et dans la durée de résorption des effets des travaux.

Les actions de gestion et d'entretien conduisent par définition à reproduire à échéance régulière des opérations. Ces opérations produisent des gaz à effet de serre qui pourront être estimés dans l'état actuel et qu'il conviendra de limiter l'augmentation dans le cadre de la stratégie retenue.

Enfin, ces objectifs supposent le portage des actions-clés correspondantes par des maîtres d'ouvrage compétents et légitimes, dont les capacités financières soutenues par les partenaires financiers sont à la hauteur des ambitions liées aux objectifs.

Tableau 12 : Tableau enjeux-objectifs-moyens du schéma directeur

Les moyens mentionnés en gris participent à l'atteinte des sous-objectifs et objectifs, mais sortent du cadre du schéma directeur de gestion sédimentaire

Enjeux	Objectifs	Document de référence	Sous-objectifs	Moyens
Biodiversité	Atteindre le bon état écologique	DCE, SDAGE, PDM	Restaurer les peuplements piscicoles	Restaurer les habitats du lit d'étiage Restaurer les habitats de la bande active Restaurer les habitats annexes et leur connexion Restaurer les continuités latérales et longitudinales
			Restaurer les peuplements	Restaurer les habitats du lit d'étiage Restaurer les habitats de la bande active
			Améliorer la qualité physicochimique de l'eau (paramètres)	Réduire les intrants (O2, T°c, N, P, pH, métaux) Améliorer l'autoépuration dans le lit d'étiage Améliorer l'autoépuration dans la bande active
			Mettre en œuvre les actions du BPE (2014)	Agir sur l'hydrologie Agir sur la géomorphologie Agir sur la continuité biologique
	Atteindre le bon potentiel écologique	DCE, SDAGE, PDM		Réduire les intrants (substances prioritaires et dangereuses prioritaires) Améliorer l'autoépuration dans le lit d'étiage Améliorer l'autoépuration dans la bande active
	Atteindre le bon état chimique	DCE, SDAGE, PDM	Améliorer l'état chimique	Reconnecter le lit mineur et les berges Restaurer les continuités latérales et les corridors écologiques Rehausser et mieux recharger la nappe alluviale Conservé des milieux pionniers / ouverts
	Préserver et restaurer la biodiversité des milieux humides et terrestres	Directives habitats SNB	Restaurer des habitats humides et terrestres diversifiés et connectés	Restaurer / préserver / gérer les zones humides périphériques au Rhône et ses annexes
		Directives Milieu Maritime	Atténuer les conséquences écologiques liées au recul du littoral	Favoriser le transit des fines et sables jusqu'au littoral Favoriser la recharge sédimentaire du delta lors de débordements du Rhône
Sûreté-sécurité	Garantir la sûreté des ouvrages hydrauliques	Concession, CC	Garantir la sûreté hydraulique des barrages de retenue et barrages-usines	Gérer les dépôts sédimentaires Déstocker les accumulations sédimentaires dans les retenues, faire transiter les apports dans les retenues Réduire le phénomène de sédimentation Renforcer le génie civil ou la géotechnique des barrages
			Garantir la sûreté hydraulique des barrages latéraux (retenues, confluences, Rhône courant)	Gérer les dépôts sédimentaires Déstocker les accumulations sédimentaires dans les retenues, faire transiter les apports dans les retenues Réduire le phénomène de sédimentation Réceptionner et gérer le charriage d'un RCC restauré Réviser le dimensionnement des ouvrages avec le retour des sédiments
			Garantir le bon fonctionnement des systèmes d'endiguement	Renforcer les systèmes d'endiguement Gérer les dépôts sédimentaires Réduire le phénomène de sédimentation Réviser le dimensionnement des ouvrages avec le retour des sédiments Atténuer les contraintes sur les systèmes d'endiguements
			Garantir le bon fonctionnement des ouvrages annexes (contre-canal, siphon, etc.)	Gérer les dépôts sédimentaires
	Réduire les conséquences des risques d'inondation et d'érosion*	DCI, SNGRI Concession, CC	Augmenter la sécurité des populations exposées*	Agir sur les aléas, etc.
			Stabiliser puis réduire le coût des dommages*	Agir sur la vulnérabilité, etc.
			Raccourcir le délai de retour à la normale*	Agir sur le ressuyage, etc.
			Maintenir un niveau d'aléa inférieur ou égal à celui avant la mise en eau des barrages (ou à celui établi dans un PPRi)	Gérer les dépôts sédimentaires Restituer des excédents sédimentaires grossiers sans générer d'aggravation des aléas Déstocker les accumulations sédimentaires dans les retenues, faire transiter les apports dans les retenues Réduire le phénomène de sédimentation Réceptionner et gérer le charriage d'un RCC restauré Adapter le dimensionnement des ouvrages au retour des sédiments Atténuer la végétalisation des bancs en RCC
	Garantir la sûreté de la production d'électricité nucléaire	Directives Milieu Maritime	Dissiper l'énergie du fleuve par mobilité latérale et/ou expansion de crues courantes	Supprimer les contraintes latérales Restaurer des espaces fonctionnels d'inondation fréquente
		Atténuer les conséquences en terme de sûreté/sécurité liées au recul du littoral	Favoriser le transit des fines et sables jusqu'au littoral	Favoriser la recharge sédimentaire de la partie littorale lors de débordements du Rhône
	Garantir la production d'eau potable	Autorisation	Garantir les débits à la prise d'eau	Gérer les dépôts sédimentaires au niveau des prises d'eau Réduire le phénomène de sédimentation
		DUP	Satisfaire aux conditions de prélèvement pour l'eau potable (AEP) (qualité, quantité) Maintenir / rehausser la nappe alluviale tout en préservant la qualité de la nappe	Gérer les dépôts sédimentaires au niveau des ouvrages (station d'alerte, station de pompage) Réduire le phénomène de sédimentation Améliorer l'hydrologie courante des tronçons court-circuités Rehausser et mieux recharger la nappe alluviale Favoriser les échanges avec la nappe alluviale
Usages socio-économiques	Satisfaire aux conditions de navigation	Concession, CC	Garantir une largeur de chenal et un mouillage suffisant (chenal navigable, garages d'écluse, ports, darses, etc.)	Gérer les dépôts sédimentaires Réduire le phénomène de sédimentation Restituer des excédents sédimentaires sans générer d'impact navigation Réceptionner et gérer le charriage d'un RCC restauré Redéfinir le tracé du chenal navigable en fonction de la dynamique sédimentaire
			Résorber l'incision en aval d'une écluse	Restaurer le matelas alluvial dans le lit mineur
	Satisfaire aux conditions de production hydroélectrique	Directive ENR, Concession, CC	Garantir les conditions hydrauliques à l'usine (débit, hauteur chute, cote restitution)	Gérer les dépôts sédimentaires Réduire le phénomène de sédimentation Restituer des excédents sédimentaires sans générer d'impact hydroélectrique Dérouter les sédiments de la retenue Isoler la retenue du transport sédimentaire
			Garantir une tranche utile dans la retenue	Gérer les dépôts sédimentaires Déstocker les accumulations sédimentaires dans les retenues, faire transiter les apports dans les retenues
	Satisfaire aux conditions de production d'électricité nucléaire	Autorisation	cf. Sûreté	
	Satisfaire aux conditions de production d'eau potable	DUP	cf. Sûreté	
	Satisfaire aux conditions de prélèvement et de rejet d'eau	Autorisation de prélèvement Autorisation de rejet	Satisfaire aux conditions de prélèvement pour l'irrigation Satisfaire aux conditions de rejet d'eaux usées (EU)	Gérer les dépôts sédimentaires Améliorer l'hydrologie courante des tronçons court-circuités Gérer les dépôts sédimentaires
	Satisfaire aux conditions d'usages de loisirs	Autorisation d'usage	Satisfaire aux conditions des usages de loisirs (base de loisirs, sports nautiques, etc.)	Gérer les dépôts sédimentaires Réduire le phénomène de sédimentation
	Atténuer les conséquences socio-économiques liées au recul du	Directives Milieu Maritime	Atténuer les conséquences socio-économiques liées au recul du littoral	Favoriser le transit des fines et sables jusqu'au littoral Favoriser la recharge sédimentaire du delta lors de débordements du Rhône

* sous-objectifs issus de la SNGRI

¹ GEMAPI : gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations

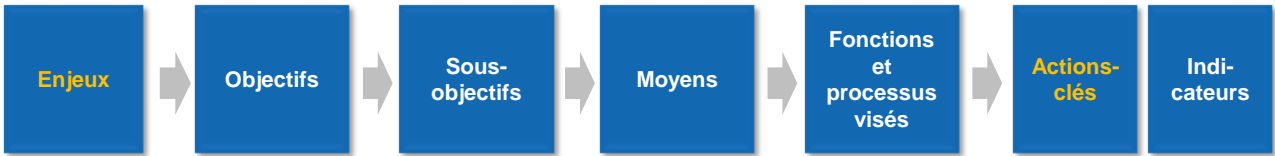
3.2.4 Identification des actions-clés

Méthodologie de définition des actions-clés

L'identification des actions-clés résultent de 2 démarches complémentaires :

- **une approche opérationnelle** basée sur le REX des actions menées actuellement sur le Rhône (Mission 4) et sur le REX d'actions menées sur des cours d'eau internationaux similaires (Mission 5) ;
- **une approche logique** visant à identifier les moyens et actions-clés nécessaires pour répondre aux objectifs et aux sous-objectifs définis dans la partie précédente.

L'approche logique est privilégiée pour la justification des actions-clés. L'approche opérationnelle permet, dans un esprit de validation de l'approche logique, de vérifier que les actions menées actuellement ou potentielles répondent bien aux objectifs, ce qui peut amener à adapter leur formulation voire leur conception.



Elément du logigramme	Définition
Enjeux	Problématiques globales qui justifient les objectifs et qui ont été identifiées dans le diagnostic
Objectifs	Résultats qui sont visés pour répondre aux enjeux. A ces objectifs, sont attachés des documents qui font référence (SDAGE, SNGRI, Concessions, etc.)
Sous-objectifs	Déclinaison (éventuellement compartimentée) de chaque objectif qui est visé
Moyens	Principes concrets qu'il faut mettre en œuvre pour répondre à l'objectif et au sous-objectif
Fonction(s) et processus visé(s)	Fonction et/ou processus sur lesquels il faut agir pour mettre en œuvre les moyens et répondre aux objectifs, et qui ont été mis en évidence dans le diagnostic
Actions-clés	Type d'action opérationnelle déclinant les moyens nécessaires pour répondre aux objectifs ou sous-objectifs. Les actions clés sont classés par actions de gestion et actions de restauration, selon les définitions ci-dessous : <ul style="list-style-type: none"> • Action de gestion (G) : action visant principalement à respecter les obligations de gestionnaires vis-à-vis de leur cahier des charges • Action de restauration (R) : action visant principalement à restaurer les fonctionnalités de l'hydrosystème
Indicateurs	Données techniques ou métriques permettant d'évaluer la réalisation d'une action-clé. On peut distinguer : <ul style="list-style-type: none"> • Les indicateurs de moyens (ou de réalisation) • Les indicateurs de résultats (ou d'impact) • Les indicateurs d'atteinte d'objectifs

Figure 28 : Logigramme permettant de définir les actions-clés à partir des enjeux, et définitions associées des différentes étapes

L'approche logique consiste à décliner successivement les objectifs → sous-objectifs → moyens qui vont permettre d'identifier les actions-clés à mettre en œuvre. Dans l'étape « moyens → actions-clés », il est fait appel aux notions de « fonctions et processus visés » qui permettent d'obtenir les résultats escomptés dans le cadre des opérations et dont les altérations ont été identifiées dans le diagnostic (cf. Mission 2 pour diagnostic du fonctionnement hydrosédimentaire). Par ailleurs, à chaque action-clé pourront être définis des objectifs chiffrés et des indicateurs de suivi, développés dans le rapport de Mission 9.

Au final, il résulte de cette analyse des actions-clés déjà pratiquées sur le Rhône (gris clair), et des actions-clés qui ne sont pas pratiquées actuellement et qui permettrait de participer à l'atteinte des objectifs (gris foncé).

La Figure 28 résume les principes du logigramme enjeux → objectifs → sous-objectifs → moyens → actions.

Exploitation du logigramme des actions-clés

Au-delà des questions de Bon Potentiel Ecologique (BPE), la constitution du logigramme amène à formuler les commentaires suivants sur sa compréhension et son utilisation :

- **tous les enjeux de gestion sédimentaire du Rhône sont traités de façon cohérente sous la même méthodologie, des objectifs jusqu'aux indicateurs.** Les 3 parties « biodiversité », « sûreté-sécurité » et « socio-économie » sont relativement équilibrées en objectifs à traiter ou nombres d'actions-clés à mettre en œuvre (sachant que les usages socio-économiques ayant une composante sûreté-sécurité comme les CNPE et l'AEP sont traités dans le volet « sûreté-sécurité), ce qui confirme la nécessité de rechercher un équilibre entre ces 3 types d'enjeux ;
- **les indicateurs sont de 3 types** (moyens, résultats, réponse à l'objectif) ; ils préfigurent le contenu du rapport de Mission 9 ;
- **les actions-clés qui ne relèvent pas du SDGS sont mentionnées pour mémoire** (en gris clair). Le logigramme montre ainsi que d'autres actions, hors SDGS, contribuent également à l'atteinte des objectifs. On peut notamment citer les thématiques suivantes qui sont hors SDGS :
 - continuité biologique des ouvrages,
 - habitats/faune/flore des zones humides périphériques au Rhône,
 - pollutions à la source, dispositifs de traitement,
 - génie civil, géotechnique des ouvrages,
 - risques hydraulique non sédimentaires (aléas, vulnérabilité, ressuyage, etc.).
- **les enjeux liés au delta sont intégrés pour chacun des 3 grands enjeux**, étant donné que la contribution des sédiments au delta bénéficie pour la biodiversité, les enjeux sûreté-sécurité (endiguements), et les enjeux socio-économiques (tourisme, navigation, marais salants).
- **le logigramme permet de mettre en évidence qu'une même action-clé répond à plusieurs objectifs.** Parmi les actions-clés les plus représentatives de leur rôle intégrateur, on peut citer par exemple :
 - l'action « G1 – Dragage de sédiments fins » qui répond à 14 sous-objectifs et 3 grands objectifs ;
 - l'action « R1 – Réinjection sédimentaire grossiers en RCC » qui répond à 7 sous-objectifs et 3 grands objectifs.
 - l'action « R2 – Réactivation de marges alluviales » qui répond à 3 sous-objectifs et 2 grands objectifs.

Synthèse les actions-clés retenues

Au final, 24 actions-clés sont retenues : 13 actions-clés de « gestion » ; 11 actions-clés de « restauration ».

- Action de gestion** : action visant principalement à respecter les obligations de gestionnaires vis-à-vis de leur cahier des charges, dans l'esprit d'un PGPOD (plan de gestion pluriannuel des opérations de dragages) ; à ce titre, les actions de « gestion » sont à rapprocher des actions d'« entretien » ou de « fonctionnement », sans que cette dernière définition soit totalement adaptée car il peut exister des actions d'investissement pour mieux gérer les sédiments (actions G8 ou G11 par exemple) ;
- Action de restauration** : action visant principalement à restaurer les fonctionnalités de l'hydrosystème au sens de l'atteinte du bon état (BEE) ou du bon potentiel écologique (BPE).

Parmi ces 24 actions-clés, 14 sont des actions-clés actuellement pratiquées sur le Rhône et identifiées en Mission 4 ; 10 actions-clés sont des actions nouvelles résultant de la démarche présentée en partie §.2025722219.41.14369136.0□.

Chaque action fait l'objet d'une fiche-action qui a été consolidée au cours des Missions 6, 7 et 8. Ainsi, le rapport des fiches actions est une annexe du rapport de Mission 8 (REAUCE05639-01_SDGS_Rhône_Mission_8_Fiches_actions-clés.pdf).

Le Tableau 13 récapitule les actions-clés retenues, en mentionnant pour mémoire la traduction anglophone de l'intitulé de l'action. La Figure 29 et la Figure 30 illustrent ces différentes actions-clés dans une configuration type du Rhône.

Tableau 13 : Synthèse des actions-clés retenues pour le schéma directeur

	Actions-clés	Code SDGS	Code fiche action	Code BPE	Terme anglais correspondant
Actions de gestion	Dragage de sédiments fins	DSF	G1	-	Dredging of fine material
	Restitution de sédiments fins	RSF	G2	-	Reinsertion of fine dredged material
	Dragage de sédiments grossiers	DSG	G3	-	Dredging of coarse material
	Restitution de sédiments grossiers en retenue	RSG	G4	-	Gravel feeding or gravel nourishment (R, RT)
	Chasse de retenue	CHS	G5	-	Environmental-friendly flushing
	Mise en transparence de barrage	MTB	G6	-	Sluicing
	Optimisation de la gestion des ouvrages pour réduire la sédimentation	OGS	G7	-	Optimization of structures to reduce deposition
	Optimisation des infrastructures pour réduire la sédimentation	OSS	G8	-	Optimization of structures to reduce deposition
	Zone de gestion sédimentaire en aval d'un RCC restauré	ZGS	G9		Sediment management area downstream of a restored by-passed Rhône
	Réduction ou déplacement du chenal navigable	RCN	G10	-	Fairway shifting or narrowing
	Redimensionnement des systèmes d'endiguement en fonction du retour des sédiments	RSE	G11	-	Dyke redimensioning according to sediment return
	Charruage	CHG	G12	C8	Ploughing
	Essartage	ESS	G13	P8	Bar vegetation clearing
Actions de restauration	Réinjection de sédiments grossiers en RCC	RJS	R1	C6	Gravel feeding or gravel nourishment (RCC)
	Réactivation des marges alluviales	RMA	R2	C1, C2, C3, B1, B2, B3, B4, P3, P6	Riverbank and riverspace restoration
	Restauration morphologique de la bande active	RBA	R3	P1	Habitat restoration for shallow water
	Restauration des îlônes et zones humides associées	RLO	R4	C4, P2, P4, P5, P7, P9	Reconnection of side-channels and wetlands
	Restauration de la continuité sédimentaire des ouvrages transversaux	RCS	R5	C5	Restoration of weir sediment continuity
	Réinjection de bois mort	RBM	R6	C7	Habitat restoration with coarse wood debris
	Restauration morphologique dans les retenues ou canaux usiniers	RRC	R7	B1, B3	Habitat restoration for deep water
	Mise en transparence ou recul de digues	MTD	R8	B2	Dyke removing or retreating
	Restauration d'anciennes gravières	RAG	R9	P9	Restoration of former gravel pit
	Relèvement des débits et régimes réservés	RQR	R10	C13, C14	Minimum flow increase
	Augmentation de la fréquence des débits morphogènes	RQM	R11	C11	Enhancement of morphogenic flows occurrence
Type d'action identifié en Mission 4					
Type d'action ajouté en Mission 6					

Le Tableau 14 donne la correspondance entre les actions BPE (note SDAGE 2014) et les actions-clés définies pour le SDGS.

Dans le Tableau 13, la réciproque est fournie également : correspondance entre les actions du SDGS et les actions BPE.

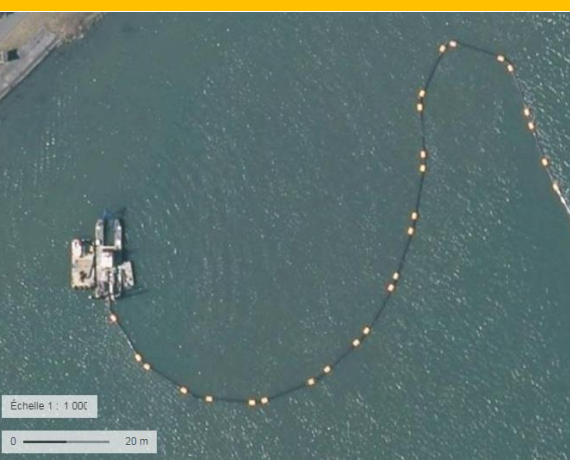
Tableau 14 : Correspondance entre les actions BPE (2014) et les actions-clés du SDGS

ACTIONS			OBJECTIF	GAINS THEORIQUES			CONCORDANCE TYPOLOGIE ACTION SDGS	Code	Code BPE
LOCALI- SATION	CODIFI- CATION	DESCRIPTION		GEOMOR- PHOLOGIE	HYDRO- LOGIE	CONTINUITE ECOLOGIQUE			
Chenal	C1	Démonter/modifier les épis présents dans le lit	Diversifier les faciès	2	0	0	RMA	R2	C1
	C2	Démonter les casiers Girardon colmatés	Diversifier les faciès et favoriser la dynamique latérale et le rechargement par remobilisation sédimentaire	2	0	0	RMA	R2	C2
	C3	Créer de la connectivité dans les casiers Girardons non colmatés	Diversifier les faciès en ouvrant les casiers Girardon non colmatés, pour en faire des zones refuges	1	0	1	RMA	R2	C3
	C4	Construire/modifier des épis pour alimenter les îlônes	Favoriser la connexion hydraulique permanente ou semi-permanente avec les îlônes	1	1	1	RLO	R4	C4
	C5	Abaïsser/supprimer les seuils et barrages	Diversifier les faciès d'écoulement en supprimant les ouvrages qui créent des plans d'eau non naturel	2	1	2	RCS	R5	C5
	C6	Effectuer des rechargements sédimentaires	Restaurer la dynamique sédimentaire, par des apports de sédiments grossiers dans le Vieux Rhône	2	0	0	RJS	R1	C6
	C7	Gérer les bois morts dans le Vieux Rhône et les îlônes	Créer des milieux spécifiques, favoriser la dynamique sédimentaire latérale (provoquer des érosions par embâcles)	1	0	0	RBM	R6	C7
	C8	Gérer les atterrissements	Favoriser la diversité des stades de végétalisation des atterrissements	1	0	0	CHG	G12	C8
	C9	Créer ou améliorer les dispositifs de montaison et/ou de dévalaison	Equiper les points de rupture de la continuité écologique	0	0	2	Hors SDGS	Hors SDGS	C9
	C10	Gérer les ouvrages pour réguler les vitesses d'augmentation et de diminution des débits dans le Vieux Rhône	Limiter la sédimentation des fines dans les îlônes, par un meilleur contrôle des phases de crue et de décrue	1	2	1	Hors SDGS	Hors SDGS	C10
	C11	Gérer les ouvrages pour augmenter la fréquence des crues morphogènes dans le Vieux Rhône (Q2-Q5 naturel)	Restaurer une dynamique sédimentaire dans les Vieux Rhône par une gestion des barrages en crue	2	2	0	RQM	R11	C11
	C12	Réduire l'impact des éclusées (marnage) sur les niveaux d'eau	Limiter l'impact des variations journalières des hauteurs d'eau pour limiter les variations de faciès d'écoulement sur un même site à des pas de temps	0	2	0	Hors SDGS	Hors SDGS	C12
	C13	Augmenter le débit réservé	Diversifier les faciès d'écoulement par augmentation du débit minimum dans le Vieux Rhône	0	2	0	RQR	R10	C13
	C14	Intégrer une saisonnalité des débits réservés	Diversifier les faciès d'écoulement par une variation annuelle du débit minimum dans le Vieux Rhône	0	2	0	RQR	R10	C14
Berges	B1	Favoriser/développer une végétation rivulaire diversifiée, large et continue	Constituer un corridor écologique continue sur les berges	1	0	0	RMA, RRC	R2-R7	B1
	B2	Modifier/supprimer les protections (enrochements et perrés du XIXe siècle)	Redonner une dynamique latérale et favoriser la recharge sédimentaire	2	0	0	MTD, RMA	R2-R8	B2
	B3	Reprofilier les berges	Diversifier les faciès des berges	2	0	0	RMA, RRC	R2-R7	B3
	B4	Ne pas lutter contre l'érosion	Redonner une morphologie naturelle aux berges	1	0	0	RMA	R2	B4
Plaine d'inonda- tion	P1	Créer un lit moyen par décaissement	Diversifier les faciès, en créant un lit moyen plus fréquemment inondé, par décaissements de zones	2	2	0	RBA	R3	P1
	P2	Créer des îlônes	Diversifier les faciès en créant des milieux aux caractéristiques hydromorphologiques rhodaniennes	2	1	2	RLO	R4	P2
	P3	Supprimer les digues qui constituent des casiers hydrauliques dans la plaine	Diversifier les faciès par inondation de la plaine (restauration des zones humides)	1	2	0	RMA	R2	P3
	P4	Restaurer la morphologie des îlônes	Diversifier les faciès, en restaurant les îlônes	2	1	1	RLO	R4	P4
	P5	Restaurer la connectivité des îlônes	Diversifier les faciès, en restaurant les îlônes pour maintenir une connectivité hydraulique et favoriser	1	2	2	RLO	R4	P5
	P6	Aménager les confluences	Restaurer la continuité sédimentaire et écologique, au droit des zones de confluence	2	0	2	RMA, RBA, MTD	R2-R3-R8	P6
	P7	Supprimer les points de rupture de la continuité dans les îlônes	Restaurer la continuité écologique, par l'aménagement notamment des passages busés	0	0	1	RLO	R4	P7
	P8	Gérer la végétation contre la fermeture des milieux	Dynamiser le fonctionnement des annexes fluviales en luttant contre la fermeture des milieux et les espèces	1	0	0	ESS	G13	P8
	P9	Restaurer les zones humides	Diversifier les faciès par restauration de milieu ou par réaménagement des anciennes gravières	1	0	0	RLO, RAG	R7-R8	P9

G1 – dragage de sédiments fins



G2 – Restitution de fines



G3 – Dragage de sédiments grossiers (voie terrestre)



G3 – Dragage de sédiments grossiers (voie fluviale)



G4 – Restitution de sédiments grossiers en retenue



G12 - Charruage



G13 - Essartage



Figure 29 : Synthèse illustrée des actions-clés de « gestion »

G6 – Mise en transparence de barrage (Seysssel)

G5 – Chasse de retenue (Verbois)



R1 – Réinjection de sédiments grossiers



R2 – Réactivation marges alluviales



R4 – Restauration de îlons



R10 – Relèvement des débits réservés

R7 – Restauration dans les retenues ou canaux

R11 – Augmentation de la fréquence des débits morphogènes

Actions pratiquées actuellement

Actions nouvelles

LEGENDE

- Mouvement de matériaux plutôt fins
- Mouvement de matériaux plutôt grossiers ou mixtes
- Provenance/destination à définir

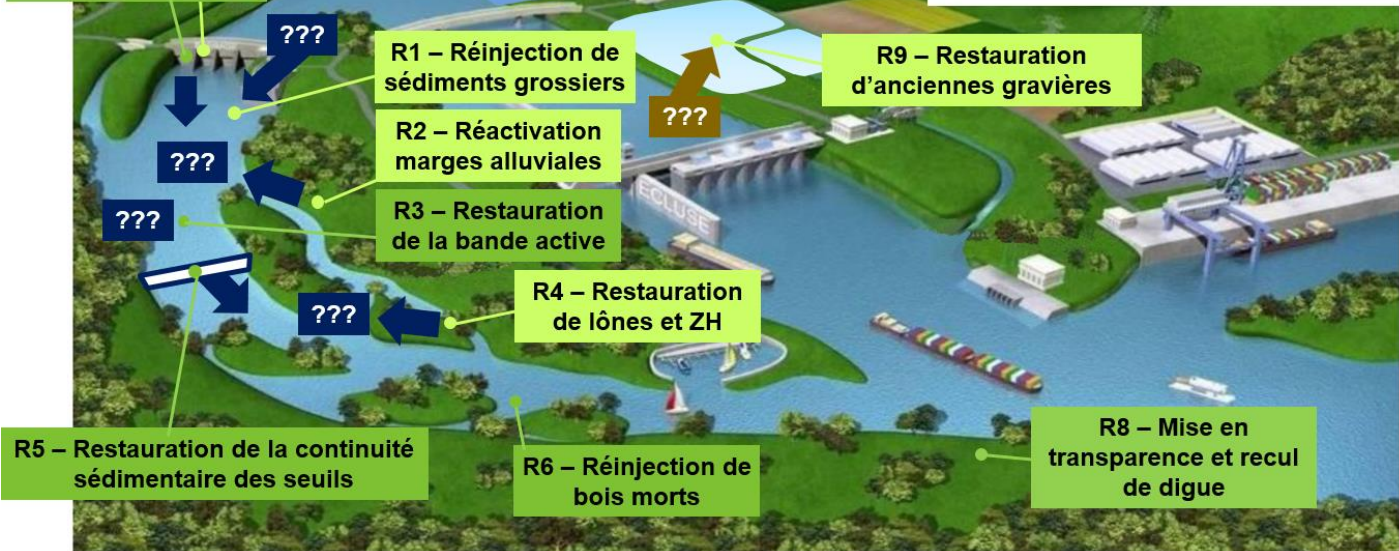
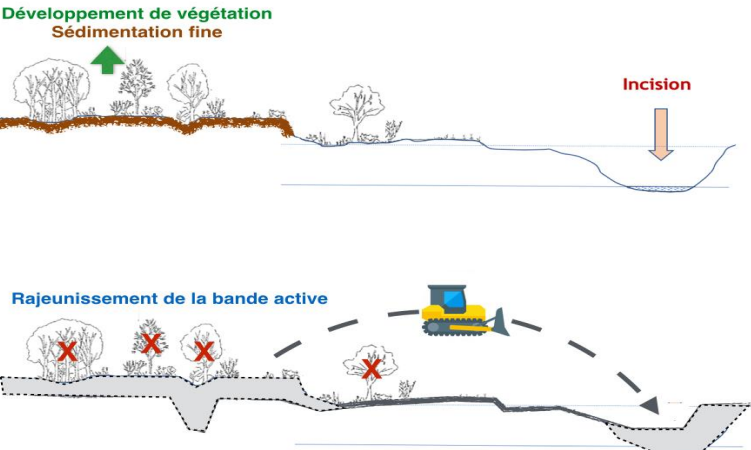


Figure 30 : Synthèse illustrée des actions-clés de « restauration »

En clair, les actions pratiquées actuellement, en plus foncé les actions-clés nouvelles

R3 – Restauration de la bande active

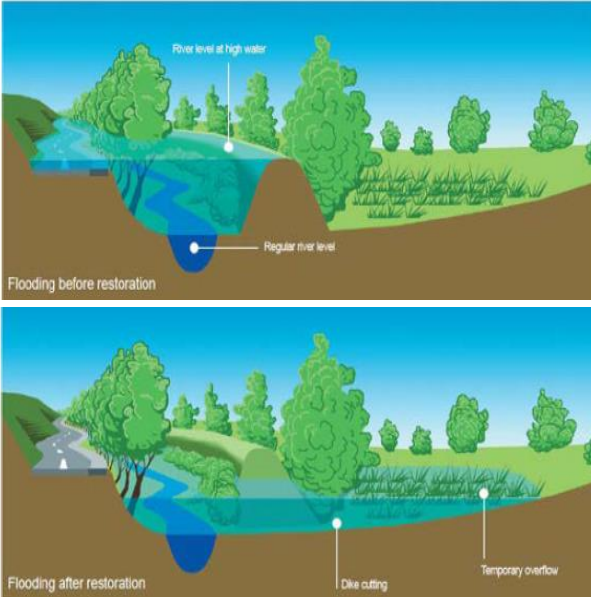


R6 – Réinjection de bois mort

R9 – Restauration d'anciennes gravières



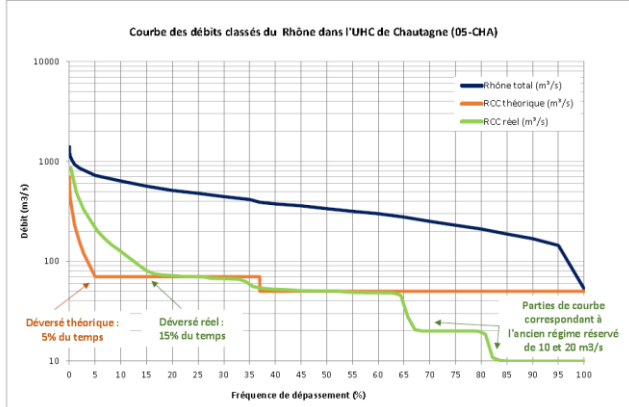
R8 – Mise en transparence et recul de digue



R7 – Restauration dans retenues/canaux



R11 – Augmentation de la fréquence des débits morphogènes



3.2.5 Liste des actions-clés susceptibles de composer les scénarios

Cette partie vise à analyser les actions-clés susceptibles de composer les scénarios au regard des pratiques actuelles et du logigramme « enjeux → objectifs → moyens → actions ».

► Sites de gestion G1, G2, G3, G4

Les données du rapport de Mission 4 actualisées ont permis d'établir que le nombre de sites de gestion G1, G2, G3, G4 est déjà très important dans les pratiques actuelles. Il existe en effet :

- 263 sites de gestion actifs ;
- 29 sites inactifs mais identifiés dans des plans de gestion (PGPOD CNR, 2009) ;
- par ailleurs, les enjeux actuels du fonctionnement sédimentaire font état de sites qui pourraient faire l'objet de mesures de gestion à l'avenir, suite à un retour des sédiments lié à un comblement de fosse d'extraction ou de suppression de point bloquant. Au stade de la Mission 6, six sites potentiels ont été identifiés pour la gestion des matériaux grossiers.

Au total, il existe donc 298 sites de gestion avérés ou potentiels sur l'ensemble du Rhône. Sur les 263 sites actifs, 133 concernent uniquement des sédiments fins (actions-clés G1 et G2), 45 concernent uniquement des sédiments grossiers (actions-clés G3 et G4, et ponctuellement R1 ou gestion à terre), et 85 concernent des sédiments mixtes (dragage G1-G3, puis restitution G2-G4).

Pour la suite, on pourra considérer que les actions-clés G1 et G2 sont associées entre elles, les matériaux fins dragués étant restitués dans le cadre de la même opération. L'action-clé G3, quant à elle, est généralement associée à l'action-clé G4 de restitution des matériaux en retenue ou Rhône total ; toutefois, des actions pilotes de réinjection en RCC (action-clé R1) ont été menées et analysées en Mission 4. L'un des enjeux à étudier dans les scénarios porte sur le devenir des matériaux grossiers, afin qu'ils participent à une amélioration des milieux aquatiques des RCC dans des proportions plus significatives que dans les retenues. En fonction de la faisabilité technique et des enjeux, l'action-clé G4 a donc vocation à être remplacée par l'actions-clé R1.

► Sites de gestion G5 et G6

Les sites actuels de gestion de type G5 et G6 sont les suivants :

- Action-clé G5 : APAVER de Verbois (période de retour : 4 ans) ; chasses de la Basse Isère (période de retour historique de 2 à 5 ans, visée : 1 à 2 ans) ;
- Action-clé G6 : Accompagnement d'APAVER ou accompagnement de chasses de la Basse Isère par CNR.

Dans le cadre des scénarios, le principe de chasse (G5) ou de mise en transparence (G6) pourrait être appliqué sur d'autres ouvrages afin de répondre à des enjeux de sûreté-sécurité, d'hydroélectricité, voire d'écologie (favoriser les flux de sables vers le littoral méditerranéen).

► Sites de gestion G7 à G11

Aucun site de gestion de type G7 à G11 n'est identifié à ce jour, en amont de la composition des scénarios ; l'émergence de ces sites découlera de l'analyse de ces scénarios.

Cependant, il est toutefois possible de mentionner des actions réalisées par le passé, des actions recensées en Mission 5 ou des actions prévisibles :

- Action-clé G7 : manœuvre de vanne de fond plus fréquente au barrage de Génissiat (UHC#03-GEN) de façon à réduire la sédimentation et éviter d'avoir à réaliser un dragage avant accompagnement d'APAVER ;
- Action-clé G8 : ce type d'action a par exemple déjà été réalisé puisqu'il existe des seuils de fond à l'entrée des canaux usiniers des ouvrages CNR qui contrôlent l'intrusion de sédiments grossiers dans les canaux. Il existe par ailleurs un projet de modification de la brèche de Neyron en entrée du Vieux Rhône de Neyron (UHC#10-ALY) qui permettrait de limiter les flux grossiers pénétrant dans le périmètre des champs captants de la Métropole de Lyon ;

- Action-clé G9 : création d'un site de gestion des matériaux excédentaires en partie aval d'un RCC. Ce type d'action n'a pas encore été réalisé dans ce but, même si certains sites de dragages localisés en limite aval de RCC s'apparentent déjà à ce type de site G9 (Pont de la Loi / 05-CHA, fosse de la Feyssine / 10-ALY, chenal Lafarge / 18-MON, Pont-Saint-Esprit / 19-DZM, etc.) ; sauf si un RCC est totalement pavé et dans l'incapacité de produire une charge sédimentaire par érosion, une action-clé R1-Réinjection sédimentaire ne devrait pas être à l'origine d'une augmentation des matériaux à draguer en aval du RCC ;
- Action-clé G10 : il s'agit d'une action qui est pratiquée sur le Danube dans la section navigable entre Vienne et Bratislava (cf. Mission 5). Ce type d'action a pu être envisagé par CNR mais n'a pas été mise en œuvre à ce jour ;
- Action-clé G11 : action qui est pratiquée sur la Durance (cf. Mission 5) dans le cadre de la mise aux normes de systèmes d'endiguements, et qui n'a pas été envisagée à ce stade pour le Rhône.

Les scénarios permettront de déterminer si ces actions sont utiles et peuvent s'appliquer sur le Rhône. Il faut préciser également que l'échelle de travail de scénarios ne permettra pas d'identifier tous les sites possibles pour ces actions, et qu'il sera nécessaire de prévoir ultérieurement des analyses locales plus précises.

► Sites de gestion G12 et G13

Les sites de gestion de type G12 et G13 renvoient à une action courante depuis la mise en place des aménagements de la concession CNR et qui concernent une grande partie des RCC du Rhône :

- Action-clé G12 : charruage des bancs alluvionnaires dans les RCC, notamment sur le Haut-Rhône et sur le Rhône aval, en aval de l'Isère ;
- Action-clé G13 : essartage de la végétation des bancs alluvionnaires dans les RCC, qui concerne la plupart des RCC.

Ces actions-clé G12 et G13 sont des actions de gestion permettant de gérer l'hydrosystème compte tenu des altérations du fonctionnement morphologique qu'il subit. Dans le cadre des scénarios, ces actions n'ont pas vocation à s'étendre. Au contraire, les scénarios ont vocation à redonner plus d'autonomie aux Vieux Rhône en restaurant des flux sédimentaires (actions-clé R1), décorsetant le lit mineur (actions-clés R2 et R3) ou établissant une hydrologie plus fonctionnelle (actions-clé R10 ou R11). A travers les scénarios, la réflexion devra donc porter sur le fait de maintenir ou de réduire les opérations de charruage et d'essartage.

► Sites de restauration R1 à R11

Les actions-clés de restauration menées depuis les années 1990, qui étaient de type R1, R2, R4, R9, R10, sont actées et ne sont pas reformulées pour les scénarios, sauf s'il s'agit de renouveler des actions potentiellement récurrentes (R1) ou de développer les actions dans d'autres secteurs géographiques (R2, R4, R9).

Les sites de restauration sont inclus dans une seule et unique base de données.

Cette base de données a été construite à partir de la base de données des actions pour l'atteinte du Bon Potentiel Ecologique ou BPE (Note secrétariat technique SDAGE, 2014) qui comprend initialement 209 entrées. Sur ces 209 entrées, 67 ne correspondent pas à des actions-clés du SDGS et peuvent être écartées de la base de données (gestion de boisements, continuité biologique, plan de gestion d'une lône, etc.) ; il reste donc 142 actions associées au schéma directeur.

Sur ces 142 actions associées au schéma directeur, 49 actions ont été réalisées entre 2010 et 2019. Il reste ainsi 93 actions non réalisées en 2019 (date du dernier point établi par l'Agence de l'Eau).

Sur ces 93 actions non réalisées, 38 sont identifiées en termes de faisabilité pour la période 2019-2027, notamment dans le cadre du SDAGE 2022-2027 ; ces actions sont appelées « actions planifiées » même si leur planification réelle est incertaine. Il reste ainsi 55 actions non planifiées avant 2027, et qui sont donc supposées devoir être réalisées après 2027.

Enfin, l'analyse des scénarios va pouvoir mettre en évidence la nécessité de réaliser des actions de restauration complémentaire, non identifiées à ce jour, parmi les types R1 à R11, et qui permettraient soit de viser l'atteinte du bon potentiel écologique pour toutes les masses d'eau, soit de restaurer le Rhône au-delà des objectifs du BPE, dans une logique post-2027 qui n'est pas définie à ce jour.

► Synthèse des coûts unitaires

Les coûts unitaires des actions-clés ont été déterminés à partir de la Mission 4 et d'éléments d'actualisation.

3.2.6 Proposition de scénarios de gestion et de restauration

Introduction aux scénarios

Les actions-clés définies précédemment permettent de répondre aux objectifs attachés à chaque enjeu. Il s'agit cependant de réponses théoriques et conceptuelles car le niveau de développement de chaque action-clé reste à définir. Les scénarios vont permettre de tester les actions-clé à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs, sans chercher à les atteindre tous à la fois, et vont permettre d'analyser les résultats et les impacts de ces combinaisons d'actions-clés. Il s'agit donc de scénarios qui peuvent être extrêmes dans leur approche, la finalité étant de déterminer les marges de manœuvre qui existent vis-à-vis des enjeux et de définir une stratégie réaliste en vue d'une atteinte équilibrée des objectifs.

Au vu de ces éléments, et en vue d'aboutir à une stratégie de gestion et de restauration sédimentaire, il semble nécessaire de :

- définir des temporalités de mise en œuvre et d'atteinte des objectifs ;
- travailler à une échelle géographique appropriée : site, TH, UHC ?
- définir pour quels types de sédiments les actions-clés permettent d'agir (fins, sables, graviers) ;
- définir des scénarios différenciés permettant de :
 - analyser les effets respectifs, les interdépendances et les synergies entre les actions-clés, notamment en terme de devenir et de mouvements des sédiments ;
 - définir les marges de manœuvre existantes au niveau de chaque type enjeux ;
 - définir les capacités de restauration des fonctionnalités de l'hydrosystème ;

Au stade des scénarios, il ne sera pas toujours possible de quantifier les besoins exacts des actions. Par exemple : pour une action de réinjection sédimentaire (R1), quel volume faut-il réinjecter et avec quelle fréquence ? Pour une action de restauration R2, R3, ou R4, quel doit être le linéaire de berge ou de lône à restaurer ? des ordres de grandeurs pourront être donnés et devront être vérifiés lors d'études locales.

Temporalité des scénarios

Selon le cahier des charges de la mission, la gestion du fleuve doit être envisagé selon des échéances de 10 ans, de 50 ans et de 100 ans.

L'échéance de 10 ans peut être associée au court terme et correspond dans une certaine mesure à celle du SDAGE 2022-2027. Il peut être considéré que dans une dizaine d'années, vers 2032, les effets des actions menées lors du SDAGE 2022-2027 commenceront à être perceptibles.

L'échéance de 50 ans mène vers 2070. Etant donné la temporalité des actions-clés, pour obtenir des résultats en 2070, les actions-clés doivent être avoir été aboutie une vingtaine d'années auparavant (entre 10 et 30 ans selon les fonctionnements locaux, les occurrences de crue et les réponses de la végétation). Aussi, il est proposé de retenir une échéance de mise en œuvre des actions à 2050, qui a l'avantage de coïncider avec les objectifs de maîtrise du changement climatique. Toutefois, on gardera à l'esprit que chaque territoire peut avoir sa propre temporalité.

L'échéance de 100 ans mène en 2120. C'est une échéance peu perceptible à l'échelle des acteurs actuels de la gestion du fleuve, et qui pose plusieurs questions sans réponse aisée :

- En effet, une échéance à 100 ans pourrait conduire à poser la question de l'état et du devenir des ouvrages de génie civil dont la durée de vie est généralement associée à une centaine d'années. En 2120, tous les ouvrages hydroélectriques auraient plus de 130 ans, et les plus anciens auraient 221 ans pour l'usine de Cusset, 196 ans pour l'usine de Chancy-Pougny, 183 ans pour le barrage de Jons, 177 ans pour le barrage de Verbois, et 172 ans le barrage de Génissiat.

Les nécessités de production d'énergie et de transport fluvial dans 100 ans ne sont pas connues. Des projets de transition énergétique tels que le « Shift Project » (<https://theshiftproject.org/>) mettent en avant la nécessité de densifier le transport fluvial. Cependant, sur le plan énergétique, faudra-t-il toujours compter sur la production hydroélectrique ? celle-ci est proportionnellement faible sur le Rhône par rapport aux CNPE : en effet, l'ensemble des ouvrages hydroélectriques (17 TWh) produit presque autant qu'un CNPE (20 TWh) ; cependant, dans le fonctionnement de la concession, les ouvrages hydroélectriques permettent notamment de financer les infrastructures de navigation.

- Quel sera l'impact du changement climatique sur l'hydrologie et le fonctionnement sédimentaire. Comme indiqué en partie §. , si les tendances sont avérées sur les étiages, débits moyens, et périodes de fonte des neiges dans les massifs, les évolutions des débits de crue ou débits morphogènes ne sont pas connues, et il est à ce stade impossible de donner des évolutions probables pour les flux sédimentaires, fins ou grossiers.

Ainsi, plusieurs sujets ne sont pas consolidés à ce stade. Dans l'attente d'éléments complémentaires, il est fait l'hypothèse que l'échéance à 100 ans reste dans le prolongement de l'échéance à 50 ans (avec présence des mêmes barrages hydroélectriques, CNPE, voie fluviale), avec un fonctionnement mature du Rhône suite aux actions de gestion et de restauration engagées jusqu'en 2050.

Périmètres d'analyse des scénarios

La question de l'échelle d'analyse des scénarios s'est posée au démarrage des réflexions de Mission 6. Au cours des missions de Phase 1, trois échelles de travail emboîtées ont été mises en place :

- Sites d'intervention : 445 sites de gestion et/ou de restauration ;
- Tronçon Homogènes (TH) : 104 tronçons (R, RCC, CU, RT, A), dont 86 sur le Rhône (hors affluents) ;
- Unités Hydrographiques Cohérentes (UHC) : 25 unités entre le lac Léman et la mer Méditerranée.

Le diagnostic des Missions 2, 3 et 4 a confirmé que les UHC correspondent à une bonne échelle de compréhension et de gestion des sédiments. Toutefois, les premiers tests de scénario ont montré que l'échelle des UHC était insuffisante compte tenu des interactions entre UHC et des objectifs de réinjection sédimentaire qui peuvent imposer des transports de sédiments entre UHCs.

Aussi, il a été décidé de proposer la constitution de grands secteurs, incluant plusieurs UHC, celles-ci étant liées par des intérêts communs de continuité sédimentaire, soit pour les fines (limons, sables), soit pour les matériaux grossiers. Cet élargissement d'échelle donne des latitudes plus grandes pour rechercher les meilleurs sites de réinjection lorsque cela s'avère nécessaire. Inversement, on se rendra compte lors de l'analyse des scénarios que les grands secteurs peuvent être connectés entre eux, ce qui confirme finalement qu'il n'y a pas d'échelle de sectorisation unique sur le fleuve Rhône.

Ainsi, il a été proposé de décomposer le Rhône en 6 grands secteurs, selon le Tableau 15.

Tableau 15 : Délimitation des grands secteurs d'analyse des scénarios de gestion et de restauration

Code	Grands secteurs	UHC incluses	Linéaire de Rhône (par les RCC)
I	Haut-Rhône entre Genève et Seyssel	UHC#01-04	58,9 km
II	Haut-Rhône entre Seyssel et Sault-Brénaz	UHC#05-08	90,8 km
III	Rhône entre Sault-Brénaz et Vaugris	UHC#09-12	99,0 km
IV	Rhône aval entre Péage-de-Roussillon et Bg-lès-Valence	UHC#13-15	75,2 km
V	Rhône aval entre Beauchastel et Donzère	UHC#16-19	95,1 km
VI	Rhône aval entre Caderousse et le delta	UHC#20-25	138,4 km *
	TOTAL	UHC#01-25	557,4 km *

* hors Petit Rhône

Chaque grand secteur inclut donc entre 3 et 6 UHC. Il est bien précisé qu'il s'agit de périmètres géographiques pertinents pour l'analyse des scénarios. Les UHC gardent leur statut et, ultérieurement, il sera toujours possible de ramener les actions et préconisations des grands secteurs à l'échelle des UHC.

La Figure 31 illustre la délimitation géographique des 6 grands secteurs et la Figure 32 reporte ces secteurs sur le profil en long des flux de charriage.

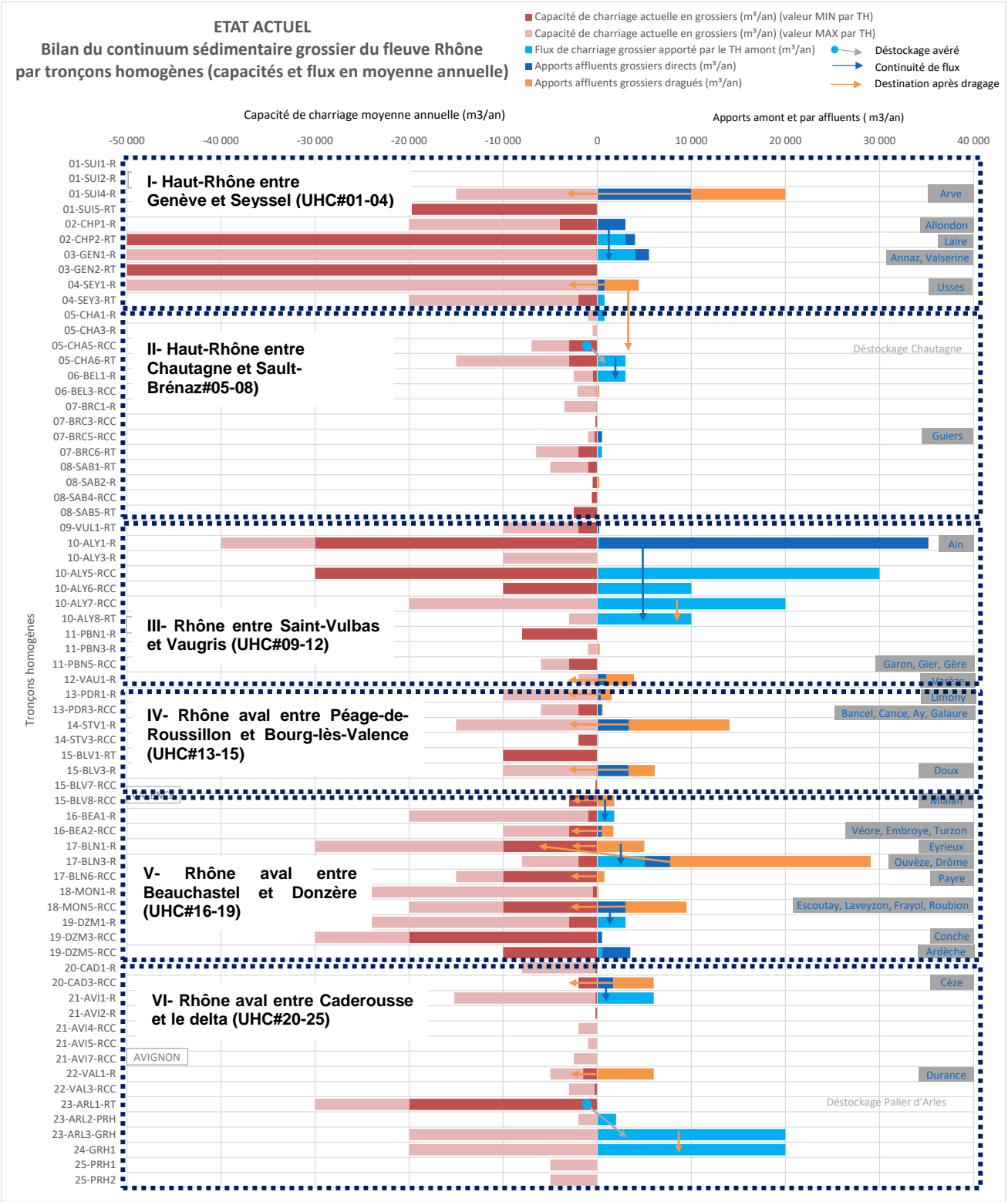
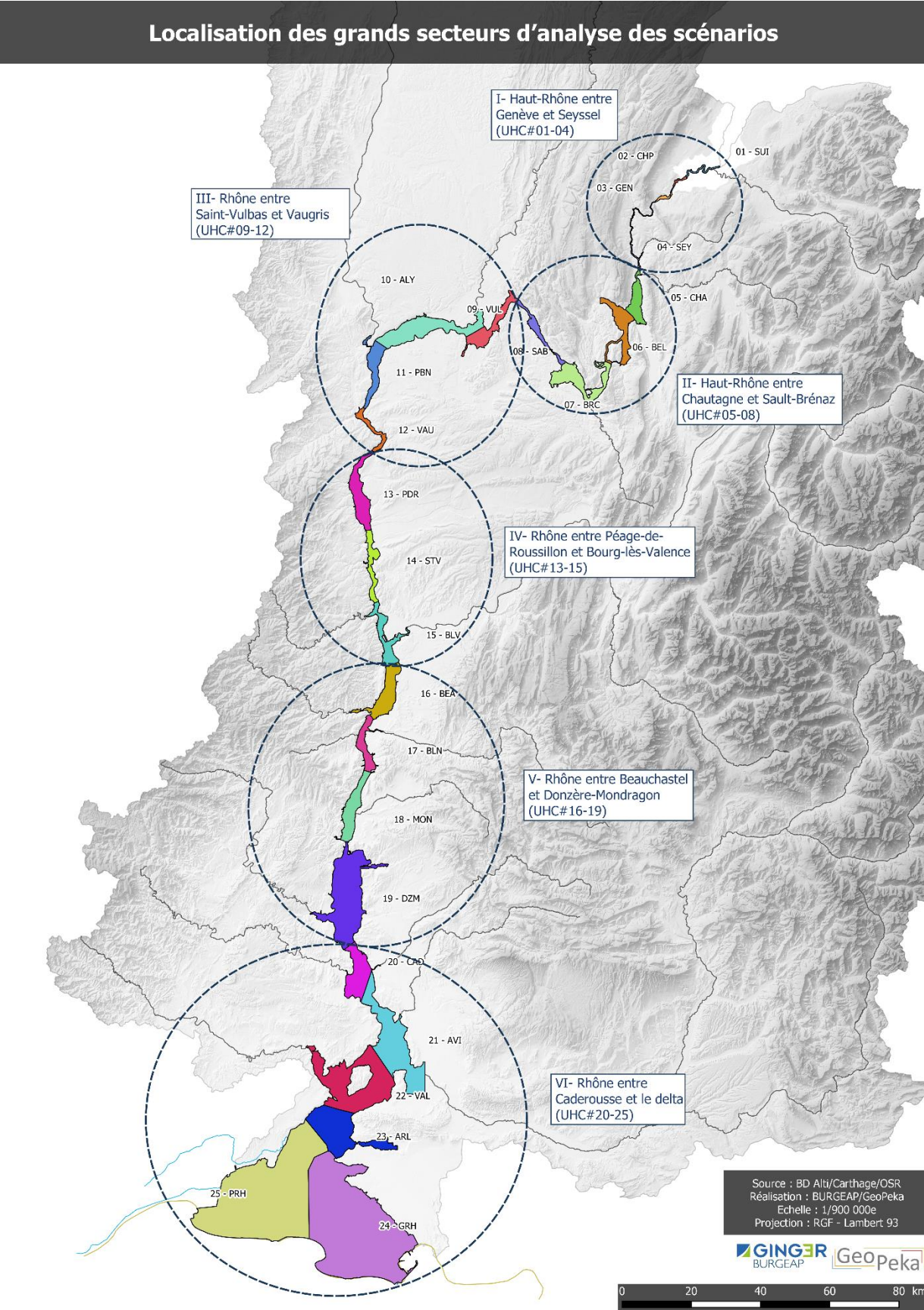


Figure 32 : Cohérence des grands secteurs avec le fonctionnement hydrosédimentaire actuel

Chaque limite amont-aval d'un grand secteur correspond à une rupture nette de continuité sédimentaire de la charge de fond. Seule exception : transfert des matériaux de dragages des Usse (Secteur I) vers le RCC de Chautagne (Secteur II) (réinjection menée en 2016)

Figure 31 : Délimitation des grands secteurs d'analyse des scénarios de gestion et de restauration

3.2.7 Marges de manœuvre possibles pour les scénarios

Compte tenu des objectifs généraux, des actions-clés et des enjeux, la composition des scénarios peut être envisagée avec des conditions permettant d’atteindre les objectifs tout en permettant de tester les impacts et donc les marges de manœuvre possibles. Les marges de manœuvre à tester sont résumées dans le Tableau 16 pour les différents enjeux :

- le statu quo s’est imposé pour les enjeux de sûreté (ouvrages hydrauliques, CNPE, AEP).
- des améliorations plus ou moins fortes sont possibles pour le potentiel écologique (objectif SDAGE 2022-2027, BPE pour toutes masses d’eau, objectif supérieur au BPE) ;
- pour les usages à contraintes techniques obligatoires (CTO), différentes ambitions sont possibles entre renforcer ces CTO pour les usages qui n’en ont pas, ou adapter les usages au fonctionnement hydrosédimentaire.

L’évolution du niveau de satisfaction des enjeux est illustrée par les couleurs de la frise ci-dessous et la position des différents « curseurs ».

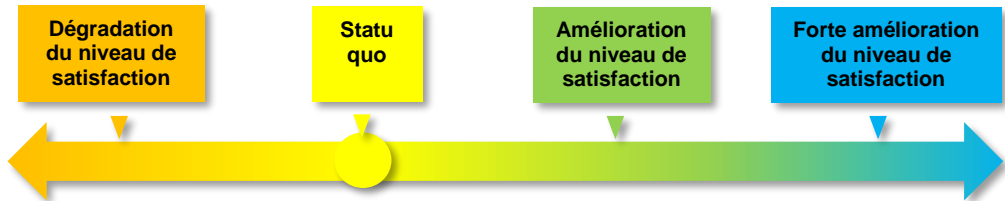


Tableau 16 : Synthèse des marges de manœuvre à tester dans le cadre des scénarios

Enjeu principal	Enjeu détaillé	Status quo ou marges de manœuvre
Biodiversité	Bon potentiel écologique	<ul style="list-style-type: none"> Respect des objectifs du SDAGE 2022-2027 (atteinte du BPE pour 18 masses d’eau sur 26) Atteinte du BPE pour toutes les masses d’eau Vision vers un objectif supérieur au BPE
	Biodiversité milieux humides et terrestres	<ul style="list-style-type: none"> Respect de la tendance actuelle Restauration des fonctions d’espace de bon fonctionnement de l’hydrosystème du fleuve
Sûreté-sécurité	Ouvrages hydrauliques	<ul style="list-style-type: none"> Respect de la sûreté des ouvrages pour tout scénario
	CNPE	<ul style="list-style-type: none"> Respect de la sûreté des CNPE pour tout scénario
	AEP	<ul style="list-style-type: none"> Respect de la sûreté des ouvrages AEP pour tout scénario
	Zones inondables	<ul style="list-style-type: none"> Atténuation des aléas en zones inondables Respect strictement des niveaux de protection actuels dans les zones à enjeux forts Réduction du niveau de protection, au moins dans les zones à faible enjeu
Usages socio-économiques	Usages à CTO (navigation, hydroélectricité)	<ul style="list-style-type: none"> Respect strict des CTO Adaptation des usages et des CTO au fonctionnement sédimentaire
	Usages sans CTO (AEP, irrigation, loisirs)	<ul style="list-style-type: none"> Extension des CTO pour ces usages Status quo Adaptation des usages au fonctionnement sédimentaire

3.2.8 Définition des scénarios

Compte tenu des éléments précédents, il existerait une multitude de combinaisons possibles pour la composition des scénarios : on peut comptabiliser en effet 108 combinaisons possibles pour les enjeux (3x2x1x1x1x3x2x3=108; d’après Tableau 16) ; pour les enjeux de continuité sédimentaire de la charge de fond, il existe a minima 2 modes de gestion extrêmes qui visent 1) à gérer les sédiments systématiquement par dragages et 2) à gérer les sédiments par continuité gravitaire à travers les retenues et les barrages.

Devant cette complexité des possibilités de scénarios, il a été retenu de définir 4 grands scénarios permettant dans la mesure du possible de tester le maximum de configurations possibles.

Ainsi, chaque scénario est défini par :

- a) une philosophie à laquelle sont attachés des objectifs pour les 3 grands enjeux,
- b) un plan d’actions à mettre en place,
- c) des impacts différenciés, mettant en évidence d’éventuelles possibilités de marges de manœuvre.

L’objectif de cette sous-section est de présenter ces différents scénarios. Au stade de la Mission 6, les scénarios sont définis dans leur globalité. Dans un second temps, au cours de la Mission 7, les scénarios seront analysés par grands secteurs avant de définir une stratégie adaptée.

Pour mémoire, et selon des développements exposés dans le rapport de Mission 6, il n’est pas envisagé de scénario de « non intervention ».

Les quatre scénarios considérés sont les suivants :

Scénario 1 – Scénario actuel

Ce scénario consiste à poursuivre la stratégie actuelle de gestion des sédiments mise en œuvre dans le Rhône, notamment dans le respect des contraintes techniques obligatoires (CTO), selon les mêmes objectifs et les mêmes modalités que dans l’état actuel (retenues, confluences, CNPE, etc.).

Compte tenu de l’évolution des pratiques, le terme « actuel » s’entend selon la gestion menée sur les 5 dernières années environ (2016-2021). Le Scénario 1 intègre les actions en cours et programmées pour atteindre les objectifs de bon potentiel écologique prévu dans le SDAGE 2022-2027. **Ce scénario sert ainsi de référence pour analyser les bénéfices et impacts des autres scénarios.**

En pratique, le Scénario 1 présente un nombre d’actions limité, comme dans l’état actuel. Il focalise sur la gestion sédimentaire courante avec les actions-clés G1, G2, G3 et G4. Les actions de chasses (G5) et de mise en transparence de barrage (G6) sont pratiquées comme dans la gestion actuelle. Les actions de restauration les plus couramment pratiquées sont les actions-clés R2 (réactivation des marges) et R4 (restauration des îlons). Les actions R1 de réinjection sédimentaire sont émergentes, certaines d’entre elles sont prévues dans les actions pour le bon potentiel (pour 2027 : 05-CHA, 12-PDR ; pour après 2027 : 06-BEL, 07-BRC, 11-PBN, 16-BEA, 18-MON, 19-DZM) ;

Scénario 2 – Scénario de continuité sédimentaire interventionniste pour les sédiments grossiers

Ce scénario vise à maximiser la continuité sédimentaire en utilisant avant tout des actions mécaniques de dragage et de transport de matériaux, tout en sécurisant l’ensemble des activités économiques. La continuité sédimentaire vise en priorité à rétablir un transit des sédiments vers l’aval mais des transferts vers l’amont sont également envisageables s’ils apportent une plus-value.

Dans cette logique, les Contraintes Techniques Obligatoires attachées à la navigation, l’hydroélectricité et la protection contre les inondations sont respectées. C’est-à-dire que le Scénario 2 ne doit pas conduire à ce que les CTO soient menacées. Par ailleurs, les CTO sont renforcées pour tous les usages qui n’ont pas actuellement de cahier des charges sur l’état morphologique ou hydrosédimentaire du fleuve (AEP, irrigation, rejet EU, etc.), en appliquant la CTO « Volume utilisable : liée à une activité de stockage de la ressource (AEP, irrigation, hydroélectricité, soutien d’étiage) ».

Ainsi, la priorité est donnée à la gestion par dragage dans le but de respecter les CTO et avec pour objectif de faire transiter les sédiments en aval. Les matériaux dragués sont donc systématiquement réinjectés en aval, notamment dans les RCC, dans la limite du respect des CTO (valorisation des matériaux dans le cas contraire), en particulier pour les enjeux d’inondation. Ces apports de sédiments peuvent participer au BPE des RCC, voire aller au-delà des objectifs, sans toutefois déclencher d’autres actions que celles qui sont prévues dans l’étude BPE. **Ainsi, ce scénario doit permettre d’apprécier jusqu’où on peut mener le BPE par des actions de dragages / réinjection, tout en garantissant et renforçant les CTO.**

En pratique, le Scénario 2 met l’accent sur les opérations de dragages G1, G2 et G3 et remplace les actions G4 par des réinjections de type R1 en RCC ou Rhône total. La restauration de flux grossiers dans les RCC conduit à envisager la mise en place de site de gestion G9. Les actions de restauration sont similaires à celles prévues dans le Scénario 1 ; elles bénéficient cependant des réinjections systématiques, à la mesure des capacités de charriage pour ne pas menacer les CTO, dans les RCC et Rhône totaux.

Plusieurs impacts potentiels peuvent résulter de ce scénario comme a) l’augmentation des coûts et des émissions de GES résultant de la mise en place des dragage systématiques, et b) avoir des gains sur la continuité sédimentaire et une amélioration de l’état écologique des RCC.

Scénario 3 – Scénario de continuité sédimentaire gravitaire

Ce scénario vise à mettre en œuvre une continuité sédimentaire maximale avec des solutions gravitaires. Ces solutions sont basées sur des chasses, des mises en transparence d’ouvrage, des optimisations de gestion d’ouvrage et des réaménagements d’infrastructures pour diminuer les phénomènes de sédimentation.

Les actions de dragages sont limitées au strict minimum et ne sont effectuées que pour les infrastructures où un risque ne pourrait être géré par des processus gravitaires. Par la suite, pour ce scénario, les CTO ne sont plus prioritaires : les ouvrages hydrauliques et usages socio-économiques sont adaptés au fonctionnement hydrosédimentaire, au besoin déplacés. Le transit de sédiments grossiers vers l’aval permet de tendre potentiellement vers un BPE plus ambitieux que dans le Scénario 1 pour les secteurs en déficit qui retrouvent un flux sédimentaire grossier.

Conformément au Tableau 16, ce scénario reste toutefois intangible sur certains enjeux de sûreté : ouvrages hydrauliques (barrages de retenues, barrages latéraux), CNPE, captages AEP. Sur les autres thématiques, certaines latitudes sont autorisées : abaissement du niveau de protection en zone d’aléa faible, arrêt temporaire de production hydroélectrique, arrêt temporaire de transport fluvial, etc. Ce scénario peut donc présenter un impact fort sur les principaux usages socio-économiques du fleuve en raison du non-respect des CTO.

Ce scénario permet donc d’apprécier les marges de manœuvre qui pourraient exister sur les CTO afin d’utiliser la voie gravitaire pour faire transiter les sédiments et diminuer les interventions par dragage. Dans le même temps, ce scénario permet d’apprécier les gains écologiques qui seraient obtenus par cette voie, en comparaison avec la voie du Scénario 2.

En pratique, le Scénario 3 focalise sur la continuité sédimentaire gravitaire. Les dragages sont marginaux, ils ne sont plus une priorité, les sédiments transitant dans les retenues par chasses (G5) et mises en transparence (G6). Toutes les solutions locales favorisant la continuité sédimentaire sont envisagées, telles l’optimisation de la gestion des ouvrages (G7), l’optimisation des infrastructures (G8), l’adaptation du chenal navigable (G10) ou le redimensionnement de systèmes d’endiguements (G11). Le charriage (G12) et l’essartage (G13) ne sont plus nécessaires du fait des flux de charriage qui sont restaurés. Il n’est plus nécessaire de réinjecter des sédiments grossiers issus de dragages (R1) ni de réaliser des débits morphogènes (R11). Les autres actions de restauration sont similaires à celles des Scénarios 1 et 2 ; l’accent est cependant mis sur la continuité au niveau des seuils pouvant bloquer la charge sédimentaire, notamment dans les Vieux Rhône

Scénario 4 – Scénario de réhabilitation ambitieuse des fonctionnalités de l’hydrosystème

Ce scénario vise à travailler sur la résilience de l’hydrosystème et à réhabiliter les fonctionnalités du fleuve dans une nouvelle configuration morphologique ambitieuse et adaptée aux enjeux biologiques / sûreté / usages futurs, y compris au regard du changement climatique. Il ne s’agit pas toutefois de revenir au Rhône du 19^{ème} siècle conformément aux principes développés en Mission 6. La résilience d’un système est sa capacité à absorber une perturbation (étiage, crue, changement climatique) et à se réorganiser tout en maintenant ses fonctions, une structure et des boucles rétroactives similaires à l’état pré-perturbation ; l’hétérogénéité spatiale, la fragmentation et la connectivité favorisent la résilience (Olivier J.M., 2022).

Ce scénario vise non seulement à atteindre le BPE pour toutes les masses d’eau en 2027 mais sert à définir des objectifs plus ambitieux pour le long terme, en intégrant notamment toutes les fonctionnalités présentes dans un espace de bon fonctionnement (nappe alluviale, bande active, connectivité latérale, milieux humides, milieux terrestres, etc.).

Les actions sont avant tout des actions de restauration, notamment des actions de : a) réinjection de sédiments (en particulier dans les Vieux Rhône), de restauration des marges alluviales et de la bande active, de réinjection de bois mort, b) de restauration morphologique et sédimentaire, des milieux annexes humides et terrestres : îlons, anciennes gravières, etc. Les actions de gestion sédimentaire (chasses, dragages) sont menées comme dans l’état actuel (Scénario 1).

Divers impacts potentiels résultent de ce scénario tels que : a) la minimisation des coûts d’entretien à long terme, b) l’amélioration du fonctionnement et de l’état écologique de la rivière, c) le respect du potentiel naturel de la rivière, d) un meilleur fonctionnement des usages socio-économiques de l’eau grâce à la réhabilitation des fonctionnalités naturelles et e) un impact minimisé sur les CTO.

En pratique, le Scénario 4 donne la priorité aux actions de restauration. Les opérations de gestion des sédiments fins (G1, G2) ne sont pas modifiées, les dragages grossiers sont évités dans la mesure du possible et leurs matériaux sont systématiquement réinjectés dans les Vieux Rhône (R1), les flux restaurés donnent des résultats majorés sur l’écologie grâce aux actions existantes (R2, R4) et aux actions complémentaires (R3-restauration de la bande active, R6-réinjection de bois mort, R8-recul de digues). En fonction du fonctionnement hydrosédimentaire et des objectifs écologiques à atteindre, la fréquence des débits morphogènes (R11) peut être augmentée par des déversés plus fréquents, dont les capacités de charriage seront à faire coïncider avec les entrées sédimentaires ; ainsi, avant d’engager une action R11, il sera nécessaire de s’assurer que les apports naturels ou par réinjection (R1) peuvent être au moins équivalents à la nouvelle capacité de charriage. Dans les retenues et canaux, des hauts fonds sont créés dans les sections qui le permettent pour diversifier les habitats aquatiques et humides. Enfin, une augmentation supplémentaire des débits et régime réservés par rapport aux évolutions des années 2000-2014 pourra être envisagée si cela est bénéfique pour les milieux aquatiques.

Les scénarios sont volontairement très tranchés, voire extrêmes. Ils doivent permettre d’identifier les ambitions réalistes, les marges de manœuvre sur les CTO et de définir une ambition de long terme pour la restauration du fleuve.

Ce contenu permettra de définir une stratégie à retenir par grand secteur, tout en précisant les variantes possibles et les données à approfondir avant leur mise en œuvre.

Le tableau suivant présente un résumé des principaux éléments présentés dans le paragraphe ci-dessus.

Enjeux \ Scénarios	Niveau de satisfaction dans l'état actuel	Scénario 1 : Scénario actuel (scénario de base)	Scénario 2 : Continuité sédimentaire interventionniste et renforcement des CTO	Scénario 3 : Continuité sédimentaire gravitaire et CTO en variable d'ajustement	Scénario 4 : Réhabilitation ambitieuse des fonctionnalités de l'hydrosystème (avec impacts minimisés sur les CTO)
Ecologie	BPE et BEE non atteints sur plusieurs masses d'eau	- tendance BPE 2027 avec actions planifiées - gestion actuelle des zones humides et terrestres hors BPE (RNN, Natura 2000, etc.)	Idem SC1 avec continuité sédimentaire par dragages dans le respect des CTO	Idem SC1 avec continuité sédimentaire gravitaire par transparence des ouvrages et non respect des CTO	Ambition maximale sur la restauration des milieux Objectifs BPE 2027 toutes ME Actions allant au-delà du BPE Actions bénéficiant à la biodiversité au-delà du BPE (milieux humides et terrestres)
Sûreté-sécurité	Obligations respectées	Obligations respectées	Obligations respectées (ouvrages, CNPE) Obligations renforcées (AEP, irrigation, loisirs)	Obligations de sûreté maintenues (CNPE) ou adaptées (niveau de protection, vulnérabilité captage AEP, etc.)	Obligations respectées en sûreté et adaptées en sécurité (inondation enjeux faibles) (réinjections sédimentaires)
Usages socio-économiques	CTO respectées (navigation, hydroélectricité)	CTO respectées (navigation, hydroélectricité)	CTO respectées (navigation, hydroélectricité) CTO renforcées (AEP, irrigation, EU, etc.)	CTO non prioritaires (navigation, hydroélectricité) CTO adaptées au fonctionnement hydrosédimentaire	Obligations respectées globalement et adaptées localement (impacts débits morphogènes, sur hydroélectricité etc.)

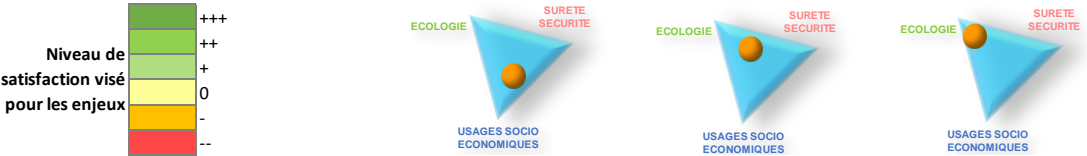


Figure 33 : Définition synthétique des objectifs des scénarios de gestion et de restauration

► Bilan des sites structurants de gestion et de restauration

Le rapport de Mission 6 a montré que le nombre de sites de gestion et de restauration est très important : il existe en effet 263 sites de gestion actifs, auquel ont été ajoutés : a) 29 sites inactifs mais identifiés dans des plans de gestion (PGPOD de la CNR, 2009), et généralement entretenus avant 1995 ; b) 6 sites potentiels liés à un retour des sédiments suite à un comblement de fosse d’extraction et de suppression de point bloquant.

On dénombre par ailleurs 93 actions de restauration inscrites dans le cadre de l’atteinte du bon potentiel et non réalisées. Par ailleurs, les propositions pour le Scénario 4 conduisent à ajouter 54 actions nouvelles.

Ainsi, 445 sites de gestion ou de restauration doivent être considérés.

Comme il n’est pas possible d’intégrer tous ces sites dans l’analyse des scénarios, des catégories d’actions ont été établies. Elles portent d’une part sur les actions de gestion, et d’autre part sur les actions de restauration.

• Catégories d’actions de gestion

Pour les 298 sites de gestion actuels ou potentiels, 4 catégories de sites de gestion ont été définies selon le Tableau 19. Le détail de tous les sites de gestion est fourni dans le rapport de Mission 6.

Les catégories N3 et N4 sont déterminées comme des actions « structurantes », c’est-à-dire des actions qui ont un rôle fort dans le fonctionnement hydrosédimentaire, notamment pour l’activité de charriage, les formes alluviales et les bilans sédimentaires en matériaux grossiers.

• Catégories d’actions de restauration

La base de données des sites d’actions de restauration a été construite à partir de la base de données des actions pour l’atteinte du Bon Potentiel Ecologique ou BPE (Note secrétariat technique SDAGE, 2014) qui comprend 209 entrées. Sur ces 209 entrées, 67 ne correspondent pas à des actions-clés du SDGS et peuvent être écartées de la base de données (gestion de boisements, continuité biologique, plan de gestion d’une lône, etc.) ; il reste donc 142 actions associées au schéma directeur.

Sur ces 142 actions, 49 actions ont été réalisées entre 2010 et 2019. Il reste ainsi 93 actions non réalisées en 2019 (date du dernier point établi par l’Agence de l’Eau). Sur ces 93 actions non réalisées, 38 sont identifiées en termes de faisabilité pour la période 2019-2027, notamment dans le cadre du SDAGE 2022-2027 ; ces actions sont appelées « actions planifiées » même si leur planification réelle est incertaine. Il reste ainsi 55 actions non planifiées avant 2027, et qui sont donc supposées devoir être réalisées après 2027.

Enfin, 54 nouvelles actions sont proposées dans le cadre du Scénario4. Le Tableau 18 résume les 4 catégories d’actions de restauration utilisées pour l’analyse des scénarios.

Tableau 18 : Catégories des sites de restauration d’après leur planification

Catégorie	Définition	Intégration dans les scénarios
Actions réalisées (2010-2019) (49 sites)	Actions issues de la note SDAGE (2014), participant aux objectifs BPE et réalisées en septembre 2019 (données Agence de l’Eau)	Aucun scénario
Actions planifiées (2019-2027) (38 sites)	Actions issues de la note SDAGE (2014), participant aux objectifs BPE pour 2027 et inscrites comme action à réaliser entre 2019 et 2027	Scénarios 1, 2, 3 et 4
Actions non planifiées (> 2027) (55 sites)	Actions issues de la note SDAGE (2014), ne participant aux objectifs BPE pour 2027 et inscrites comme action à réaliser après 2027	Scénario 4
Actions nouvelles (54 sites)	Actions nouvelles proposées dans le cadre du Scénario 4 afin de répondre à des besoins de restauration écologiques non identifiés dans la note SDAGE (2014) : réinjection sédimentaire, débits morphogènes, restauration de la bande active, etc.	Scénario 4

Tableau 19 : Catégories des sites de gestion établies avant l’analyse des scénarios

Catégorie	Définition	Mesures de gestion	Exemples	Intégration dans les scénarios
N1 (174 sites)	<p>Sites de gestion de matériaux fins et/ou sableux, traités majoritairement avec une drague aspiratrice et portant sur des volumes limités</p> <p>Il peut s’agir également d’opérations « one shot » qui n’ont plus lieu d’être renouvelée (par exemple approfondissement d’une darse)</p>	<p>Sites dont la gestion n’a pas lieu d’être améliorée ou à la marge</p> <p>➔ cf. recommandations dans les fiches actions G1 et G3</p>	<p>Entretien de petits aménagements (rampe, quai, échelle limnimétrique, contre-canal, halte fluviale, bassin de joute, etc.)</p> <p>Entretien de confluences avec sédiments fins</p>	Aucun scénario
N2 (89 sites)	<p>Sites de gestion avec matériaux mixtes (grossiers, fins) avec des volumes faibles (quelques dizaines à quelques centaines de m³ par an)</p> <p>Sites de gestion avec matériaux fins et avec des volumes importants (garages d’écluse)</p>	<p>Sites dont la gestion pourrait être améliorée (avec des effets locaux) : devenir de sédiments grossiers de petits volumes (< 500 m³/an)</p> <p>➔ cf. recommandations dans les fiches actions G3 et G4</p> <p>Aménagements localisés ou gestion d’ouvrages pour limiter la sédimentation, réduction de la vulnérabilité, etc.</p> <p>➔ cf. recommandations dans les fiches actions G7 et G8</p>	<p>Entretien de confluences avec volumes grossiers limités (< 500 m³/an) dont la gestion pourrait être mutualisées avec d’autres petites confluences ou avec une confluence de niveau N3</p> <p>Garage d’écluse dont la gestion pourrait être facilitée par des aménagements permettant de diminuer les dépôts</p>	Aucun scénario
N3 (29 sites)	Sites de gestion avec des volumes significatifs (> 500 m³/an et jusqu’à plusieurs dizaines de milliers de m³ par an), en majorité des sédiments grossiers. Ces sites doivent être intégrés dans l’analyse des scénarios	<p>Site dont la gestion pourrait être repensée (avec des effets plus larges) : il s’agit notamment du devenir de sédiments grossiers de volumes conséquents (> 500 m³/an) qui pourraient entrer dans une stratégie plus globale de réinjection sédimentaire en RCC, Rhône total ou ancienne fosse d’extraction</p> <p>➔ cf. recommandations dans les fiches actions G3, G4, R1</p>	<p>Entretien de confluences</p> <p>Entretien du chenal navigable ou de zone de dépôt préférentielle (difffluence, ancienne fosse d’extraction, etc.)</p> <p>Entretien de queue de retenue</p>	Scénarios 1, 2, 3*, 4
N4 (6 sites)	<p>Sites similaires potentiellement aux sites N3, qui n’ont jamais nécessité d’intervention, mais qui pourraient présenter des enjeux à l’avenir et qui doivent être intégrés dans l’analyse des scénarios</p> <p>Le recensement de ces sites n’est pas exhaustif et dépend de la connaissance actuelle du fonctionnement hydrosédimentaire</p>	<p>Site dont la gestion doit être anticipée (avec des effets étendus) : il s’agit notamment du devenir de sédiments grossiers de volumes conséquents (> 500 m³/an) qui pourraient entrer dans une stratégie plus globale de réinjection sédimentaire en RCC, Rhône total ou ancienne fosse d’extraction</p> <p>➔ cf. recommandations dans les fiches actions G3, G4, R1</p>	<p>Entretien d’une ancienne fosse d’extraction, d’un canal usinier, d’une confluence, d’un chenal navigable, etc. dont le comblement lié au retour de sédiments grossiers se mettrait à générer des enjeux (inondations, sûreté, navigation, etc.)</p>	Scénarios 2, 3*, 4

* le Scénario 3 a vocation à supprimer les opérations de dragages pour les sites N3 et N4, mais il peut exister des opérations rendues nécessaires par une insuffisance de transparence sédimentaire des sites

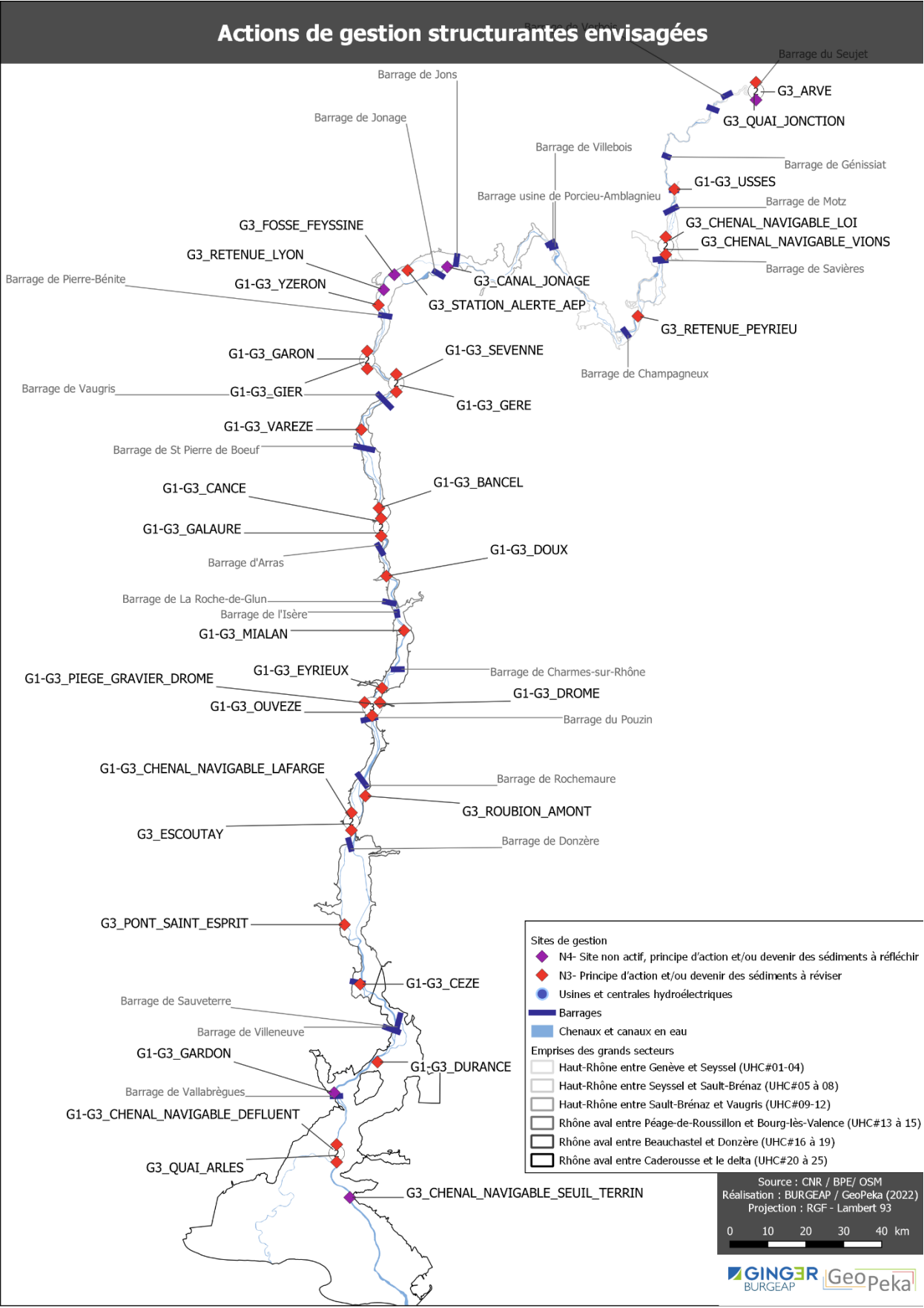


Figure 34 : Carte de localisation des actions de gestion structurantes de niveau N3 et N4

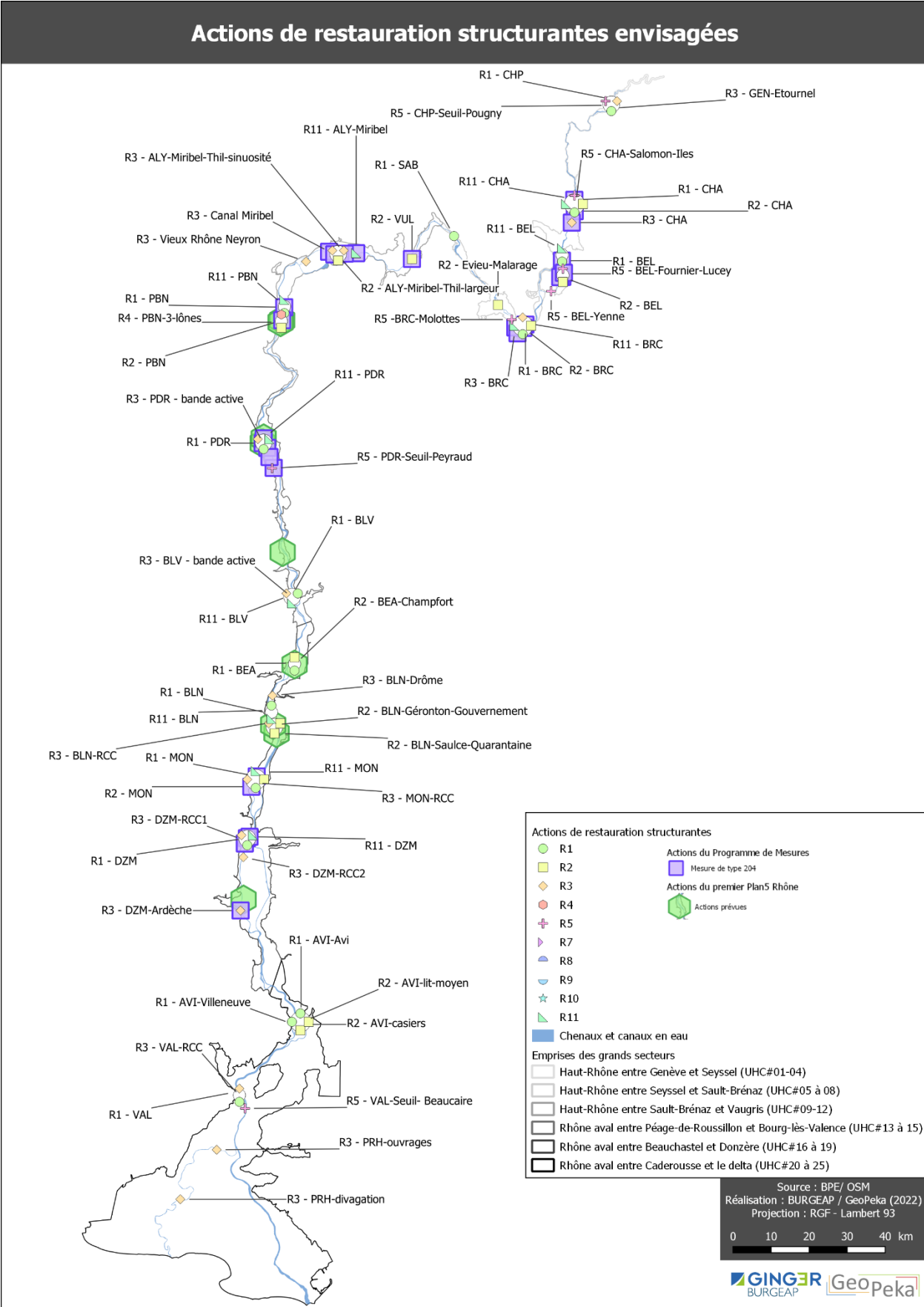


Figure 35 : Carte de localisation des actions de restauration structurantes

Continuité du charriage dans les retenues

Concept de continuité par charriage dans les retenues

Le Scénario 3 envisage une continuité sédimentaire des matériaux grossiers à hauteur des apports amont présents dans le grand secteur. La faisabilité de cette question de la continuité sédimentaire du charriage dans les retenues est régulièrement posée et mérite d’être analysée. La continuité sédimentaire dans les retenues peut être obtenue à conditions que des conditions de charriage soient observées sur un temps suffisamment long afin de mobiliser les sédiments et d’être en mesure de leur faire parcourir la longueur de la retenue. Il est donc nécessaire d’obtenir des conditions hydrauliques favorables et ce, sur une durée de suffisamment longue.

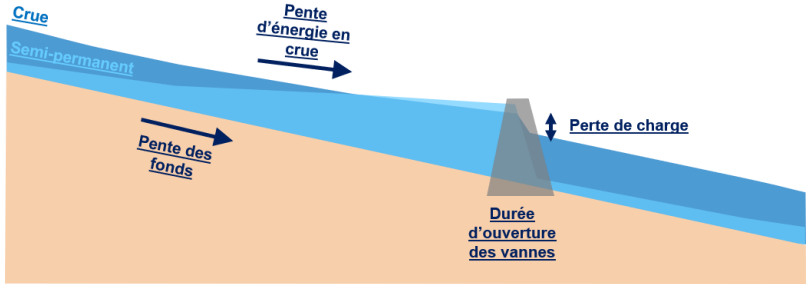


Figure 36 : Schéma de principe des conditions de continuité du charriage dans les retenues

Définition des pentes d'équilibre

Le Tableau 20 récapitule les données d’analyse pour la continuité du charriage dans les retenues, notamment les pentes d’équilibre retenues dans les différents tronçons homogènes, les cotes de radier d’ouvrage prises pour référence, et les pertes de charge résiduelles en crue (Q2, crue exceptionnelle). La définition de ces pentes d’équilibre est essentiellement basée sur les pentes du Rhône avant aménagement (EGR, 2000) et les pentes de lignes d'eau en crue biennale (Q2) (cf. Mission 2).

Tableau 20 : Synthèse des données d’analyse pour la continuité du charriage dans les retenues

N°	Code	UHC	Barrage de retenue	Pente avant aménagement (m) (d'après EGR, 2000)	Pente avant aménagement (m) (d'après EGR, 2000)	Pente choisie pour le Rhône total	Pente choisie pour le RCC	PK barrage	Cote radier barrage (mNGF ortho)	Perte de charge pour Q2 (m)	Perte de charge pour une crue exceptionnelle (m). A droite : crue considérée (d'après EGR, 2000)	Compléments techniques (EGR, 2000)
01	SUI	Seujet-Verbois	Verbois	2,57 ‰	2,57 ‰	2,57 ‰	-	-194,05	349,00	ND	ND	ND
02	CHP	Chancy-Pouigny	Chancy-Pouigny	2,57 ‰	2,57 ‰	2,57 ‰	-	-188,44	336,10	ND	ND	ND
03	GEN	Génissiat	Génissiat	3,00 ‰	3,00 ‰	0,80 ‰	-	-162,12	305,00	42,00	ND	ND
04	SEY	Seyssel	Seyssel	1,20 ‰	1,20 ‰	1,20 ‰	-	-151,69	250,50	5,40	ND	ND
05	CHA	Chautagne	Motz	0,90 ‰	1,20 ‰	1,20 ‰	1,20 ‰	-145,96	243,00	4,80	3,10	1990
06	BEL	Belley	Lavours	0,70 ‰	0,90 ‰	0,95 ‰	0,75 ‰	-131,64	227,50	3,00	≈ 1,5	1990
07	BRC	Brégnier-Cordon	Champagneux	0,20 ‰	0,60 ‰	0,60 ‰	0,55 ‰	-102,95	208,70	3,60	3,00	1990
08	SAB	Sault-Brénaz	Villebois	0,15 ‰	1,00 ‰	0,35 ‰	1,00 ‰	-63,59	192,00	4,20	> 3	1990
09	VUL	Saint-Vulbas	-	0,30 ‰	0,30 ‰	0,30 ‰	-	-	-	-	-	-
10	ALY	Ain-Lyon	Jons	0,80 ‰	1,00 ‰	0,80 ‰	0,80 ‰	-26,72	175,40	-	-	-
11	PBN	Pierre-Bénite	Pierre-Bénite	0,40 ‰	0,50 ‰	0,50 ‰	0,50 ‰	5,02	151,00	1,60	ND	ND
12	VAU	Vaugris	Vaugris	0,45 ‰	0,50 ‰	0,50 ‰	-	33,88	138,00	2,10	1,00	1983
13	PDR	Péage de Roussillon	St-Pierre-de-B.	0,47 ‰	0,55 ‰	0,47 ‰	0,45 ‰	50,98	132,00	3,50	0,00	1983
14	STV	Saint-Vallier	Arras	0,60 ‰	0,60 ‰	0,55 ‰	0,65 ‰	82,69	116,00	5,10	3,80	1983
15	BLV	Bourg-lès-Valence	La-Roche-de-G.	0,65 ‰	0,65 ‰	0,65 ‰	0,75 ‰	99,36	105,50	6,70	≈ 2,5	1983
16	BEA	Beauchastel	Charmes-sur-R.	0,70 ‰	0,80 ‰	0,70 ‰	0,85 ‰	119,53	91,50	8,80	ND	ND
17	BLN	Baix-Le-Logis-Neuf	Le Pouzin	0,70 ‰	0,80 ‰	0,75 ‰	0,85 ‰	135,57	78,00	7,00	0,00	1993
18	MON	Montélimar	Rochemaure	0,70 ‰	0,80 ‰	0,80 ‰	0,80 ‰	152,94	65,00	6,00	1,60	1993
19	DZM	Donzère-Mondragon	Donzère	0,70 ‰	0,70 ‰	0,80 ‰	0,70 ‰	171,59	50,00	6,70	> 2	1994
20	CAD	Caderousse	Caderousse	0,50 ‰	0,60 ‰	0,50 ‰	0,60 ‰	213,10	24,00	3,50	0,60	1994
21	AVI	Avignon	Villeneuve	0,40 ‰	0,50 ‰	0,50 ‰	0,40 ‰	232,37	13,50	5,80	ND	ND
22	VAL	Vallabrègues	Vallabrègues	0,30 ‰	0,30 ‰	0,40 ‰	0,30 ‰	262,51	2,00	7,80	ND	ND
23	ARL	Palier d'Arles	-	0,20 ‰	0,20 ‰	0,20 ‰	-	-	-	4,40	> 1	1988
24	GRH	Grand Rhône	-	0,03 ‰	0,03 ‰	0,05 ‰	-	-	-	-	-	-
25	PRH	Petit Rhône	-	0,02 ‰	0,02 ‰	0,03 ‰	-	-	-	-	-	-

valeur estimée

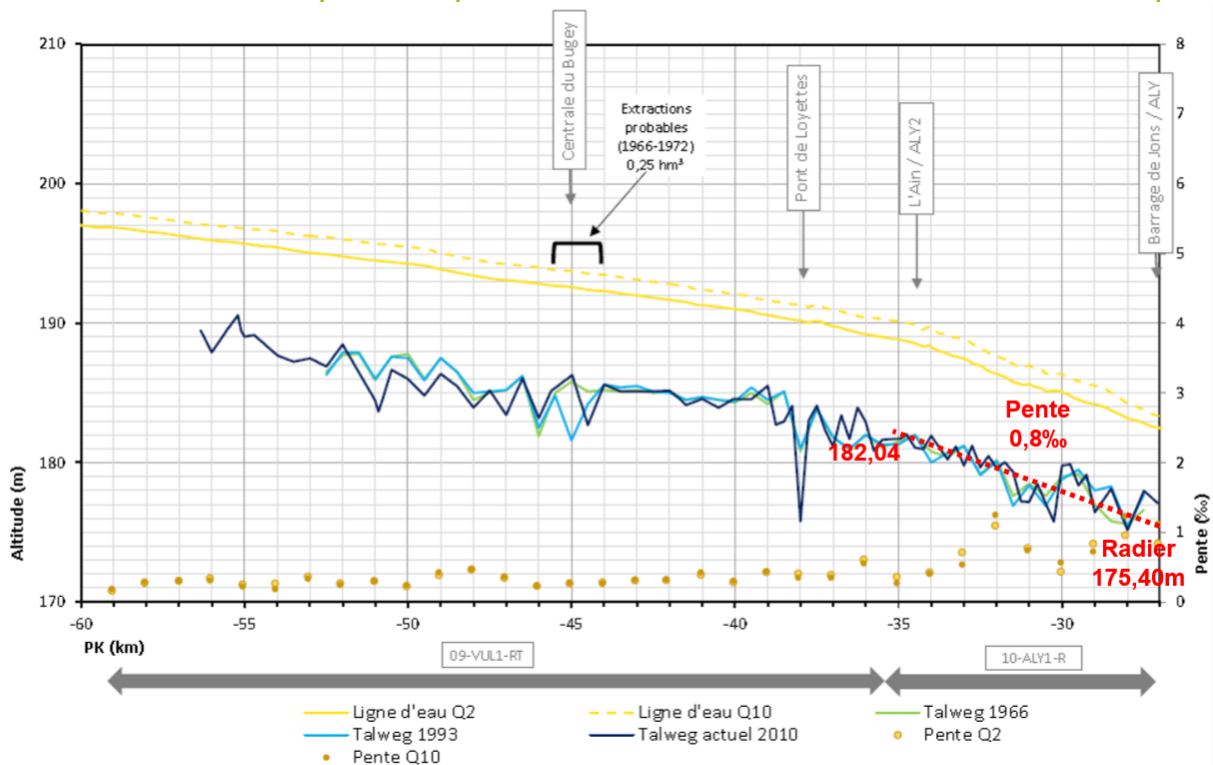


Figure 37 : Exemple de continuité sédimentaire effective au sein de la retenue de Jons (UHC#10-ALY)

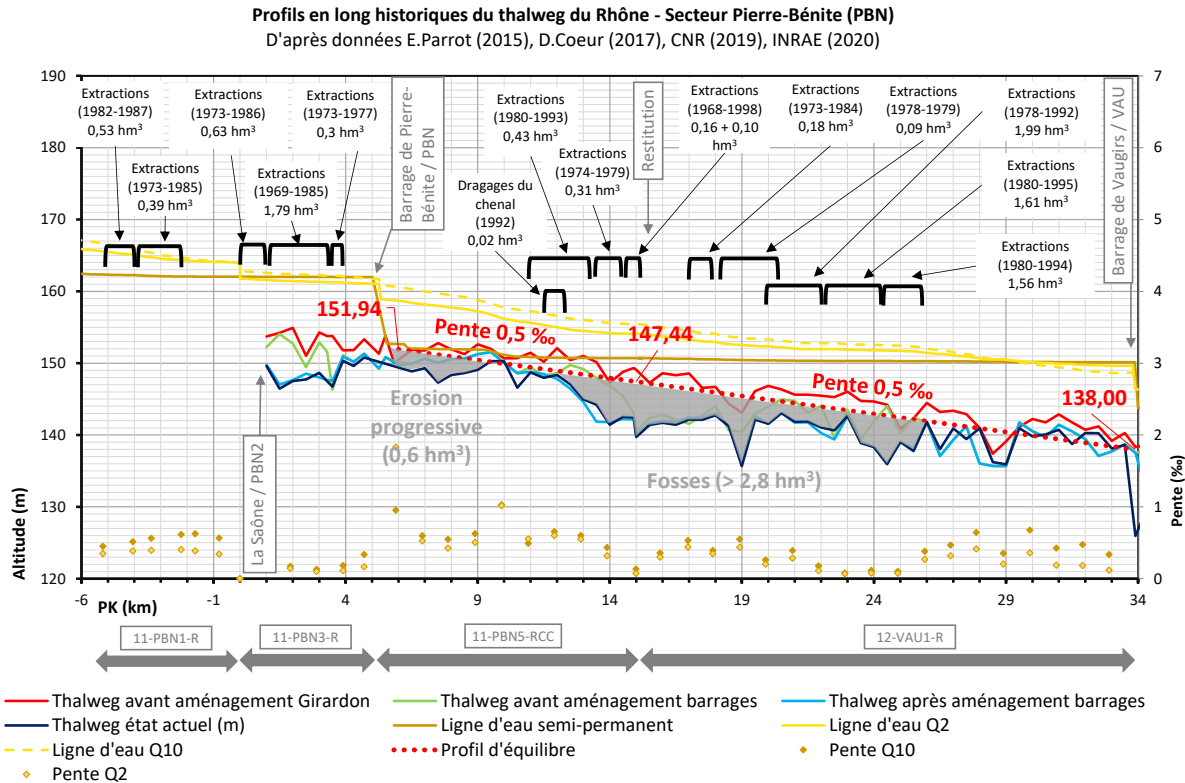


Figure 38 : Exemple de continuité sédimentaire non effective au sein de la retenue de Vaugris – présence d'anciennes fosses d'extraction (UHC#11-PBN)

Méthodologie d’analyse multicritère et de comparaison des scénarios

Les analyses multicritères réalisées sont des analyses qualitatives sur lesquelles sont appliquées des notations sommaires. L'objectif était d'obtenir une analyse simple et reproductible.

Les critères d'analyse multicritère retenus sont les suivants :

- Fonctionnement hydrosédimentaire (bilan sédimentaire, processus),
- A) Biologie (habitats, espèces),
- B) Usages socio-économiques (CTO),
- C) Sûreté – sécurité,
- Faisabilité technique,
- Coûts :
 - coût d’investissement total (M€HT),
 - coût de fonctionnement (M€/an),
 - coût d’impact (M€/an),
- Empreinte climat GES des sites N3 : empreinte totale estimée globalement (tC02e/an).

L’analyse est menée pour chaque grand secteur.

Dans un premier temps, le Scénario 1 est évaluée en valeur absolue pour ces différents critères, puis les notations sont remises à zéro étant donné que ce Scénario 1 sert de base de comparaison.

Dans un second temps, les Scénarios 2, 3 et 4 sont comparés en relatif au Scénario 1. Une grille d’analyse à 5 notations est utilisée : gain élevé (++) ; gain moyen (+) ; absence d’impact (0) ; impact moyen (-), impact fort (--).

Un système de notation est affecté aux 3 critères d’enjeux : A) Biologie (habitats, espèces) ; B) Usages socio-économiques (CTO) ; C) Sûreté – sécurité. Les notes de +2, +1, 0, -1, -2 sont affectées respectivement aux signes ++, +, 0, -, --. Il permet ainsi d’afficher une note globale du scénario en fonction des effets cumulés sur les enjeux.

Stratégie proposée

Une stratégie de gestion et de restauration est proposée à l’issue de l’analyse des scénarios et par grands secteurs. Cette stratégie repose sur les principes développés dans le tableau ci-dessous.

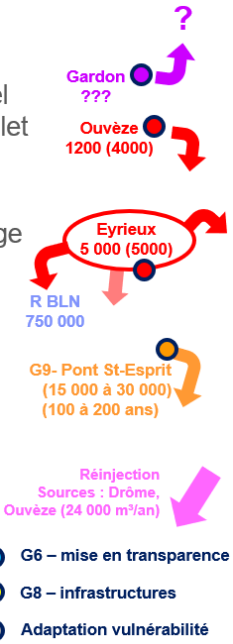
Cette stratégie est une proposition du groupement de bureaux d’études au vu de l’état des connaissances et des objectifs à atteindre ; elle reste globalement sous-tendue à la réalisation d’études de faisabilité locales, à la position des acteurs locaux, et à la faisabilité technico-économique et financière des actions.

Type d’action	Description
Actions écartées	<ul style="list-style-type: none"> Actions qui ne sont pas pertinentes du fait de leurs impacts négatifs
Actions retenues	<ul style="list-style-type: none"> Actions qui ont fait l'objet d'étude de faisabilité concluantes ou qui présente a priori des intérêts forts pour la gestion sédimentaire et l'atteinte du Bon Potentiel Ecologique (BPE)
Faisabilités à étudier	<ul style="list-style-type: none"> Actions qui ne peuvent être arrêtés à ce stade, notamment sur la destination des matériaux dragués à réinjecter, et qui doivent faire l'objet d'analyses détaillées selon les méthodes proposées en Mission 8
Suivis à poursuivre / à engager	<ul style="list-style-type: none"> Suivi morphologique minimal à réaliser pour apporter des éléments d'aide à la décision sur les opérations initiales ou dans le cadre des programmes de gestion à venir Ces indicateurs ne sont pas exhaustifs à ce stade. Ils sont complétés par les indicateurs proposés en Mission 9.

Légende des cartes de présentation des scénarios

Actions de gestion

- G3 - Site de dragage grossier sur confluence, en RCC ou RT, volume dragué en moyenne annuelle (volume maximal annuel apporté). Destination des sédiments. En rouge site N3, en violet site N4 (potentiel) (Sc1, Sc2, Sc3, Sc4)
- G3 – Solutions de destination des matériaux dragués (en rouge pâle la solution actuelle) vers secteur en déficit (Sc2)
- G9 - Site de dragage en partie aval d’un RCC au charriage restauré (volume à gérer en m³/an) (durée de vie du site de réinjection en fonction de sa capacité) (Sc2, 3, 4)
- G3-R1 – Bilan des matériaux dragués puis transportés pour réinjection (Sc4)
- G6 – Mise en transparence de barrage (Sc3)
- G8 – Infrastructure pour continuité sédimentaire (Sc3)
- Adaptation de la vulnérabilité des usages (Sc3)



Actions de restauration non réalisées

- Action prévue et planifiée 2027 pour le BPE (Sc1-2-3-4) : ●
- Action prévue pour le BPE et non planifiée (Sc4) : ●
- Action nouvelle proposée (Sc4) : ●
- R1 – Réinjection de grossiers, volume annuel moyen réinjecté
- R2 – Restauration de marges alluviales (destination matériaux)
- R3 – Restauration de la bande active (bancs, EBF, gravières, etc.)
- R5 – Abaissement / effacement de seuil
- R6 – Réinjection de bois mort
- R7 – Restauration de hauts fonds
- R8 – Effacement de digue
- R11 – Restauration de débits morphogènes



Autres légendes

- Action structurante qui n’est pas pertinente dans le scénario ✗
- Bilan des éléments nécessaires à la continuité d’une retenue (Sc3)
- Secteur en déficit (volume rechargeable avant déclenchement des enjeux)

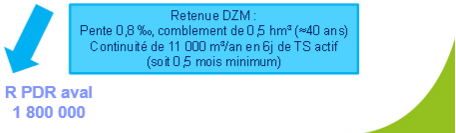


Figure 39 : Légende des cartes de présentation des scénarios

3.3.2 Secteur I : Haut-Rhône entre Genève et Seyssel (UHC#01 à 04)

► Présentation du grand secteur

Le Secteur I s'étend du Lac Léman à Genève (UHC#01-SUI) jusqu'à Seyssel (UHC#04-SEY).

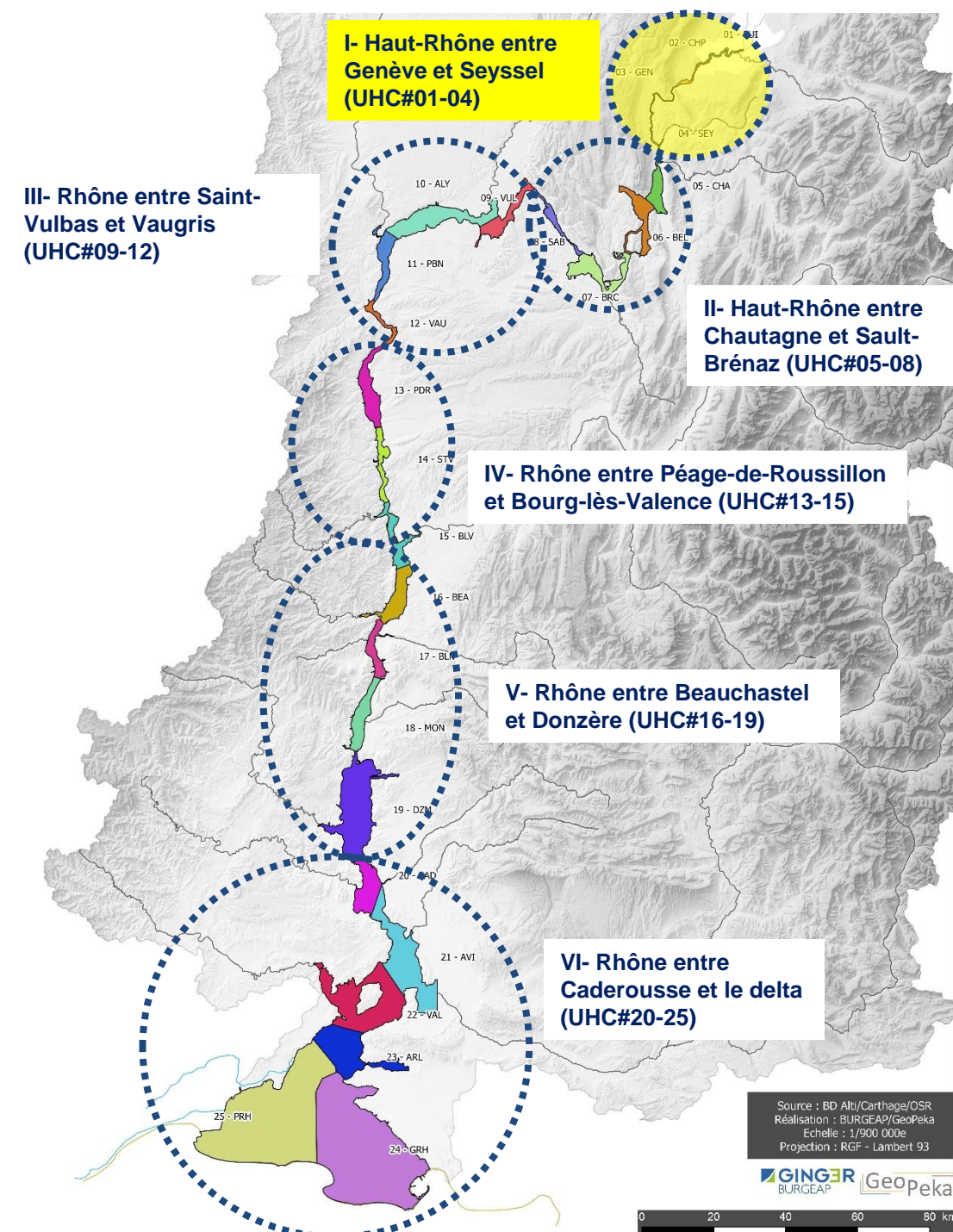


Figure 40 : Secteur I – Localisation de Genève (UHC#01) à Seyssel (UHC#04)

► Synthèse du fonctionnement hydrosédimentaire actuel

• Flux de sédiments grossiers

En Suisse, un Rhône torrentiel parcourt le Valais avant de se jeter dans le lac Léman alors qu'il est capable de transiter une charge de fond de 25 000 m³/an environ. A Genève, le Rhône recommence son cours avec de l'eau claire au sortir du lac Léman et du barrage du Seujet (01-SUI). C'est l'Arve qui est son premier affluent et qui lui propose une charge sédimentaire de 20 000 m³/an environ. Cependant, ces apports grossiers sont piégés dès la Jonction, dans la retenue du barrage de Verbois (01-SUI) et doivent être dragués pour être clapés plus loin dans la retenue. Les limons et sables sont remobilisés par les APAVER (abaissement partiel du barrage de Verbois) qui visent, tous les 4 ans environ, à les évacuer de la retenue et les faire transiter plus en aval, aidés en cela par les mises en transparence des ouvrages de Chancy-Pougny, de Génissiat et Seyssel.

Entre le barrage de Chancy-Pougny (02-CHP) et la retenue du barrage de Génissiat (03-GEN), les capacités de charriage sont relativement importantes (env. 50 000 m³/an), et les apports intermédiaires ne représenteraient que de l'ordre de 5 000 m³/an (Allondon, Laire, Annaz). Les apports de l'Allondon, qui se jette dans la retenue, semblent pouvoir transiter dans la retenue de Chancy-Pougny lors des accompagnements d'APAVER. Le fleuve connaît donc une tendance à l'incision dans ce secteur courant, comme en témoigne la construction au début des années 2000 d'un seuil au niveau du pont de Pougny.

Plus en aval, la retenue du réservoir de Génissiat bloque tout transit de la charge grossière, même pendant les APAVER (03-GEN) et les crues. La queue de retenue correspond au site naturel de l'Etournel qui accumule progressivement l'essentiel des matériaux grossiers apportés de l'amont, sachant que la taille de gravier maximale actuellement observée au pont Carnot (APAVER de 2016, donnée IRSTEA) est de 10-20 mm environ. Le site de l'Etournel accumule également des sables et limons qui recomposent en permanence la morphologie du Rhône et de ses annexes.

La gestion actuelle de la retenue de Génissiat lors des accompagnements d'APAVER permet d'évacuer des sables fins, mais les tailles supérieures, y compris les sables grossiers, s'accumulent dans la retenue et ne transitent pour l'instant pas au-delà de Valserhône (PK172).

En aval du barrage de Génissiat (03-GEN), dans les gorges du Rhône, les pentes élevées confèrent à nouveau une forte compétence aux écoulements qui ne déstabilisent toutefois pas le lit en raison du pavage et des affleurements du substratum.

La retenue de Seyssel (04-SEY) est globalement transparente car la capacité de charriage élevée dans la partie amont (10 000 à 50 000 m³/an) dépasse la fourniture via le barrage de Génissiat qui est limitée aux sables fins. Toutefois, sans mise en transparence lors des accompagnements d'APAVER, les matériaux sableux ont tendance à s'accumuler en amont du barrage.

La remobilisation attestée, par le passé, de sédiments issus du dragage de la confluence des Usses et clapés dans la retenue, indique qu'une partie de la charge solide peut franchir l'ouvrage. Cependant, sous le barrage, si les capacités de charriage restent importantes (20 000 m³/an), elles diminuent progressivement et sévèrement vers la confluence avec le Fier et la retenue de Chautagne (05-CHA) et ont conduit, ces dernières décennies, à draguer des volumes importants (notamment en 2008-2009).

• Flux de sédiments fins et sableux

Sur le Haut-Rhône à hauteur de la station de Jons en amont de Lyon, le principal contributeur au flux de MES est l'Arve (0,57 Mt/an, 78% en moyenne sur la période), suivi du Fier (0,16 Mt/an ; 23%), puis de la Bourbre (5%). Pour mémoire, les apports de l'Ain, estimés à 0,1 Mt/an, sont mal renseignés.

L'Arve constitue donc l'essentiel des apports en MES sur le Secteur I en aval du Lac Léman avec 0,57 Mt/an en moyenne.

Les retenues de Verbois et Génissiat ont accumulé des sédiments en quantité dans les décennies passées (environ 3 hm³ pour Verbois, 20 hm³ pour Génissiat, soit 300 000 à 400 000 m³/an). Actuellement, avec la gestion par APAVER et accompagnement, l'objectif de maintien des capacités de réservoirs peut être atteint sachant que certaines opérations ne se révèlent pas aussi positives qu'espéré. Aussi, globalement, les flux fins de l'Arve sont transités en aval. On rappellera toutefois le rôle du site de l'Etournel qui accumule des sédiments sans que les volumes stockés n'aient fait l'objet d'études précises et sans que cela ne présente pour l'instant d'enjeu particulier.

Sites de gestion et de restauration structurant l'analyse des scénarios Secteur I – Haut-Rhône entre Genève et Seyssel (UHC#01-04)

Secteur I – Haut-Rhône entre Genève et Seyssel (UHC#01-04)

Sources :
CNR/Dynamique Hydro
BPE/OSR/OSM

Réalisation : BURGEAP/GeoPeka (2022)
Projection : RGF - Lambert 93

0 2 4 6 8 km

GINGER
BURGEAP

GeoPeka

Sites de gestion

- R3 : Principe d'action et/ou devenir des sédiments à réviser
- R4 : Site non actif, principe d'action et/ou devenir des sédiments à réfléchir

Actions de restauration envisagées

- Acteurs EPE envisagés pour 2027
- Acteurs EPE non programmés (> 2027)
- Nouvelles actions issues du Scénario 4

Types d'actions de restauration

- R1 : Réaffectation
- R2 : Marges alluviales
- R3 : Bande active, EBF
- R4 : Lignes
- R5 : Seuil
- R6 : Bois mort
- R7 : Hauts fonds
- R8 : Recul digue
- R9 : Antenne gravrière
- R10 : Débit-régime réservé
- R11 : Débits morphogènes
- G12 : Charnage

Apports grossiers des affluents

- 20000 m³/an - 40000 m³/an
- 10000 m³/an - 20000 m³/an
- 3000 m³/an - 10000 m³/an
- 1000 m³/an - 3000 m³/an
- 100 m³/an - 1000 m³/an
- <100 m³/an

Usines et centrales hydroélectriques

- Barrages
- Chenaux et canaux en eau
- Emprise du grand secteur

Figure 42 : Secteur I – Carte des sites de gestion et restauration structurant les scénarios

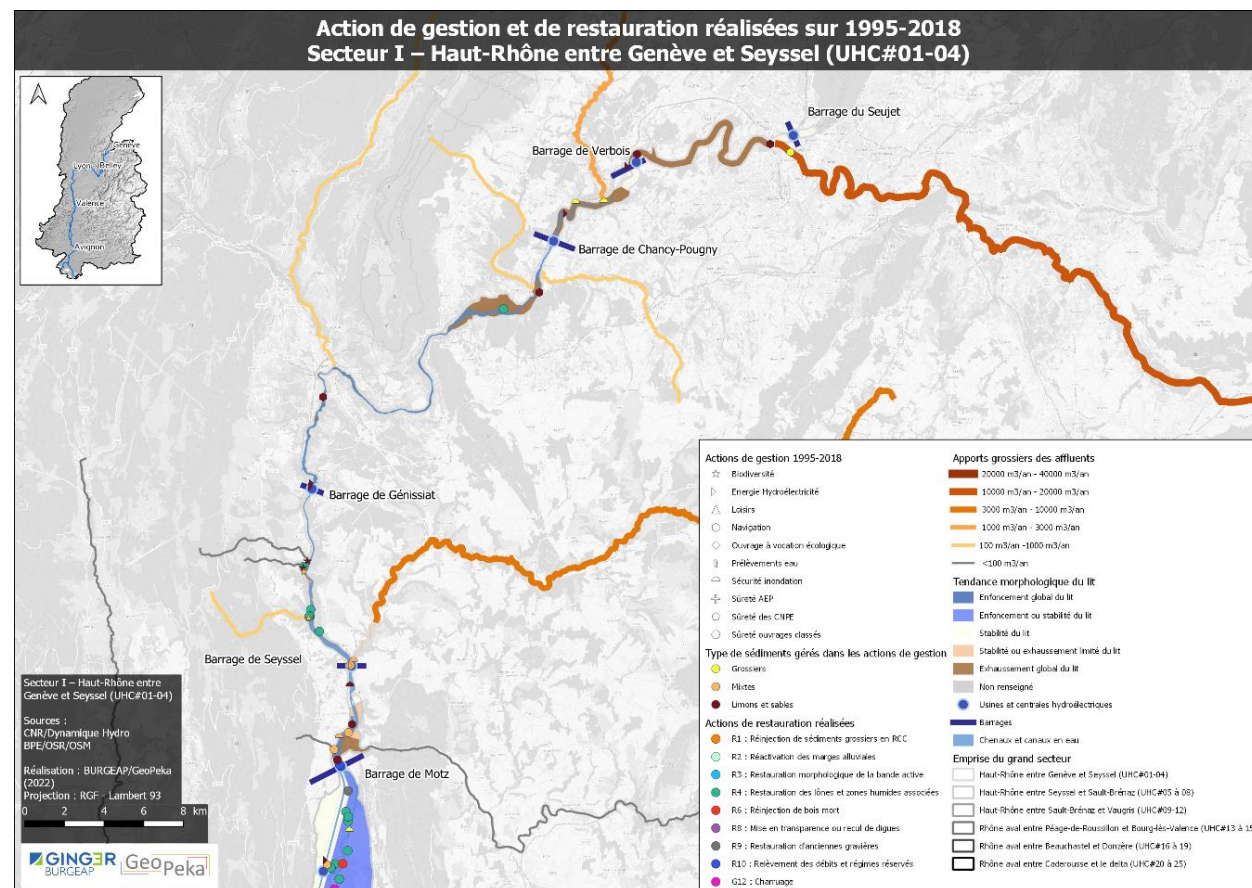


Figure 41 : Secteur I – Carte des tendances morphologiques et des actions menées jusqu'en 2018

Inventaire des zones déficitaires et intérêts écologiques

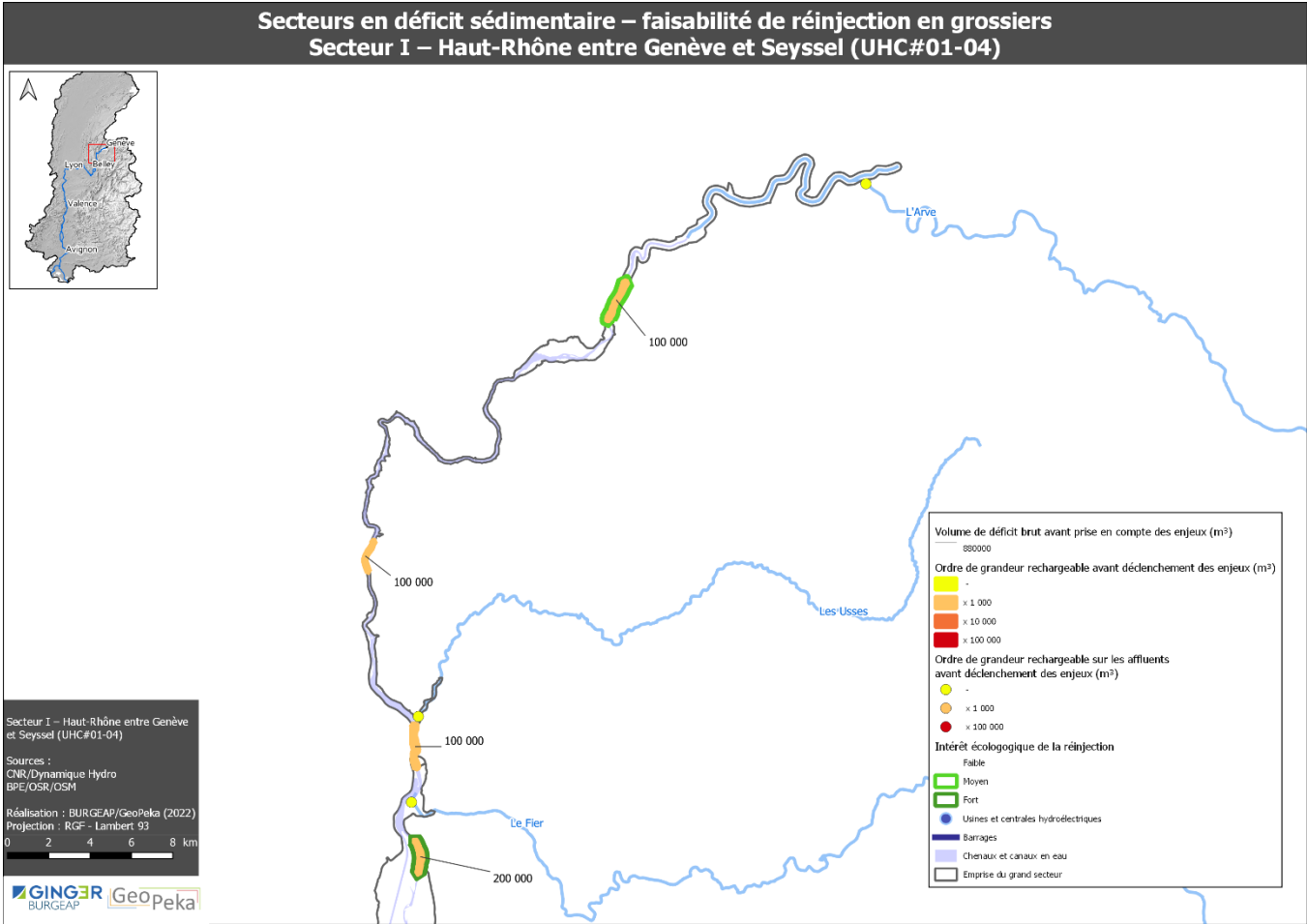


Figure 43 : Secteur I – Cartes des sites déficitaires et des possibilités de réinjection

Scénario 1 « actuel »

L'essentiel des actions de gestion sédimentaire dans ce secteur comprend les chasses partielles de Verbois (APAVÉR) et leur accompagnement par les ouvrages de Chancy-Pougny, Génissiat et Seyssel. Des actions de dragages sont menées à la Jonction (confluence de l'Arve, 10 à 15 000 m³/an sur 20 000 m³/an d'apports) et à la confluence des Usses.

Aucune action de restauration n'est prévue pour 2027 dans ce secteur et donc aucune action de restauration n'est présente dans le Scénario 1.

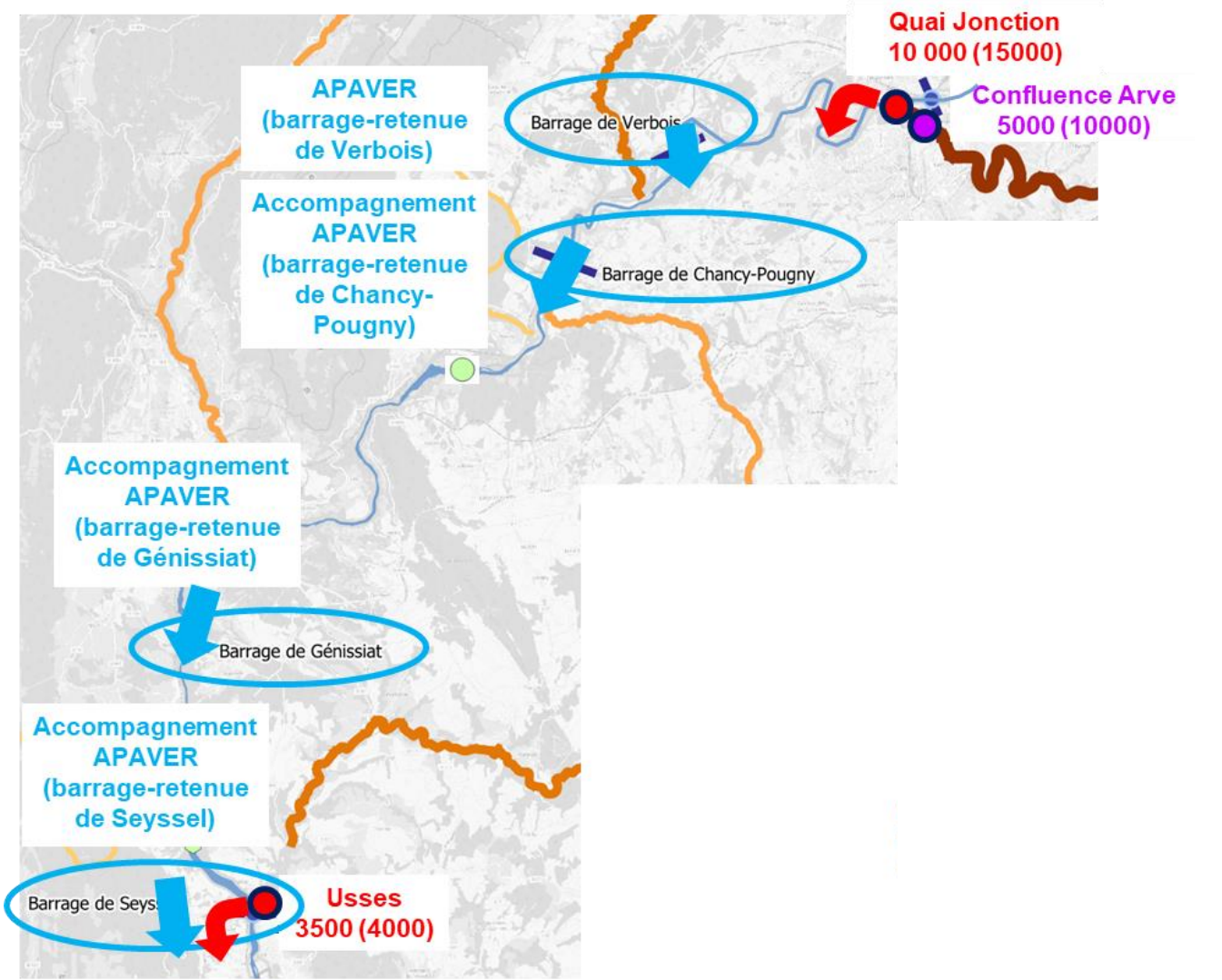


Figure 44 : Secteur I – Carte de synthèse du Scénario 1

► Analyse multicritère des scénarios

Tableau 22 : Secteur I – Analyse multicritère des scénarios

Indicateurs	Actuel	Scénario 1 Scénario actuel	Scénario 2 Continuité interventionniste et CTO	Scénario 3 Continuité gravitaire pour les sédiments grossiers	Scénario 4 Réhabilitation écologique	Stratégie proposée
Principes d'actions		Poursuivre les pratiques actuelles de gestion et de restauration (dont actions BPE 2027)	Maximiser la continuité sédimentaire avec des dragages / transferts de sédiments à la mesure de la capacité des RCC, tout en renforçant les CTO (navigation, hydroélectricité) au-delà des contraintes actuelles (irrigation, AEP, loisirs)	Maximiser la continuité sédimentaire des matériaux grossiers grâce à la gestion gravitaire des sédiments dans les retenues et une optimisation de la gestion des ouvrages. Les CTO deviennent une variable d'ajustement	Réhabiliter les fonctionnalités et la résilience de l'hydrosystème afin de maximiser les gains écologiques et optimiser la gestion sédimentaire	
Fonctionnement hydrosédimentaire (bilan sédimentaire, processus)	-	0	-	+	++	0
A/ Biologie (habitats, espèces)	-	0	0	+	++	+
B/ Sûreté - sécurité	0	0	0	--	0	0
C/ Usages socio-économiques (CTO)	0	0	-	--	0	0
Faisabilité technique	0	0	--	--	-	0
Coût investissement (M€)		0 M€		0 M€		6,7 M€
Coût fonctionnement (M€/an)	0	2,8 M€/an	-	2,1 M€/an	-	4,3 M€/an
Coût impact (M€/an)		1,2 M€/an		36,4 M€/an		1,2 M€/an
Empreinte climat sites N3-N4 (tCO2e)	-	0	--	--	--	-
Bilan (note sur 3 enjeux A, B et C)	-1	0	-1	-3	+2	+1

► Description de la stratégie envisagée

Le Secteur I présente une configuration très aménagée avec de grands barrages (Verbois, Chancy-Pougny, Génissiat, Seyssel) et de longues retenues (52 km de longueurs de retenues cumulées sur 58,9 km de linéaire). Ces retenues, particulièrement celles de Verbois et Génissiat, auraient tendance à accumuler des sédiments essentiellement apportés par l'Arve (20 000 m³/an de grossiers, 360 000 m³/an de matériaux fins et sableux) si les opérations d'abaissement partiel de Verbois (APAVER) et leur accompagnement en aval n'étaient pas réalisés (en moyenne tous les 4 ans). Par ailleurs, l'ensemble du secteur présente très peu de sites déficitaires et un seul d'entre eux pourrait présenter un intérêt écologique (linéaire en aval du barrage de Chancy-Pougny, qui est cependant assez peu caractérisé d'un point de vue écologique).

La continuité des sédiments grossiers dans le cadre d'une mise en transparence des ouvrages serait très peu réaliste du fait des volumes de sédiments accumulés dans les retenues de Verbois et Génissiat qu'il serait nécessaire d'évacuer en préalable, et du fait des durées d'ouverture de barrages (2 mois minimum) qui seraient très impactantes pour la production hydroélectrique, les usages sur les lacs de retenue (accès usine d'incinération sur Verbois, tourisme fluvial, loisirs, etc.) et le paysage.

Aussi, la gestion par APAVER doit être maintenue, et améliorée dans la mesure du possible, bien que plusieurs facteurs soient peu prédictibles, comme l'occurrence d'une crue de l'Arve pendant l'opération (cf. Mission 8 pour le bilan des dernières opérations et orientations). A partir de cette hypothèse, la stratégie repose sur la gestion des matériaux grossiers apportés par les 2 affluents principaux (Arve, Usses) et sur la restauration écologique qui peut être engagée sur ces linéaires toutefois très anthropisés, et qui nécessitera des études complémentaires de caractérisation des enjeux.

Actuellement, une partie des matériaux de l'Arve (environ 5 à 10 000 m³/an) pénètre directement dans la retenue, et une partie (10 à 15 000 m³/an) est dragué à la Jonction pour la navigabilité. Le site N4 de dragage dans l'Arve à proximité de la confluence est un site potentiel. Les matériaux grossiers apportés par l'Arve posent question dans la durée pour la retenue de Verbois qui est proche de son comblement maximal (environ 3 hm³ pour un maximum de 5 hm³ qui avait déjà été atteint avant la chasse de 2012). Sur cette marge de 2 hm³ un minimum de 1,4 hm³ doit être provisionné pour les apports fins de l'Arve à 360 000 m³/an entre 2 APAVER. Dans la durée, il resterait donc au maximum 0,6 hm³ pour stocker des apports grossiers de l'Arve dont on sait qu'ils ne peuvent transiter dans la retenue, soit un délai de 30 ans environ. Ce délai pourrait être majoré car dans la réalité, il est possible que les volumes accumulés en matériaux grossiers puissent se substituer à des volumes de matériaux fins, mais ce fonctionnement hydrosédimentaire reste à préciser. Les SIG estiment que ces matériaux accumulés pourraient être gérés par dragages avec une revalorisation à terre. Dans l'esprit de la réglementation française (arrêté du 30 mai 2008) qui demande une restitution dans le milieu alluvial, une réinjection des matériaux (R1) en aval pourrait être envisagée, si une caractérisation des processus et des habitats confirme des altérations :

- Une réinjection pourrait être envisagée en aval du barrage de Chancy-Pougny (16 km) dans le seul secteur déficitaire (érosion progressive sous le barrage) et avec un intérêt écologique à préciser. Par exemple, un apport de 5 000 à 10 000 m³/an, correspondant à la moitié des apports de l'Arve, et inférieur à la capacité de charriage pourrait être envisagé ;
- Une réinjection directement sous le barrage de Verbois n'est probablement pas la meilleure option du fait de la présence de la retenue de Chancy-Pougny immédiatement en aval, mais cette solution pourrait être étudiée avec un apport fractionné car la retenue de Chancy-Pougny possède une certaine capacité à faire transiter les matériaux grossiers (apports de l'Allondon) ;
- Des réinjections sous les barrages de Génissiat ou de Seyssel ne présentent pas d'intérêt ;
- Le transfert des matériaux vers le RCC de Chautagne (50 km) n'est pas envisagé à ce stade, mais serait une option pour subvenir aux besoins de ce Vieux Rhône déficitaire avec peu de sources sédimentaires de proximité (cf. Secteur II). Avant tout, le RCC de Chautagne peut recevoir les apports dragués des Usses (3 500 à 4 000 m³/an), comme cela a été réalisé en 2016 (15 000 m³), tout en sachant que cela ne suffit pas au déstockage dans le RCC (environ 7 000 m³/an ; cf. fiche UHC#05-CHA).
- Une fois les solutions précédentes envisagées, d'autres destinations sont encore envisageables dans les bassins versants affluents, sur des distances de transport acceptables, notamment sur l'Arve, ou ses affluents comme l'Aire dont la restauration pourrait venir à manquer de sédiments grossiers.
- En dernier lieu, si les solutions technico-économiques de réinjection en milieu aquatique sont épuisées et très supérieures en analyse coût/bénéfice, les matériaux de l'Arve pourront être gérés à terre.

D'une manière générale, les réinjections R1 n'ont pas forcément vocation à être répétées sur le même lieu. Plus la réinjection a lieu dans la partie amont du linéaire altéré, plus l'action est favorable, mais elle peut également être combinée avec des réinjections intermédiaires sur le linéaire aval, permettant au linéaire de restaurer ses processus morphodynamiques et ses habitats sans attendre les flux provenant de l'amont.

Le fait de sortir des matériaux grossiers de la retenue de Verbois participe à l'augmentation de la durée du réservoir qui peut être estimée à environ 30 ans dans l'état actuel sur la base d'un apport de l'Arve de 20 000 m³/an. Si un volume de 10 000 m³/an est exporté de la retenue, la durée du réservoir sans déclencher des enjeux dans la période entre deux opération d'APAVER passerait à 60 ans.

On notera que les apports grossiers de la Valserine (1 000 m³/an) sont considérés comme « perdus » dans la retenue de Génissiat. Les apports des Dorches, Vézéronce et Lades dans la retenue de Seyssel représentent de faibles volumes (400 m³/an au total).

Compte tenu de la situation très aménagée du linéaire, les actions de restauration visent en priorité le linéaire courant entre le barrage de Chancy-Pougny et le site de l'Etournel ; elles pourraient s'appuyer sur les actions de réinjection sédimentaire précédentes (R1). En considérant que le pied du barrage de Chancy-Pougny reçoit un apport réinjecté de 5 à 10 000 m³/an, ce flux va se cumuler avec les apports naturels actuels (Allondon – qui semble franchir le barrage, Laire, Annaz, soit 4 500 m³/an) pour atteindre environ 10 à 15 000 m³/an (la capacité de charriage total pouvant atteindre 50 000 m³/an au maximum). Pour que ce flux grossier soit totalement profitable dans l'espace et dans le temps, le linéaire entre le pont de Pougny et le site de l'Etournel pourrait faire l'objet d'une renaturation ambitieuse de la bande active (R3/ confluence de l'Annaz, linéaire de la gravière de Pougny, linéaires chenalisés en amont et en aval). Le seuil de Pougny pourrait être effacé à terme (R5), en fonction de la pente d'équilibre restaurée, et sous réserve que les apports sédimentaires soient pérennisés. On notera que l'action R3 pourrait être engagée même sans réinjection sédimentaire (R1) sous le barrage de Chancy-Pougny, ce qui n'est pas le cas de l'effacement du seuil (R5).

Plus en aval, le site de l'Etournel, même s'il ne s'agit pas d'un secteur en déficit, reçoit et peut continuer à recevoir des matériaux en excédents, avec une certaine capacité à les absorber dans le temps. En effet, on peut estimer que le site présente une vitesse de sédimentation des matériaux grossiers qui serait de l'ordre de 1,5 cm/an dans les zones en eau (avec des apports grossiers actuels d'environ 10 000 m³/an), et probablement plus sur les marges avec les apports sableux et limoneux. Les vitesses de sédimentation réelles ne sont pas connues et le délai avant que soient déclenchés des enjeux du fait de cette sédimentation n'est pas connu non plus : s'agirait-il d'enjeux d'inondation ? d'enjeu pour la tranche utile du réservoir (5,70 m de marnage) et pour la production hydroélectrique ? d'évolution écologique défavorable ? Ce délai pourrait être de quelques dizaines d'années à environ 100 ans. Il se trouverait immanquablement réduit si des flux sédimentaires étaient restaurés plus en amont par réinjection. La question de créer un site G9 pour gérer les flux grossiers entrants dans la retenue de Génissiat, comme proposé en Scénarios 2 et 4, interroge, que ce soit sans ou avec réinjection de matériaux en aval de Chancy-Pougny : faut-il gérer ces excédents avant qu'ils n'entrent dans la retenue, sans avoir de destination de proximité pour restituer ces matériaux ? ou faut-il accepter des dépôts grossiers dans la retenue de Génissiat ? si l'engrèvement dans la retenue était un enjeu, cela conduirait à se poser la question de la pertinence d'une réinjection de matériaux sous le barrage de Chancy-Pougny. Inversement, la dernière solution consistant à admettre des flux grossiers dans la retenue de Génissiat pourrait être favorable à terme pour obtenir une pente motrice qui fasse mieux transiter les sables grossiers au sein de la retenue et vers le barrage de Génissiat, mais elle conduirait à réduire la tranche utile de la retenue (marnage sur 5,70 m).

En aval, les matériaux de la confluence des Usses ont vocation à être dragués et réinjectés (R1) dans le RCC de Chautagne (6 km). Il n'existe pas en effet de site de réinjection plus proche avec un intérêt écologique, et le RCC de Chautagne n'a pas d'autres ressources de réalimentation sédimentaire que les apports des Usses.

En complément, des actions de restauration de hauts fonds (R7) sont envisagées dans les retenues de Verbois (à partir des dragages de l'Arve) et de Chancy-Pougny (par apports externes), en appui de roselières existantes, voire dans la retenue de Génissiat si la création de hauts fonds est possible en termes de bathymétrie (et depuis un dragage en queue de retenue). La restauration complémentaire d'anciennes îlons dans la retenue de Chancy-Pougny serait également possible (non mentionné à ce stade).

Enfin, on notera que la diminution de l'impact des éclusées fait partie des actions pour l'atteinte du bon potentiel (« Diminuer l'échouage des juvéniles de poissons provoqué par les éclusées », action comptant pour 77% du BPE). L'action concrète correspondant à cet objectif opérationnel n'est pas clairement définie et s'éloigne du fonctionnement sédimentaire, mais elle devra être considérée dans la stratégie globale.

Tableau 23 : Secteur I – Synthèse de la stratégie proposée et des actions correspondantes

Type d'action	Description
Actions écartées	<ul style="list-style-type: none">Transparence pour les sédiments grossiers des retenues de Verbois, Chancy-Pougny, Génissiat, Seyssel (G6)Réinjection sous les barrages de Génissiat et de Seyssel (R1)
Actions retenues	<ul style="list-style-type: none">APAVER et accompagnement par les ouvrages aval (avec poursuite des suivis et amélioration des protocoles)Absence de modification significative des dragages de sédiments fins (G1-G2) (cf. fiches actions pour recommandations)Site de l'Etournel : restauration de îlons (R4), réinjection de bois mort (R6) dans les annexesRestitution des matériaux de dragage des Usses dans le RCC de Chautagne (3 500 à 4 000 m³/an)
Faisabilités à étudier	<ul style="list-style-type: none">Acceptation d'accumulation de sédiments grossiers dans les retenues de Verbois et Génissiat. Nécessité de créer un site G9 en queue de retenue de Génissiat (entre site Etournel et pont Carnot) pour gérer les flux grossiers ?Réinjection des sédiments dragués à la confluence de l'Arve sous le barrage de Chancy-Pougny (5 000 à 10 000 m³/an). D'autres variantes doivent être étudiées en comparaison (aval Verbois, bassin versant de l'Arve, etc.), ainsi que la revalorisation dans la filière BTPProjet global de restauration du linéaire entre le barrage de Chancy-Pougny et le pont Carnot (R1, R3, R5, R6, R7)Modalités de transfert des sédiments dragués des Usses vers le RCC de Chautagne (route, voie d'eau) et de réinjection (clapage devant barrage, injection terrestre sous le barrage de Motz ou plus en aval ?)Restauration de hauts fonds (R7) dans les retenues de Verbois, Chancy-Pougny, Génissiat
Suivis à poursuivre / à engager	<ul style="list-style-type: none">Suivis bathymétriques des retenues avant/ après APAVER et crueVitesse de sédimentation du site de l'Etournel, en matériaux grossiers dans les zones en eau, en matériaux fins sur les margesFlux de charriage sur le Rhône au pont de Pougny, sur l'Arve en amont de la confluence (hydrophone, géophone, RFID / suivi bathymétriques)Devenir des matériaux de l'Allondon et de la Laire dans la retenue de Chancy-Pougny (bathymétrie, RFID)

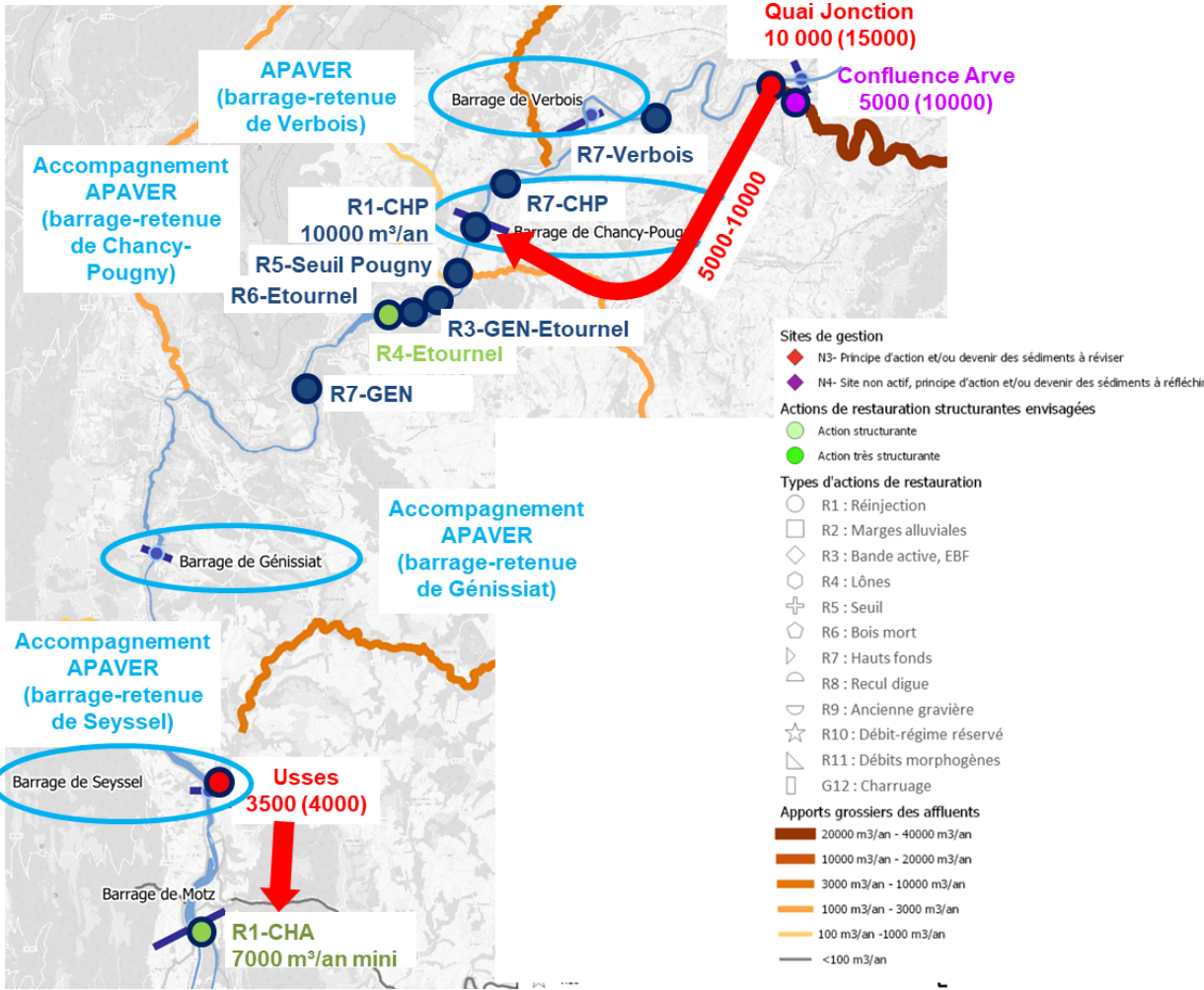


Figure 45 : Secteur I – Carte de synthèse de la stratégie long terme proposée

Tableau 24 : Secteur I – Stratégie proposée – Description des actions

Secteur	UHC	Masse d'eau	Actions clés	ID	Stratégie proposée - description de l'action de gestion	Stratégie proposée - Devenir des sédiments grossiers	Catégorie
I	1	FRDR2000	G3	G3_ARVE	Dragage grossier potentiel de 5 000 m³/an (max 10 000 m³/an)	- RT CHP - (R CHP) - (BV de l'Arve) - (RCC CHA) - valorisation BTP	Gestion N4
I	1	FRDR2000	G3	G3_QUAI_JONCTION	Dragage grossier de 10 000 m³/an (max 15 000 m³/an)	- RT CHP - (R CHP) - (BV de l'Arve) - (RCC CHA) - valorisation BTP	Gestion N3
I	4	FRDR2000	G1-G3	G1-G3_USSES	Dragage sédiments mixtes 3 500 m³/an (max 4 000 m³/an)	RCC de Chautagne	Gestion N3
Secteur	UHC	Masse d'eau	Actions-clés	ID	Stratégie proposée - description de l'action de restauration	Stratégie proposée - Devenir des sédiments grossiers	Catégorie
I	03-04	FRDR2000	R4	R4- Etournel	Restaurer les îlons	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
I	03-04	FRDR2000	R1	R1 - CHP	Recharge sédimentaire	A partir des matériaux dragués de l'Arve	BPE Sc4
I	03-04	FRDR2000	R3	R3 - GEN-Etournel	Restauration ambitieuse du RT entre Chancy-Pougny et l'Etournel	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE Sc4
I	03-04	FRDR2000	R5	R5 - CHP-Seuil-Pougny	Supprimer le seuil du Pont de Pougny	Remodelage du lit mineur	BPE Sc4
I	03-04	FRDR2000	R6	R6 - GEN-bois mort	Réinjection de bois morts	-	BPE Sc4
I	03-04	FRDR2000	R7	R7 - Verbois	Restaurer des hauts fonds	A partir de matériaux issus de dragages	BPE Sc4
I	03-04	FRDR2000	R7	R7 - CHP	Restaurer des hauts fonds	A partir de matériaux issus de dragages	BPE Sc4
I	03-04	FRDR2000	R7	R7 - GEN	Restaurer des hauts fonds	A partir de matériaux issus de dragages	BPE Sc4

Bilan des coûts des scénarios

Tableau 25 : Secteur I – Coûts des actions de gestion et de restauration

Action	N°	Unité	Scénario 1 : Scénario actuel	Scénario 2 : Continuité interventionniste et CTO	Scénario 3 : Continuité gravitaire	Scénario 4 : Réhabilitation écologique	Stratégie proposée
Dragage de sédiments fins et grossiers	G1-G2-G3-G4	Euro/an	430 000 €	330 000 €	110 000 €	330 000 €	330 000 €
dont sites N1-N2		Euro/an	210 000 €	210 000 €	110 000 €	210 000 €	210 000 €
dont sites N3-N4		Euro/an	220 000 €	120 000 €	- €	120 000 €	120 000 €
Chasse de retenue	G5	Euro/an	1 050 000 €	1 050 000 €	- €	1 050 000 €	1 050 000 €
Mise en transparence de barrage	G6	Euro/an *	1 375 000 €	1 375 000 €	2 000 000 €	1 375 000 €	1 375 000 €
Optimisation de la gestion des ouvrages pour réduire la sédimentation	G7	Euro/an			- €		- €
Optimisation des infrastructures pour réduire la sédimentation	G8	Euro			- €		- €
Zone de gestion sédimentaire en aval d'un RCC restauré	G9	Euro		- €		- €	- €
Zone de gestion sédimentaire en aval d'un RCC restauré	G9	Euro/an		800 000 €		800 000 €	- €
Réduction ou déplacement du chenal navigable	G10	Euro			- €		- €
Redimensionnement des systèmes d'endiguement en fonction du retour des	G11	Euro			- €	- €	- €
Charruage-essartage	G12-G13	Euro/an	- €	- €		- €	- €
Réinjection de sédiments grossiers en RCC	R1	Euro/an	- €	800 000 €		800 000 €	400 000 €
issu des actions du BPE		Euro/an	- €	- €	- €	- €	- €
complément issu des sites N3		Euro/an	- €	800 000 €	- €	800 000 €	400 000 €
Réactivation des marges alluviales	R2	Euro	- €	- €	- €	- €	- €
Restauration morphologique de la bande active	R3	Euro	- €	- €		3 000 000 €	3 000 000 €
Restauration des îlônes et zones humides associées	R4	Euro	- €	- €	- €	800 000 €	800 000 €
Restauration de la continuité sédimentaire des ouvrages transversaux	R5	Euro	- €	- €	- €	500 000 €	500 000 €
Réinjection de bois mort	R6	Euro				100 000 €	100 000 €
Restauration morphologique dans les retenues ou canaux usiniers	R7	Euro	- €	- €		1 500 000 €	1 500 000 €
Mise en transparence ou recul de digues	R8	Euro	- €	- €	- €	- €	- €
Restauration d'anciennes gravières	R9	Euro	- €	- €	- €	- €	- €
Relèvement des débits et régimes réservés	R10	Euro/an	- €	- €	- €	- €	- €
Augmentation de la fréquence des débits morphogènes	R11	Euro/an	- €	- €	- €	- €	- €

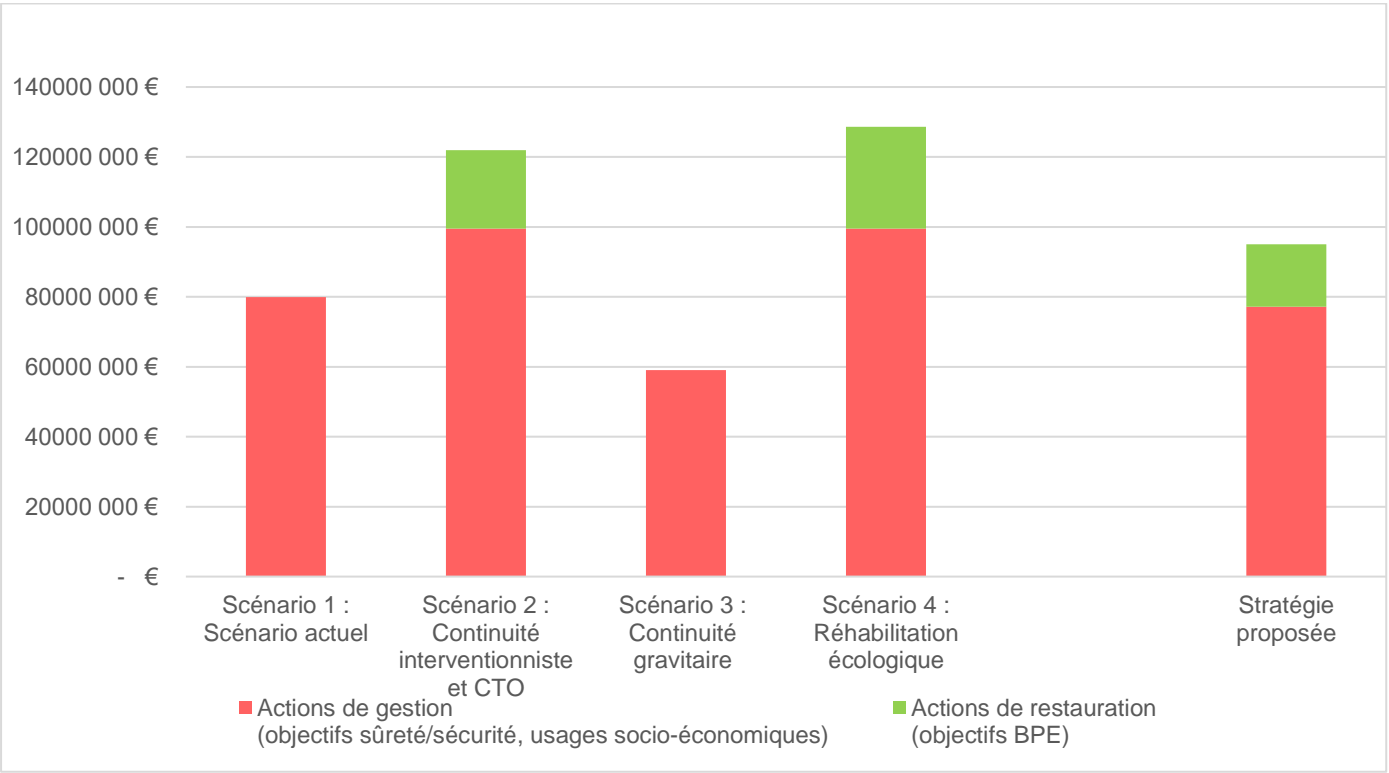


Figure 46 : Secteur I – Montant totaux 2050 pour chacun des scénarios

Tableau 26 : Secteur I – Bilan des coûts des scénarios et de la stratégie proposée

		Scénario 1 : Scénario actuel	Scénario 2 : Continuité interventionniste et CTO	Scénario 3 : Continuité gravitaire	Scénario 4 : Réhabilitation écologique	Stratégie proposée
Actions de gestion (objectifs sûreté/sécurité, usages socio-économiques)	Investissement (€HT)	- €	- €	- €	- €	- €
	Fonctionnement (€HT/an)	2 855 000 €	3 555 000 €	2 110 000 €	3 555 000 €	2 755 000 €
	Montant 2050 (€HT)	79 940 000 €	99 540 000 €	59 080 000 €	99 540 000 €	77 140 000 €
Actions de restauration (objectifs BPE)	Investissement (€HT)	- €	- €	- €	6 700 000 €	6 700 000 €
	Fonctionnement (€HT/an)	- €	800 000 €	- €	800 000 €	400 000 €
	Montant 2050 (€HT)	- €	22 400 000 €	- €	29 100 000 €	17 900 000 €
TOTAL avant impacts	Investissement (€HT)	- €	- €	- €	6 700 000 €	6 700 000 €
	Fonctionnement (€HT/an)	2 855 000 €	4 355 000 €	2 110 000 €	4 355 000 €	3 155 000 €
	Montant 2050 (€HT)	79 940 000 €	121 940 000 €	59 080 000 €	128 640 000 €	95 040 000 €
	Montant 2050 actualisé (€HT)	122 487 218 €	186 841 272 €	90 524 704 €	195 417 839 €	143 934 595 €
	Evolution / Sc1	-	53%	-26%	60%	18%
Impacts hydroélectricité mise en transparence barrage (coût d'impact €/an)		1 175 000 €	1 175 000 €	36 380 000 €	1 175 000 €	1 175 000 €
Impacts hydroélectricité débits morphogènes (coût d'impact €/an) **		- €	- €	- €	- €	- €
Impacts navigation (coût d'impact €/an)		- €	- €	- €	- €	- €
Impacts AEP (coût d'impact €/an)		- €	- €	- €	- €	- €

3.3.3 Secteur II : Haut-Rhône entre Seyssel et Sault-Brénaz (UHC#05 à 08)

► Présentation du grand secteur

Le Secteur II s'étend de la retenue de Chautagne (UHC#05-CHA) au Rhône total en aval de la restitution de Sault-Brénaz (UHC#08-SAB).

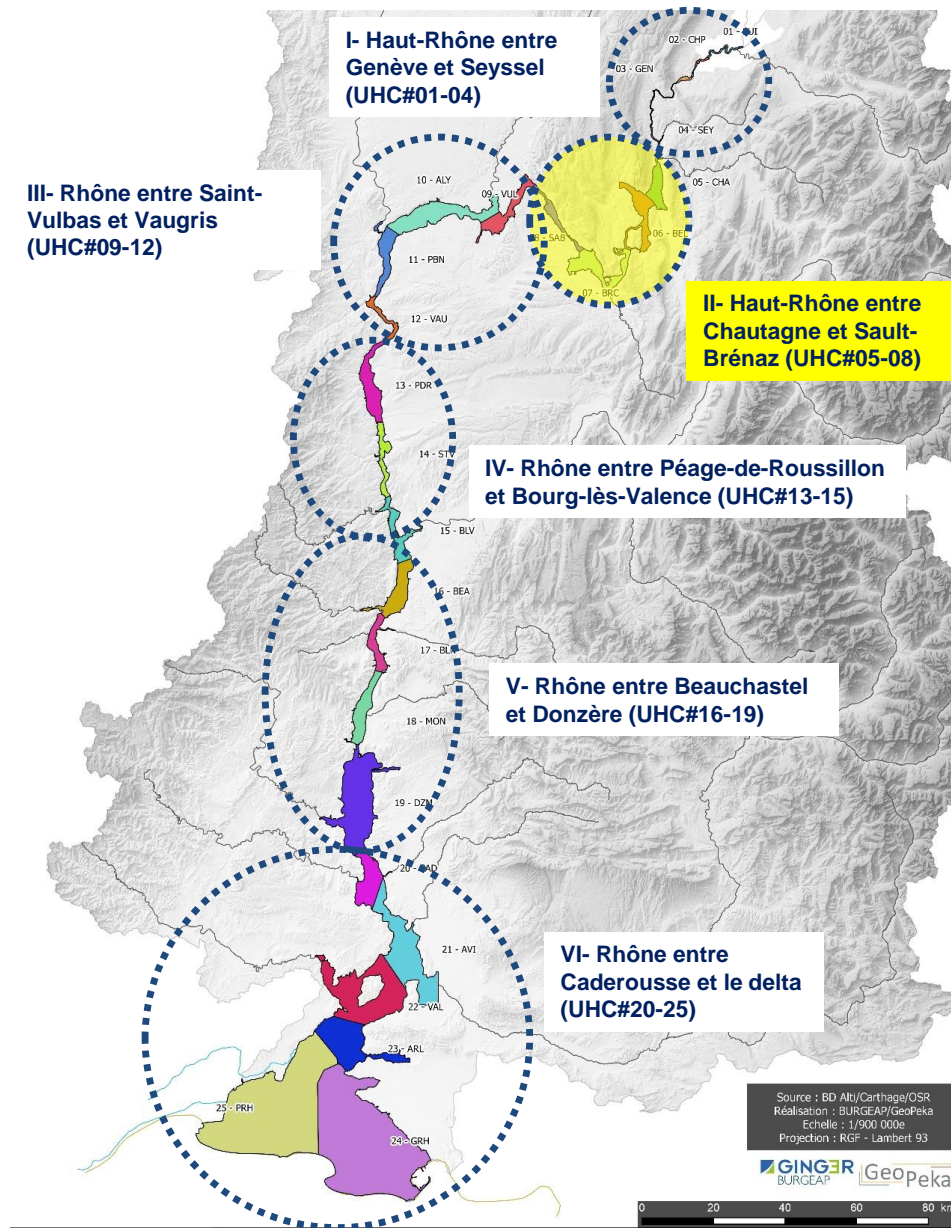


Figure 47 : Secteur II – Localisation de Chautagne (UHC#05) à Sault-Brénaz (UHC#08)

► Synthèse du fonctionnement hydrosédimentaire actuel

• Flux de sédiments grossiers

La retenue de Seyssel (04-SEY) est globalement transparente car la capacité de charriage élevée dans la partie amont (10 000 à 50 000 m³/an) dépasse la fourniture via le barrage de Génissiat qui est limitée aux sables fins. Toutefois, sans mise en transparence lors des accompagnements d'APAVÉR, les matériaux sableux ont tendance à s'accumuler en tête de retenue.

La remobilisation attestée, par le passé, de sédiments issus du dragage de la confluence des Usses et clapés dans la retenue, indique qu'une partie de la charge solide peut franchir l'ouvrage. Cependant, sous le barrage, si les capacités de charriage restent importantes (20 000 m³/an), elles diminuent progressivement et sévèrement vers la confluence avec le Fier et la retenue de Chautagne (05-CHA) et ont conduit, ces dernières décennies, à draguer des volumes importants (notamment en 2008-2009).

Les apports par charriage du Fier sont nuls depuis la mise en place des barrages de Vallières et de Motz u début du 19^{ème} siècle, et alors que les contributions du Chéran et du Fier en amont de Vallières pourraient être significatives (10 000 à 30 000 m³/an).

En aval du barrage de Chautagne (05-CHA), alors que les pentes de l'ordre de 1‰ favorisent la dynamique alluviale, le manque d'apports grossiers entraine un export des stocks alluviaux en place, à hauteur d'environ 7 000 m³/an, et ce résultat est bien corrélé avec le déstockage topo-bathymétrique du RCC (environ 13 000 m³/an en tout, matériaux fins compris). Ce RCC a bénéficié d'une réinjection de 15 000 m³ en 2016 dans sa partie amont, et il a été démontré que l'ensemble du cortège granulométrique (jusqu'à 90 mm) pouvait être mobile en crue décennale (Q10). Le transport solide se maintient jusqu'à la restitution puis devient plus faible au niveau du pont de la Loi où le fleuve dépose progressivement de son transport solide (dépôt d'environ 3000 à 5000 m³/an au Pont de la Loi), jusqu'à l'intérieur de la retenue de Lavours (06-BEL), qui ne permet in fine que le transit du sable.

Dans le Vieux Rhône de Belley (06-BEL), le transport est discontinu, influencé par plusieurs seuils (Fournier, Lucey, Yenne) ; il se génère par des déstockages et des érosions progressives, en l'absence d'apports amont. Si les capacités de charriage sont encore partiellement effectives (1 000 à 2 000 m³/an) en aval du seuil Fournier, celui de Yenne, bloque la charge grossière qui devient anecdotique à l'entrée dans la retenue de Brégnier-Cordon (07-BRC), en raison de l'absence d'affluents significatifs et d'une ancienne fosse d'extraction en amont de la restitution. Historiquement, la plaine de Brégnier-Cordon (07-BRC) était comme la plaine de Chautagne ou le marais de Lavours, un secteur de rupture des capacités de transport solide, anciens ombilics glaciaires progressivement remplis par les apports amont. Le secteur entre le pont d'Evieu et le pont de Groslée correspond au secteur le plus contemporain de cette rupture de la charge de fond, conduisant à l'absence de flux grossiers dans ce qui est aujourd'hui la retenue de Sault-Brénaz.

Dans le Vieux Rhône de Brégnier-Cordon (07-BRC), les capacités de transport résiduelles (quelques centaines de m³/an) sont du même ordre de grandeur que les apports supposés du Guiers (500 m³/s). En aval de la restitution du canal de fuite et jusque dans la retenue de Sault-Brénaz (08-SAB), le transport solide peut devenir en théorie plus important (environ 6 500 m³/an) mais il concerne essentiellement des sables. Dans les conditions actuelles d'état de la retenue de Sault-Brénaz, en cours de sédimentation, aucun matériau plus gros que le sable n'est en mesure de franchir le barrage de Villebois.

Les des accompagnements d'APAVÉR, les ouvrages du Secteurs II, les ouvrages de retenue ne sont pas ouverts de façon à préserver les Vieux Rhône et leurs annexes. Les sédiments fins et sableux transitent par les canaux et usines.

• Flux de sédiments fins et sableux

Sur la période 2011-2016, le flux de MES moyen interannuel du Rhône à Jons (UHC#10-ALY) est de 0,73 Mt. Le principal contributeur au flux de MES est l'Arve (0,57 Mt/an ; 78% en moyenne sur la période), suivi du Fier (0,16 Mt/an ; 23%), puis de la Bourbre (5%). Les apports des Usses sont estimés à 0,05 Mt/an, ceux du Guiers à 0,03 Mt/an. Pour mémoire, les apports de l'Ain, estimés à 0,1 Mt/an, sont mal renseignés.

Sur le linéaire du Secteur II, les flux de MES varient donc de 0,57 à 0,76 Mt/an ; les Usses et le Guiers ne sont pas comptabilisés dans les bilans de l'OSR.

L'Arve constitue donc l'essentiel des apports en MES sur le Secteur II avec 0,57 Mt/an en moyenne. Le linéaire du Haut Rhône est également sous l'influence des APAVER avec l'accompagnement qui est fait par CNR au niveau des 4 ouvrages : les fines sont conduites dans les canaux usiniers afin de préserver les Vieux Rhône de ces apports potentiellement impactants pour les milieux aquatiques.

Bilan des sites de gestion et de restauration intégrés dans les scénarios

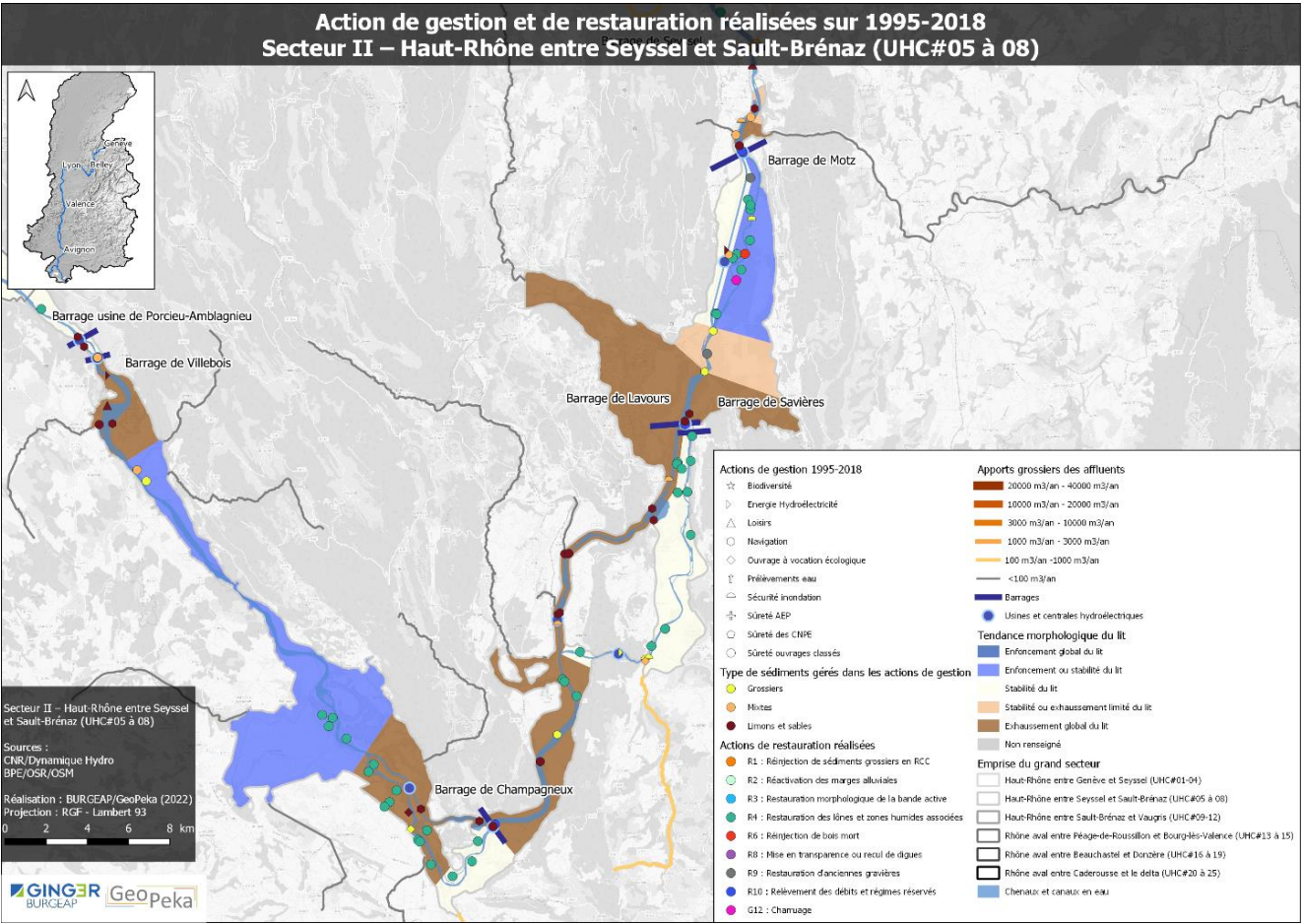


Figure 48 : Secteur II – Carte des tendances morphologiques et des actions menées jusqu'en 2018

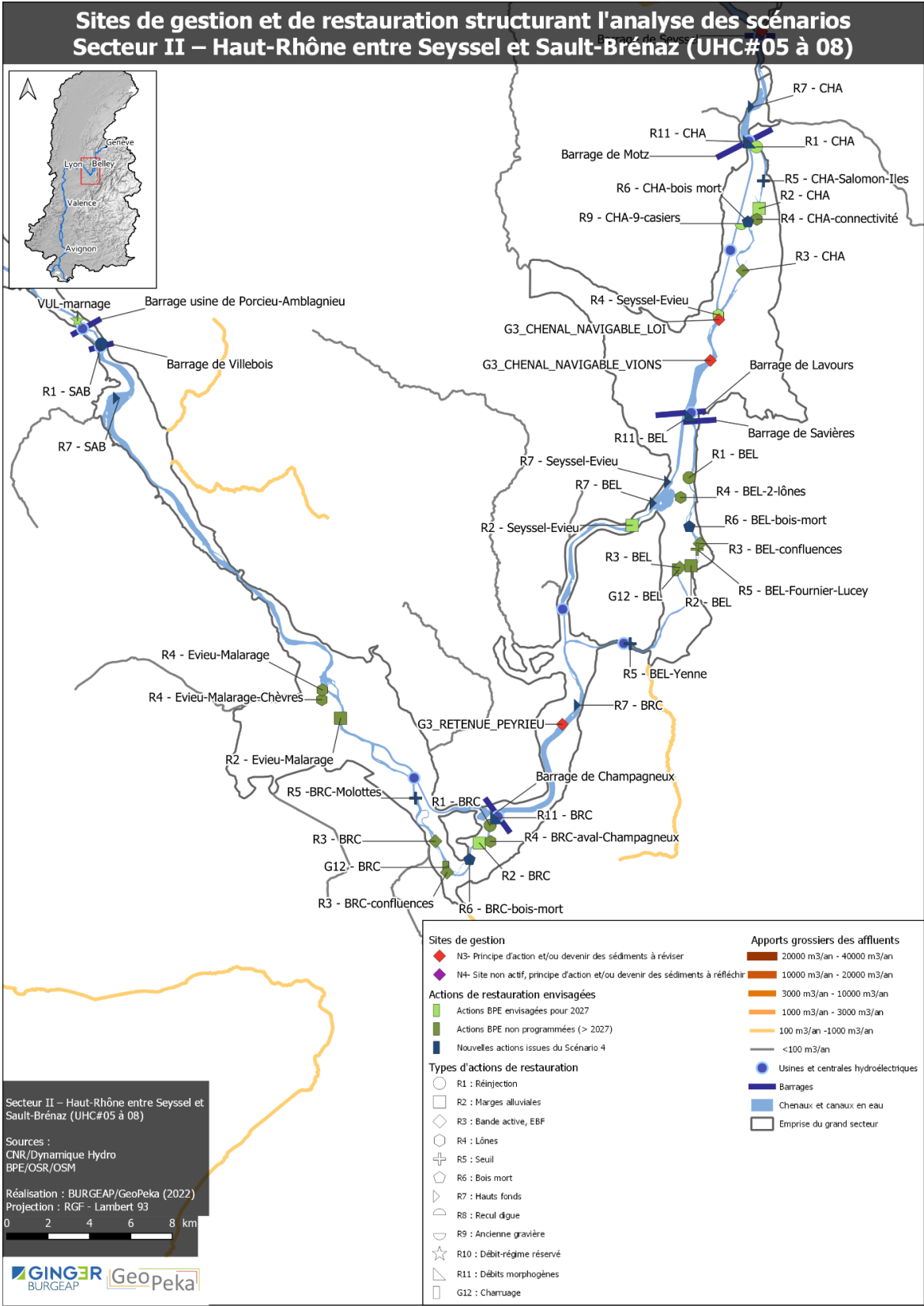


Figure 49 : Secteur II – Carte des sites de gestion et restauration structurant les scénarios

Inventaire des zones déficitaires et intérêts écologiques

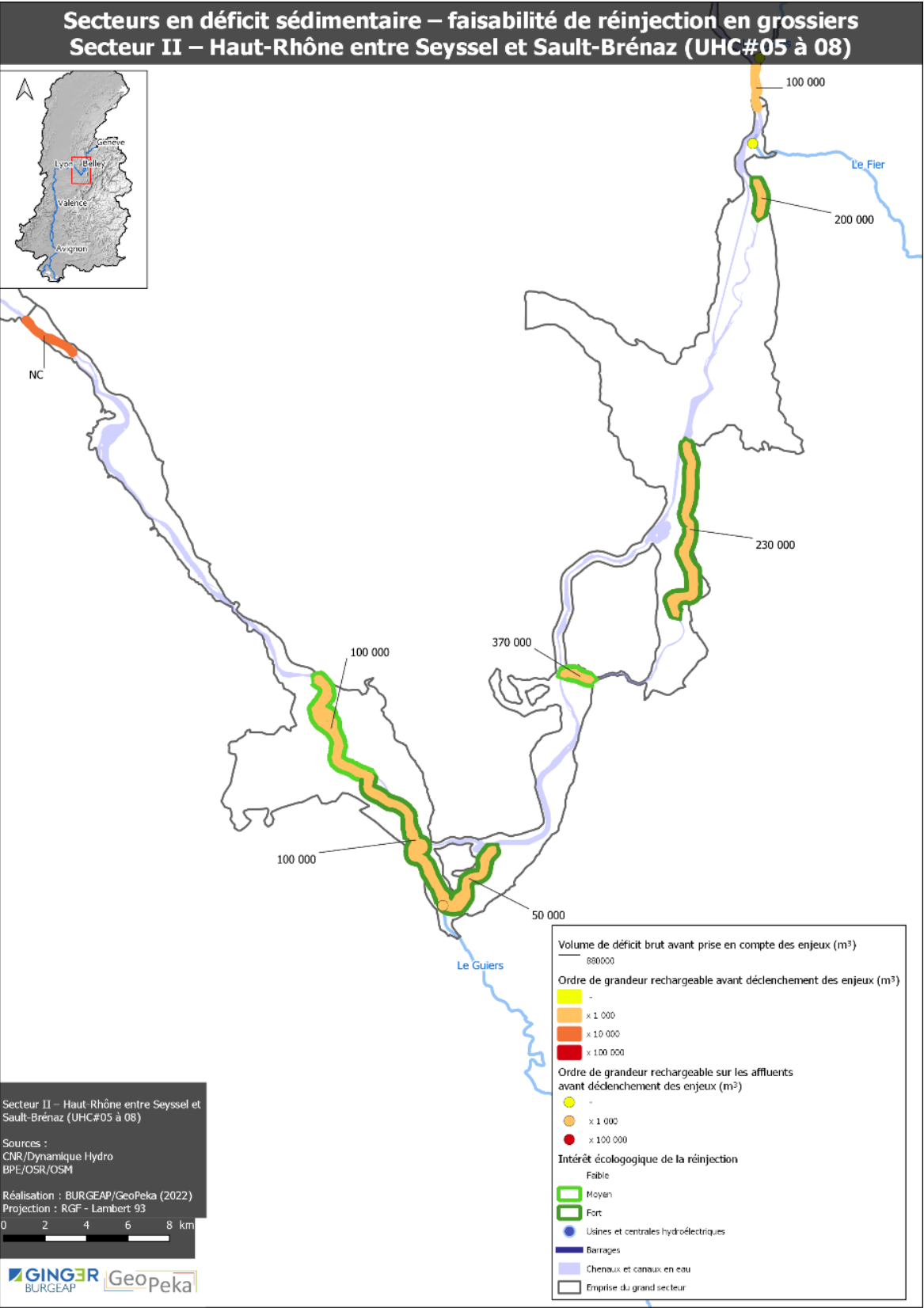


Figure 50 : Secteur II – Cartes des sites déficitaires et des possibilités de réinjection

Scénario 1 « actuel »

L'essentiel des actions de gestion sédimentaire dans ce secteur comprend, depuis 2010 environ et la création d'écluses pour le tourisme fluvial, des dragages menés sur les sites de Pont de la Loi et de Vions (queue de retenue de Belley / gestion à terre, réinjection envisagée dans le RCC de Belley) et Peyrieu (queue de retenue de Brégnier Cordon / réinjection dans la retenue).

Les actions de restauration prévues pour 2027 portent notamment sur les RCC de Chautagne (R1, R2, R9) et de Brégnier Cordon (R2), mais aucune action n'est programmée pour le RCC de Belley.

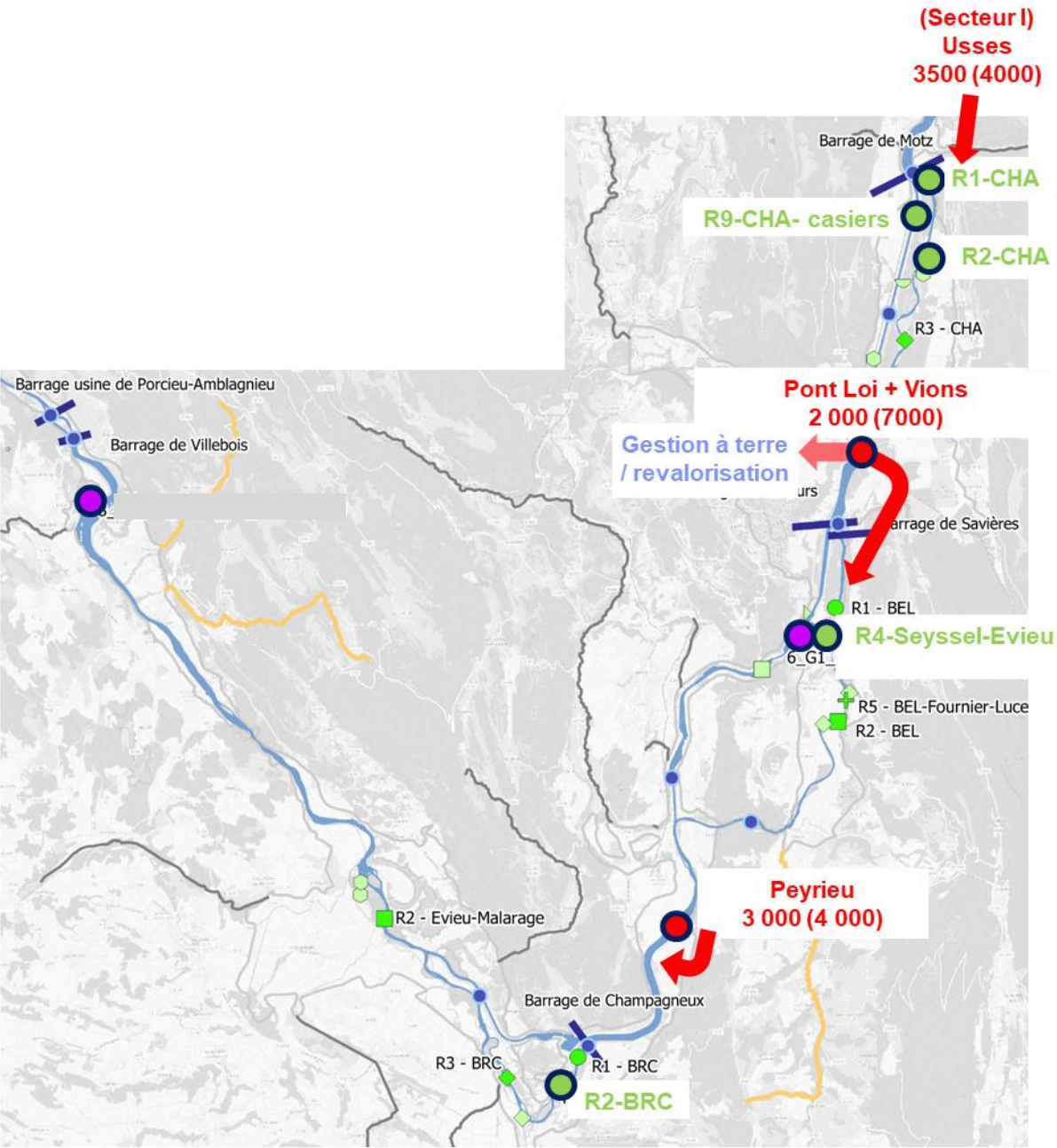


Figure 51 : Secteur II – Carte de synthèse du Scénario 1

► Analyse multicritère des scénarios

Tableau 27 : Secteur II – Analyse multicritère des scénarios

Indicateurs	Actuel	Scénario 1 Scénario actuel		Scénario 2 Continuité interventionniste et CTO		Scénario 3 Continuité gravitaire pour les sédiments grossiers		Scénario 4 Réhabilitation écologique		Stratégie proposée	
Principes d'actions			Poursuivre les pratiques actuelles de gestion et de restauration (dont actions BPE 2027)		Maximiser la continuité sédimentaire avec des dragages / transferts de sédiments à la mesure de la capacité des RCC, tout en renforçant les CTO (navigation, hydroélectricité) au-delà des contraintes actuelles (irrigation, AEP, loisirs)		Maximiser la continuité sédimentaire des matériaux grossiers grâce à la gestion gravitaire des sédiments dans les retenues et une optimisation de la gestion des ouvrages. Les CTO deviennent une variable d'ajustement		Réhabiliter les fonctionnalités et la résilience de l'hydrosystème afin de maximiser les gains écologiques et optimiser la gestion sédimentaire		
Fonctionnement hydrosédimentaire (bilan sédimentaire, processus)	-	0	Globalement peu de matériaux grossiers à gérer : 910 m³/an d'apports, 5 à 11 000 m³/an à draguer avec gestion sur site (G4) à terre ou début de réinjection pour Pont de la Loi (R1). Les matériaux dragués sur les Ussets sont réinjectés sont réinjectés dans le RCC de CHA (4000 m³/an / secteur I) sans toutefois subvenir au besoin (environ 7000 m³/an).	+	Le RCC de BEL bénéficie de la réinjection des matériaux dragués au Pont de la Loi (à hauteur de la capacité de charriage 2000 m³/an). Les volumes complémentaires (jusqu'à 5000 m³/an) sont réinjectés dans le RCC de CHA avec ceux des Ussets (4000 m³/an / secteur I), ce qui permet d'atteindre, voire de dépasser la capacité de charriage (7000 m³/an). Les matériaux de l'île de Peyrieu sont dragués et réinjectés dans le RCC de BRC à la mesure de ce qui peut être admis dans ce RCC (en terme de volume de recharge et de capacité de charriage : qq centaines à 4000 m³/an, 2000 m³/an retenu). L'effet du seuil des Molottes sur la continuité doit être apprécié. Un site G9 peut être prévu en amont du seuil de Yenne si ce seuil n'est pas franchissable par les graviers (à vérifier). Le site du pont de la Loi devient le site G9 pour le RCC de CHA. Un site G9 pourrait devoir être aménagé à Groslée en aval du RCC de BRC, mais les fosses d'extractions et fosses naturelles du défilé de St-Alban pourrait admettre les faibles volumes arrivants (500 à 1000 m³/an ?).	+	La continuité sédimentaire sur le Haut-Rhône serait en théorie possible jusqu'à la retenue de SAB avec les apports des Ussets (4000 m³/an) puis l'érosion progressive dans le RCC de CHA (7000 m³/an) à condition de remplir des fosses en RCC (100 ans) et évacuer des fines accumulées dans les têtes de retenue. La suppression de seuils (2 sur CHA, 3 sur BEL et 1 sur BRC) serait également préférable. Les pertes de charge aux barrages restent relativement réductrices pour obtenir la pente de transit (3 m, voire 7 m au barrage de Motz). Les 2 sites de dragage N3 ne sont plus utiles. La retenue de SAB, pour être transparente (ce linéaire n'ayant jamais de charge de fond par le passé), nécessiterait l'effacement du seuil des Molottes, la chasse de volumes de sédiments fins très importants (plusieurs hm3, >> 0,9 hm3 de comblement actuel) et une ouverture de 3 mois au minimum, ce qui rend la faisabilité très complexe.	++	Intégration de nombreuses actions BPE non planifiées, et complétées avec de nouvelles actions (R5, R6, R11). Dans le RCC de CHA, le flux visé est de 7000 m³/an avec les apports des Ussets et du Pont de la Loi ; il pourrait être plus important avec des débits morphogènes et d'autres apports (Fier ? Arve ?) afin d'engager une restauration R3 du style fluvial en tresses (10 000 à 20 000 m³/an nécessaires a priori). Dans ce cas, les 2 seuils Salomon et l'Isle pourraient être supprimés. Le RCC de BEL bénéficie de la réinjection des dragages de Pont de la Loi pour 2000 m³/an avec l'hydrologie actuelle, 4 à 6000 m³/an avec débits morphogènes. Ce flux permet d'effacer les seuils Fournier et Lucey. Les excédents du Pont de la Loi servent à napper les fonds incisés (aval Lavours). Le barrage de Yenne est supprimé pour laisser transiter les flux grossiers jusqu'à Peyrieu. Le RCC de BRC bénéficie de réinjection (x100 m³/an avec hydrologie actuelle, 2 à 4000 m³/an avec débits morphogènes), et le seuil des Molottes est effacé pour prolonger les flux jusqu'en aval de Groslée (fosses profondes). Les excédents sont utilisés pour des hauts-fonds (R7) ou recharger le RCC de Sault-Brénaz.	++	Intégration de nombreuses actions BPE non planifiées, et complétées avec les nouvelles actions les plus réalistes. Dans le RCC de CHA, le flux visé est de 7000 m³/an avec les apports des Ussets et du Pont de la Loi. Les 2 seuils Salomon et l'Isle sont conservés. Le style fluvial méandriforme n'est pas corrigé. A long terme une augmentation des débits morphogènes avec une augmentation des apports (Arve, Fier) pourrait être envisagée, avec une restauration du style en tresses. Le RCC de BEL bénéficie de la réinjection des dragages de Pont de la Loi pour 2000 m³/an avec l'hydrologie actuelle, 4 à 6000 m³/an avec débits morphogènes. Ce dernier flux devrait permettre d'effacer les seuils Fournier et Lucey. Les excédents du Pont de la Loi servent à napper les fonds incisés (aval Lavours). Le barrage de Yenne est conservé et sa retenue amont se remplit (site G9 si des enjeux d'inondation se déclarent). Le RCC de BRC bénéficie de réinjection (x100 m³/an avec hydrologie actuelle, 2 à 4000 m³/an avec débits morphogènes). Le seuil des Molottes est conservé en attendant de voir les effets sur les fonds. Les excédents sont utilisés pour des hauts-fonds (R7) ou recharger le RCC de Sault-Brenaz (avec les apports de la Brivaz et de la Pernaz).
A/ Biologie (habitats, espèces)	--	0	Parmi les actions BPE planifiées, la réinjection dans le RCC de Chautagne. Cependant le besoin de 7000 m³/an n'est pas satisfait par les apports des Ussets seuls Masses d'eau en état moyen (4), médiocre (1) et bon (1) BPE atteint en 2027 pour 4 ME sur 6 (1 médiocre, 1 moyen)	+	Les RCC de CHA, BEL et BRC bénéficient des gains écologiques liés à la restauration d'un flux de charriage. Pour le RCC de CHA cela correspond à une action BPE planifiée du Scénario1. Les autres actions de réinjection permettent d'aller au-delà du BPE visé en 2027, notamment pour les RCC de BEL et BRC	+	Les RCC de CHA, BEL et BRC bénéficient des apports sédimentaires amont, cependant après 100 ans de comblement de fosses et de poursuite d'érosion progressive. Le Rhône devient courant 0,5 à 3 mois dans l'année selon les retenues. BPE atteint en 2027 pour 4 ME sur 6 (1 médiocre, 1 moyen), mais probablement également pour les RCC de BEL et BRC	++	Maximisation des gains écologiques avec les nombreuses actions prévues R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, a fortiori avec débits morphogènes R11. BPE atteint et dépassé pour les 6 ME.	++	Optimisation des gains écologiques avec les nombreuses actions prévues R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, a fortiori avec débits morphogènes R11. BPE atteint pour les 6 ME et dépassé pour BEL et BRC.
B/ Sûreté - sécurité	0	0	Exigences de sûreté des ouvrages assurées par les gestionnaires.	0	Absence d'impact sur la sûreté des ouvrages et la sécurité en zone inondable si les réinjections sont calibrées sur la capacités de charriage et volumes admissibles	-	Les risques d'inondation sont potentiellement majorés dans les RCC sauf si les seuils sont effacés, et parce que les flux en transit sont faibles (7000 m³/an). Les risques sont potentiellement majorés dans les retenues de CHA, BEL, BRC et SAB. La sûreté des ouvrages peut être impactée par le marnage dans les retenues.	0	Risque d'aggravation des risques d'inondation dans les RCC de BEL et de BRC (à vérifier pour CHA) qui peut être atténué par l'abaissement/arasement des seuils dans chaque RCC.	0	Aggravation des risques dans les RCC adaptée à ce qui peut être acceptable (faibles enjeux). Chasses à prévoir dans les têtes de retenue de CHA, BEL et BRC pour respecter les enjeux sûreté d'ouvrages à long terme
C/ Usages socio-économiques (CTO)	0	0	Usages socio-économiques préservés	0	Usages socio-économiques (navigation, hydroélectricité) sont préservés	--	La navigation est pénalisée par au minimum 0,5 à 2 mois de coupure de la navigabilité. L'hydroélectricité est pénalisée par au minimum 0,5 à 3 mois d'absence de production sur CHA, BEL, BRC et SAB (soit 173 GWh), avec des répercussions en aval. L'aménagement d'un déflecteur à l'entrée du garage d'écluse amont de BLV permet de limiter la sédimentation et les dragages	-	Navigation et hydroélectricité pénalisées quelques jours par an supplémentaires pour les débits morphogènes. Pas d'impact dans les queues de retenue a priori (fosses)	-	Hydroélectricité et navigation pénalisées quelques jours par an supplémentaires pour les débits morphogènes de PDR
Faisabilité technique	0	0	A ce stade, pas de problème de faisabilité sinon pour le devenir des sédiments de Pont de la Loi (réinjection programmée)	0	Les principales difficultés sont liées au transport avant réinjection, au comportement des sédiments dans les RCC (continuité, franchissabilité de seuils), et à l'éventuelle nécessité de draguer les sédiments en bout de RCC (sites G9)	--	Absence de faisabilité pour la retenue de PDR (présence du CNPE). La faisabilité technique d'ouverture des barrages de façon prolongée et de résistance au transport solide est à vérifier. Dans tous les cas les barrages de STV et BLV présentent des pertes de charges élevées qui ne permettent pas de générer la pente motrice. Les dragages aux confluences ne pourront être évités même s'ils peuvent être réduits. Les impacts sur les usages et sur la sûreté sont réducteurs	0	Projets ambitieux et coûteux avec faisabilité complexe (enjeux PPR, navigation, hydroélectricité) mais non réductrice	0	Faisabilité des actions de restauration ambitieuse (enjeu PPR, navigation, hydroélectricité).
Coût investissement (M€)			9,8 M€		9,8 M€		9,8 M€		27,7 M€		25,2 M€
Coût fonctionnement (M€/an)	0	0	0,7 M€/an	-	1,0 M€/an	--	2,2 M€/an	-	1,9M€/an	-	1,4 M€/an
Coût impact (M€/an)			0 M€/an		0 M€/an		16,7 M€/an		3,1 M€/an		2,2 M€/an
Empreinte climat sites N3-N4 (tCO2e)	-	0	22 tCO2e/an	-	45 tCO2e/an	--	80 000 tCO2e (hydroélectricité remplacée par gaz)	-	60 tCO2e/an	-	33 tCO2e/an
Bilan (note sur 3 enjeux A, B et C)	-2	0	Scénario de base	+1	Scénario réaliste, plus coûteux, qui apporte une légère plus-value par rapport au Scénario 1 grâce à la continuité sédimentaire vers les RCC de PDR et le rehaussement des fonds sans continuité du RCC de BLV.	-2	Scénario très impactant pour les usages socio-économiques et le climat, peu acceptable sur les enjeux de sûreté et tout en étant relativement satisfaisant pour le fonctionnement hydromorphologique et la biologie.	+1	Scénario très intéressant par définition pour les milieux naturels, maîtrisable pour les enjeux inondation, impactant pour les usages navigation/hydroélectricité du fait des débits morphogènes, et impactant pour le climat	+1	Scénario intéressant pour les milieux naturels, maîtrisable pour les enjeux inondation, impactant sur quelques jours pour les usages navigation/hydroélectricité du fait des débits morphogènes

► Description de la stratégie envisagée

Le Secteur II présente paradoxalement peu d'apports par des affluents et peu de secteurs de gestion en matériaux grossiers alors qu'il est situé en piémont des Alpes et du Jura. Cela vient du fait que les deux principaux pourvoyeurs historiques en graviers (Arve et Fier) ne peuvent transmettre leurs matériaux qui sont piégés dans des retenues hydroélectriques amont. Ainsi les deux principaux sites correspondent à des accumulations en queues de retenue : Pont de la Loi / Vions (retenue de Belley) et Peyrieu (retenue de Brégnier-Cordon). Les queues de retenues de Chautagne et de Sault-Brénaz ne sont pas exposées à des apports grossiers significatifs et ne présentent pas de site de gestion.

A contrario, les actions de restauration visant à atteindre ou dépasser le bon potentiel écologique (BPE) sont nombreuses car les 3 RCC de Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon présentent de forts intérêts écologiques, et sont associés à des milieux humides et terrestres d'envergure (marais de Chautagne, marais de Lavours, Basses Terres du Dauphiné).

Ainsi, la stratégie s'inspire largement du Scénario 4. Certaines actions, peut-être jugées trop ambitieuses, sont retirées par rapport à ce scénario écologique. Toutefois, ce sont les analyses de faisabilité qui permettront de réellement définir les ambitions à long terme, les priorités de mise en œuvre et, in fine, la trajectoire qui doit être donnée au Rhône dans ce secteur.

La stratégie proposée est déclinée d'amont en aval.

Dans la retenue de Chautagne, une action de type « R7- restauration de hauts fonds » a été proposée dans le Scénario 4 en action complémentaire au BPE (pastilles bleues). Elle n'est cependant pas jugée prioritaire pour la stratégie dans la mesure où la présence de la roselière en aval de la confluence avec le Fier présente déjà un atout et qu'une extension de hauts fonds pourrait pénaliser le fonctionnement hydrosédimentaire de la retenue en réduisant les sections d'écoulement. Par ailleurs, en dehors de la confluence des Ussets dont les matériaux ont une autre vocation, il n'existe pas de source en matériaux fins ou grossiers de proximité et utile pour une telle action.

Dans le RCC de Chautagne, les actions programmées du BPE (pour 2027 ; pastilles vert clair) consistent à procéder à des recharges sédimentaires (R1), désendiguer le linéaire pour restaurer les marges (R2), et restaurer les anciens casiers de l'île de la Malourdie (R9). La première action est en phase avec la possibilité de réinjecter des alluvions grossières issues de la confluence des Usses (Secteur I), à hauteur de 3 500 à 4 000 m³/an. Ces volumes ne permettent toutefois pas, en théorie, de compenser les déficits liés au déstockage (environ 7 000 m³/an). L'action R2 est favorable sur le principe, mais l'endiguement large du Rhône dans la plaine de Chautagne et la protection acquise pour certains secteurs urbanisés ou en zone d'activités ne laissent pas beaucoup de possibilités de désendiguer le cours d'eau et lui permettre de se recharger en alluvions, sinon peut-être dans la partie aval où la Via Rhôna a déjà fait l'objet d'une mise en retrait suite à une érosion latérale. L'action R9 est favorable car la restauration d'annexes, peu nombreuses dans le RCC de Chautagne, est positive, a fortiori en l'absence d'affluents significatifs. Les matériaux de déblai dégagés de ce type d'opération peuvent être réinjectés dans le Vieux Rhône afin de participer à sa restauration.

Les actions complémentaires prévues au BPE (> 2027 ; pastilles vert foncé) portent sur la restauration complémentaire de îlons, surtout pour leur connectivité, l'essentiel des îlons de ce linéaire ayant déjà été restaurées. L'action R3 de « plan de gestion des bancs par arasement », qui est évasive dans son libellé, est proposée d'être orientée dans le sens de la fiche action proposée hors texte en « R3- restauration de la bande active ». Dans cet esprit, des bancs déconnectés seraient arasés ou entaillés de chenaux secondaires, et les matériaux grossiers déblayés seraient utilisés en réinjection sédimentaire, rehaussant le fond et le toit de la nappe alluviale, et restaurant des formes alluviales selon un style fluvial à définir. La présence d'espèces exotiques envahissantes sur de grandes surfaces de bancs peut toutefois être une vraie contrainte pour développer une telle action. A ce stade, deux trajectoires de restauration semblent apparaître :

- Soit le RCC de Chautagne bénéficie de réinjections R1 de matériaux issus des Usse uniquement, et qui restent inférieurs au déstockage actuel (environ 7 000 m³/an). Auquel cas, malgré une restauration R3 qui se voudrait ambitieuse, le style fluvial du RCC resterait méandriforme à terme, avec une mobilité latérale qui serait à rendre plus active dans la partie amont du RCC et pouvant s'exprimer tant que les enjeux du lit majeur (canal usinier en rive droite, via Rhône, zones d'activités en rive gauche) ne seraient pas atteints ;
- Soit le RCC de Chautagne bénéficie de réinjections supérieures voire très supérieures au déstockage actuel, en faisant appel à des matériaux issus du Fier (retenue de Vallières, 15 km), de l'Arve (50 km, cf. Secteur I), des dragages de Pont de la Loi (15 km) et de stocks issus d'une opération R3 ambitieuse. Auquel cas, si le stock est reconstitué et si les flux annuels sont restaurés à hauteur d'environ 10 000 à 20 000 m³/an, un style fluvial en tresses pourrait être restauré et rendu pérenne. Une hydrologie adaptée,

basée sur des lâchers morphogènes (R11) (environ 9 jours supplémentaires ; valeur à confirmer), devrait être établie afin de limiter la végétalisation des bancs. Si cette ambition était possible, il serait même envisageable d'aller jusqu'à l'effacement des seuils des Iles et Salomon (R5).

Cette deuxième trajectoire, envisagée dans le Scénario 4, n'est pas retenue dans la stratégie proposée du fait notamment des incertitudes sur les volumes de recharge disponibles. La priorité retenue dans la stratégie pour le RCC de Chautagne, avant la mise en œuvre de débits morphogènes et d'une éventuelle restauration d'un style fluvial, doit être de rééquilibrer le déstockage en mettant en œuvre des actions de réinjections (R1) à 7 000 m³/an au minimum. S'il existe une faisabilité pour une action R3, celle-ci pourrait être orientée vers une inversion de l'évolution du style fluvial méandriforme dans la partie aval du RCC. Toutefois, toutes les trajectoires méritent d'être étudiées, de même que les modalités de réinjection (en amont sous le barrage dans le secteur déficitaire, réparties sur le linéaire) et des études de faisabilité devront être réalisées pour définir la trajectoire la plus pertinente pour l'avenir. Des actions de réinjection de bois mort (R6) devraient pouvoir être mises en œuvre quels que soient les choix retenus.

Par rapport à la question des débits morphogènes, on rappellera que le diagnostic a montré que, du fait des travaux de maintenance qui existent régulièrement sur l'usine d'Anglefort (2 groupes), le fonctionnement actuel serait déjà dans une situation équivalente à des débits morphogènes par rapport à la répartition théorique qui devrait exister entre le canal et le RCC. Ainsi, d'après les données analysées, le RCC reçoit des déversés à hauteur de 15% du temps alors que la répartition théorique des débits donnerait 5%. Un tel écart reste à confirmer après validation des données CNR dont l'objectif premier est de mesurer les débits du régime réservé. Toutefois, cet écart serait confirmé par le fait que le lit présente un déstockage estimé à 7 000 m³/an alors qu'il ne devrait être que de 1 000 à 2 000 m³/an d'après les données de l'EGR (2000) et de Vázquez-Tarrio (2020) basées sur la répartition théorique des débits.



Figure 52 : Secteur II – Carte de synthèse de la stratégie long terme proposée

Dans la retenue de Lavours, le site de dragage du Pont de la Loi et de Vions, avec la stratégie intermédiaire retenue pour le RCC de Chautagne, continuerait à réceptionner environ 2 000 m³/an en moyenne (7 000 m³/an au maximum). Si l'ambition était maximale pour le RCC de Chautagne (2nde trajectoire précédente), les volumes à gérer seraient majorés, probablement de l'ordre de 5 à 10 000 m³/an, en considérant un amortissement des flux vers l'aval grâce à la fonction de stockage de la bande active restaurée.

Le canal de Belley admet des quantités de sables et de limons importantes, notamment lors des accompagnements d'APAVR. Comme il s'agit d'un canal de forme irrégulière, des dépôts fins se forment dès que les sections s'élargissent, ce qui est notamment le cas de la zone de Virignin (en amont des écluses) et du lac du Lit au Roi à Cressin-Rochefort et Massignieu-de-Rives. Dans ce secteur, les écoulements favorisent l'auto-entretien d'un chenal principal, et des dépôts se forment sur les marges, conduisant à l'ensablement d'infrastructures implantées sur les berges, comme le port de Massignieu-de-Rives ou la base de loisirs de l'Ecoinçon. Ces phénomènes vont se poursuivre à l'avenir, et au-delà d'opérations classiques de dragages (G1-G2), il est probablement possible d'agir sur la dynamique sédimentaire de façon à limiter les dépôts ou à les favoriser dans des secteurs sans enjeux anthropiques ou avec des bénéfices écologiques. Dans cet esprit, des actions de type R7-Restauration de hauts fonds, G8-Optimisation d'infrastructures pour réduire la sédimentation, G10-Déplacement du chenal navigable pourrait être réfléchies avec si besoin des modélisations hydrosédimentaires à l'appui.

Dans le RCC de Belley, il n'existe pas d'action de restauration programmée pour 2027 ce qui conduit à figer l'évolution du potentiel écologique. A contrario, les actions complémentaires prévues au BPE après 2027 sont nombreuses. Elles prévoient des réinjections sédimentaires (R1), des restaurations de marges (R2), un plan de gestion des bancs par arasement qui peut évoluer en « R3-Restauration de la bande active », la restauration de confluences avec des affluents (R3), des restaurations de îlons (R4), des arasements pour les seuils de Fournier et de Lucey (R5), ainsi qu'un plan de gestion des bois morts qui pourrait inclure de la réinjection de bois mort (R6) dans le lit pour diversifier les habitats aquatiques.

Pour ce secteur, les ambitions du Scénario 4 sont globalement reprises dans la stratégie proposée. Toutefois, devant l'importance du programme, il est nécessaire de disposer une analyse de faisabilité et d'une priorisation des actions entre elles. Il est également nécessaire d'analyser la pertinence d'actions complémentaires (pastilles bleues), notamment pour des débits morphogènes (R11). Dans un premier temps, la réinjection de sédiments (R1) en aval du barrage de Lavours – ou en aval du seuil de Fournier (8 km) pour ne pas impacter le barrage (BURGEAP, 2021) – en l'état actuel des capacités de charriage (1 000 à 2 000 m³/an) est une première action à tester et à suivre d'un point de vue scientifique avant d'analyser les réponses morphologiques du fleuve.

En fonction de cette connaissance acquise, des ambitions de restauration possibles, et des impacts potentiels sur les enjeux présents, un programme de restauration pourrait être établi :

- Avec une première trajectoire de combinaison des actions R1, R2, R3 et R4, les actions R3 pouvant inclure du remodelage de bancs et des réinjections dans le lit mineur. Cette action R3 ne serait toutefois pas de la même ampleur que pour le RCC de Chautagne compte tenu d'une plus faible taille de bancs. Les actions de réinjection de bois mort (R6) seraient complémentaires ;
- Avec une seconde trajectoire complémentaire et plus ambitieuse basée sur des débits morphogènes (R11), une réinjection plus conséquente (R1) à la mesure de ces débits morphogènes (par exemple 4 000 à 6 000 m³/an ; environ 6 jours supplémentaires ; valeur à confirmer), et des actions d'effacement des seuils (R5), en priorité Fournier et Lucey.

Dans ce schéma, l'action R5 inscrite au BPE arrive en dernier lieu, ce qui ne va pas dans le sens d'une atteinte court terme du BPE où elle pèse 49%. Aussi, elle pourrait être initiée plus tôt dans le programme via un arasement partiel, en attendant éventuellement un arasement complet dans un second temps ; cependant, un tel arasement réalisé en dehors d'un programme intégré (avec des actions de type R1 et R3 notamment) conduirait à un abaissement de la nappe alluviale avec des impacts potentiels sur les zones humides alentours, sur les îlons ou sur certains usages à préciser (captages AEP, captages agricoles). La mise en œuvre de cette action du BPE ne doit pas être précipitée et doit être réfléchie dans le cadre d'une trajectoire long terme de restauration du RCC de Belley.

Le seuil de Yenne, dont le démantèlement était proposé en Scénario 4 n'est pas retenu dans la stratégie proposée : il se passerait en effet probablement plusieurs décennies avant que les flux réinjectés dans le RCC de Belley atteignent cet ouvrage et sa retenue, et déclenchent des enjeux, d'inondabilité notamment. Etant donné que, en aval des gorges de la Balme, le RCC de Belley ne présente pas un fort intérêt écologique (ancienne fosse d'extraction), une action à court terme sur ce seuil de Yenne ne semble donc pas prioritaire sur le plan hydrosédimentaire.

Dans la retenue de Brégnier-Cordon, le site de Peyrieu devrait continuer à s'engraver à hauteur de 3 000 à 4 000 m³/an, avec peut-être un tarissement à long terme, dans le cas où effectivement, aucune action de réinjection ne serait menée en amont sous le seuil de Yenne. Dans ce secteur, il semble que des actions ciblées pourraient permettre de favoriser l'auto-entretien du chenal navigable : action R7 de restauration de hauts fonds permettant de concentrer les écoulements dans le chenal navigable ; action G8 de mise en place d'une infrastructure (type épi) pour diriger les dépôts sédimentaires ; action G10 de déplacement du chenal navigable. Pour la suite, il est considéré qu'une partie ou la totalité de ces volumes de 3 000 à 4 000 m³/an reste disponible pour des réinjections dans le RCC de Brégnier-Cordon.

Dans le canal de Brégnier-Cordon, des situations similaires à celles du canal de Belley sont observées, notamment pour le plan d'eau du Cuchet sur la commune de Murs-et-Gélignieux (base de loisirs, port de plaisance). Des solutions similaires sont à étudier : opérations classiques de dragages (G1-G2), ou opérations visant à modifier la dynamique hydrosédimentaire : R7-Restauration de hauts fonds, G8-Optimisation d'infrastructures pour réduire la sédimentation, G10-Déplacement du chenal navigable.

Dans le RCC de Brégnier-Cordon, les actions du BPE prévoient des réinjections sédimentaires (R1), des restaurations de marges (R2), un plan de gestion des bancs par arasement qui peut évoluer en « R3-Restauration de la bande active » et la restauration de confluences avec des affluents (R3) comme celle du Guiers. Ces actions sont complémentaires, la mesure R3 pouvant alimenter le linéaire en matériaux de réinjection.

Dans un premier temps, les actions de réinjection (R1) peuvent être orientées pour rehausser le fond et la nappe alluviale, et améliorer la connectivité latérale ; ces actions peuvent être rendues compatibles avec les enjeux d'inondabilité grâce à l'action R3 qui permet de travailler à section hydraulique équivalente et qui peut fournir le linéaire en matériaux. A minima, les actions de réinjection sédimentaire pourraient être calées sur la capacité de charriage actuelle (quelques centaines de m³ par an), mais les gains seraient probablement très faibles. Les secteurs sous le barrage de Champagnieux (distant de 10 km du site de Peyrieu) et sous le seuil des Molottes (12 km) sont prioritaires pour les actions de réinjection. A ces actions peut facilement être ajoutée l'action-clé de réinjection de bois mort (R6), notamment dans les nombreuses annexes de ce linéaire, et tout en maîtrisant les risques pour les ouvrages hydroélectriques en aval.

Dans un second temps, si les volumes réinjectables sont effectivement à la hauteur de ce que pourrait fournir le site de Peyrieu (3 000 à 4 000 m³/an), des débits morphogènes (R11) pourraient être déclenchés pour mieux mobiliser de tels volumes (environ 22 jours supplémentaires ; valeur à confirmer). A plus long terme, si le site de Peyrieu devait se tarir en matériaux grossiers, il faudrait peut-être transférer les matériaux depuis la retenue du seuil de Yenne, au bout d'un RCC de Belley dont les flux seraient restaurés par la seconde trajectoire proposée (4 000 à 6 000 m³/an). Le Scénario 4 envisage l'effacement du seuil des Molottes suite au rétablissement d'un tel flux sédimentaire qui permettrait de rehausser les fonds de façon permanente. Cette option n'est pas retenue dans la stratégie proposée ; elle pourrait être étudiée mais, à ce stade, elle pourrait présenter des risques pour le maintien des niveaux de nappe et d'alimentation des îlons.

Quelles que soient les ambitions retenues, il y a un véritable intérêt à favoriser la connectivité les milieux annexes, et une certaine mobilité du lit principal, en combinant les actions R2 sur les marges (démantèlement d'anciens ouvrages de chenalisation), les actions R3 pour la bande active et l'espace de bon fonctionnement, et les actions R1 de réinjection sédimentaire.

Pour le Rhône total en aval de la restitution de Brégnier-Cordon, les actions pour le BPE prévoient la poursuite de restauration de îlons et le démantèlement d'ouvrages de protection, ce qui peut être engagé de façon complémentaire avec des actions de réinjection en amont. Dans cette partie aval, les flux grossiers résiduels seront en diminution du fait des dépôts qui se créeront en amont. La mise en place d'un site G9 en entrée de la retenue de Sault-Brénaz (aval du Pont de Groslée) ne semble pas indispensable dans la mesure où il semble perdurer d'anciennes fosses d'extractions (100 000 m³ ?) ce qui laisserait plusieurs décennies pour absorber un flux résiduel de 2 000 à 4 000 m³/an si tout le schéma précédent est mis en place. Ce point reste à vérifier toutefois afin de s'assurer que les flux sédimentaires restaurés ne déclencheraient pas d'enjeux importants (en terme d'inondabilité notamment).

La retenue de Sault-Brénaz peut faire l'objet d'action de restauration de hauts fonds (R7), notamment à hauteur du plan d'eau de la Vallée Bleue, ce qui sera favorable, en contractant les écoulements, au transit des flux sableux, mais diminuera les surfaces eaux. Une compatibilité est donc à trouver entre les enjeux sédimentaires et les usages de loisirs de ce plan d'eau.

Le RCC de Sault-Brénaz présente peu d'intérêt écologique, mais comme le Rhône total est en déficit en aval de la restitution de l'usine de Porcieu-Amblagnieu (ampleur du déficit à préciser), des actions de réinjection peuvent être pertinentes, peut-être pas pour les matériaux de Peyrieu très éloignés (40 km), mais a minima pour les matériaux de la Pernaz et de la Brivaz (8 et 9 km) qui représentent de petits volumes (200 m³/an).

Tableau 28 : Secteur II – Synthèse de la stratégie proposée et des actions correspondantes

Type d'action	Description
Actions écartées	<ul style="list-style-type: none">Transparence pour les sédiments grossiers des retenues de Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon, Sault-Brénaz (G6)Restitution de sédiments grossiers en retenue s'il existe un meilleur gain écologique dans un RCC proche (Pont de la Loi, Peyrieu)
Actions retenues	<ul style="list-style-type: none">Absence de modification significative des dragages de sédiments fins (G1-G2) (cf. fiches actions pour recommandations)APAVER et accompagnement par les ouvrages aval (avec poursuite des suivis et amélioration des protocoles)Les sites de Pont de la Loi et de Peyrieu sont confirmés comme des sites de gestion des alluvions grossières en queue de retenues. Il ne semble pas nécessaire de créer d'autres sites G9 ailleurs (fosses en aval du Pont de Groslée ; déficit en aval de la restitution de Sault-Brénaz)Réinjection des sédiments grossiers des Usse dans le RCC de Chautagne (3 500 à 4 000 m³/an), en amont du RCC qui est le secteur le plus en déficit, et en adaptant la maîtrise des incidences sur la ligne d'eau, ainsi que sur d'autres points du linéaireRéinjection des sédiments grossiers du Pont de la Loi dans le RCC de Belley (au minimum 1 000 à 2 000 m³/an), en aval du seuil de Fournier. Le complémentaire des volumes dragués pourrait être injecté dans le RCC de Chautagne de façon à tendre au minimum vers un apport total de 7 000 m³/an (première trajectoire)Réinjection de sédiments grossiers de Peyrieu dans le RCC de Brégnier Cordon, a minima avec quelques centaines de m³/an correspondant à la capacité de charriage actuelle, mais plus probablement avec des volumes plus importants (2 à 4 000 m³/an) permettant d'obtenir des gains écologiques significatifs s'il existe une faisabilité de rehaussement du fond et de la ligne d'eau de débit réservéPoursuite des actions de réactivation de marges (R2) sur les RCC de Chautagne (en fonction des sites possibles), de Belley, Brégnier-Cordon ; de restauration de îlônes (R4) sur Chautagne, Belley, Rhône total en aval de Brégnier-Cordon ; de restauration d'anciennes gravières (R9)Réinjection de bois mort (R6) dans les RCC de Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon. Restauration de hauts fonds (R7) dans les retenues de Belley, Brégnier-Cordon, Sault-Brénaz.
Faisabilités à étudier	<ul style="list-style-type: none">Faisabilité de chasses pour les sables dans les retenues de Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon, Sault-Brénaz (G6), en comparaison avec des dragages, de façon à inverser la tendance actuelle à l'accumulation de sédiments finsProjet global de restauration du RCC de Chautagne, combinant les actions de réinjection R1 précédentes, la recharge provenant de zones d'emprunt supplémentaires (matériaux de l'Arve, 50 km ; matériaux du Fier, 15 km) ; la restauration de la bande active (R3) permettant de fournir des matériaux graveleux ; le devenir des seuils des îles et Salomon (R5) ; et permettant de déterminer si des débits morphogènes (R11) sont pertinents (notamment si les volumes réinjectables permettraient d'assurer plus que le déficit actuel de 7 000 m³/an) ; le tout en cohérence avec les actions retenues par ailleurs (R2, R4, R9)Projet global de restauration du RCC de Brégnier Cordon combinant les actions de réinjection R1 précédentes, la restauration de la bande active (R3) permettant de fournir des matériaux graveleux ; la mise en place de débits morphogènes (R11) (4-6 000 m³/an) ; le devenir des seuils Fournier et de Lucey ; le tout en cohérence avec les actions retenues par ailleurs (R2, R4)Projet global de restauration du RCC de Brégnier Cordon combinant les actions de réinjection R1 précédentes, la restauration de la bande active (R3) permettant de fournir des matériaux graveleux ; la mise en place de débits morphogènes (R11) (2-4 000 m³/an) ; le devenir du seuil des Molottes ; le tout en cohérence avec les actions retenues par ailleurs (R2, R4)Modalités de transfert (route, voie d'eau) des sédiments dragués du Pont de la Loi vers le RCC de Belley, et de Peyrieu vers le RCC de Brégnier-Cordon, et de réinjection (clapage devant barrage, réinjection terrestre)Détermination des modalités de gestion court et long terme des dépôts dans les marges des canaux de Belley et Brégnier-Cordon (Lac du Lit au Roi, plan d'eau de Cuchet), avec plusieurs stratégies de gestion possible : G1-G2, R7, G8, G10.

Type d'action	Description
Suivis à poursuivre / à engager	<ul style="list-style-type: none">Suivis bathymétriques des retenues avant / après APAVER et crueApports sédimentaires du Fier et du Chéran dans la retenue de VallièresFlux de charriage dans les RCC restauré (Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon) (hydrophone, géophone, RFID / suivi bathymétriques)

Tableau 29 : Secteur II – Stratégie proposée – Description des actions

Secteur	UHC	Masse d'eau	Actions clés	ID	Stratégie proposée - description de l'action de gestion	Stratégie proposée - Devenir des sédiments grossiers	Catégorie
II	5	FRDR2001	G3	G3_CHENAL_NAVIGABLE_LOI	Dragage sédiments grossiers LOI + VIONS 2 000 m³ / an (max 7 000 m³/an)	- RCC de Chautagne - RCC de Belley	Gestion N3
II	6	FRDR2001	G3	G3_CHENAL_NAVIGABLE_VIONS	Dragage sédiments grossiers LOI + VIONS 2 000 m³ / an (max 7 000 m³/an)	- RCC de Chautagne - RCC de Belley	Gestion N3
II	7	FRDR2001	G3	G3_RETENUE_Peyrieu	Dragage sédiments grossiers 3 000 m³/an (max 4 000 m³/an)	- Retenue de Brégnier Cordon	Gestion N3
Secteur	UHC	Masse d'eau	Actions-clés	ID	Stratégie proposée - description de l'action de restauration	Stratégie proposée - Devenir des sédiments grossiers	Catégorie
II	04-07	FRDR2001	R4	R4 - BRC-aval-Champagneux	Restauration douce des îlônes phréatiques en aval de Champagneux	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
II	04-07	FRDR2001	R4	R4 - Seyssel-Evieu	Restaurer les îlônes	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
II	04-07	FRDR2001	R2	R2 - Seyssel-Evieu	Modifier supprimer les enrochements pour diversifier les profils de berges	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
II	04-07	FRDR2001	R7	R7 - Seyssel-Evieu	Gestion adaptée des atterrissements pour laisser les hauts fonds se développer	A partir de matériaux issus de dragages	BPE Sc4
II	04-07	FRDR2001	R7	R7 - CHA	Restaurer des hauts fonds	A partir de matériaux issus de dragages	BPE Sc4
II	04-07	FRDR2001	R7	R7 - BEL	Restaurer des hauts fonds	A partir de matériaux issus de dragages	BPE Sc4
II	04-07	FRDR2001	R7	R7 - BRC	Restaurer des hauts fonds	A partir de matériaux issus de dragages	BPE Sc4
II	04-07	FRDR2001	R7	R7 - SAB	Restaurer des hauts fonds	A partir de matériaux issus de dragages	BPE Sc4
II	05	FRDR2001a	R3	R3 - CHA	Plan de gestion des bancs de galets par arasement	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE post-2027
II	05	FRDR2001a	R1	R1 - CHA	Rechargement sédimentaire à partir des graviers issus des Usse	A partir des matériaux dragués des Usse	BPE 2027
II	05	FRDR2001a	R9	R9 - CHA-9-casiers	Restauration des 9 casiers d'emprunts restants	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
II	05	FRDR2001a	R2	R2 - CHA	Redonner un espace de liberté au Rhône par suppression des anciennes digues	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
II	05	FRDR2001a	R4	R4 - CHA-connectivité	Améliorer la connectivité des îlônes en crues	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
II	06	FRDR2001a	R5	R5 - CHA-Salomon-îles	Arasement de 2 seuils	Remodelage du lit mineur	BPE Sc4
II	06	FRDR2001a	R6	R6 - CHA-bois mort	Réinjection de bois morts	-	BPE Sc4
II	05	FRDR2001a	R11	R11 - CHA	Augmentation de la fréquence des débits morphogènes	-	BPE Sc4
II	06	FRDR2001b	R3	R3 - BEL	Plan de gestion des bancs de galets par arasement	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE post-2027
II	06	FRDR2001b	R6	R6 - BEL-bois-mort	Plan de gestion des bois morts	-	BPE Sc4
II	06	FRDR2001b	G12	G12 - BEL	Plan de gestion des bancs de galets favorisant une diversité des milieux (végétation)	Stocks conservés sur place	BPE post-2027
II	06	FRDR2001b	R5	R5 - BEL-Fournier-Lucey	Arasement des 2 seuils	Remodelage du lit mineur	BPE post-2027
II	06	FRDR2001b	R5	R5 - BEL-Yenne	Arasement du barrage de Yenne	Remodelage du lit mineur	BPE Sc4
II	06	FRDR2001b	R4	R4 - BEL-2-îlônes	Restaurer les îlônes qui ne l'ont pas encore été (2 à priori)	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
II	06	FRDR2001b	R2	R2 - BEL	Redonner un espace de liberté au Rhône par démontage d'anciens ouvrages hors d'usage	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
II	06	FRDR2001b	R3	R3 - BEL-confluences	Restaurer les confluences de rive gauche	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE post-2027
II	06	FRDR2001b	R1	R1 - BEL	Recharge sédimentaire	A partir des matériaux dragués au Pont de la Loi	BPE post-2027
II	06	FRDR2001b	R11	R11 - BEL	Augmentation de la fréquence des débits morphogènes	-	BPE Sc4
II	07	FRDR2001c	R3	R3 - BRC	Plan de gestion des bancs de galets par arasement	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE post-2027
II	07	FRDR2001c	R3	R3 - BRC-confluences	Restaurer les confluences	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE post-2027
II	07	FRDR2001c	G12	G12 - BRC	Plan de gestion des bancs de galets favorisant une diversité des milieux (végétation)	Stocks conservés sur place	BPE post-2027
II	07	FRDR2001c	R2	R2 - BRC	Redonner un espace de liberté au Rhône par démontage d'anciens ouvrages hors d'usage	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
II	07	FRDR2001c	R1	R1 - BRC	Recharge sédimentaire	A partir des matériaux dragués à Peyrieu	BPE post-2027
II	07	FRDR2001c	R5	R5 - BRC-Molottes	Arasement du seuil des Molottes	Remodelage du lit mineur	BPE Sc4
II	07	FRDR2001c	R6	R6 - BRC-bois-mort	Plan de gestion des bois morts	-	BPE Sc4
II	07	FRDR2001c	R11	R11 - BRC	Augmentation de la fréquence des débits morphogènes	-	BPE Sc4
II	07-08	FRDR2002	R4	R4 - Evieu-Malarage-Chèvres	Restauration de la continuité dans la îlône des Chèvres	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
II	07-08	FRDR2002	R4	R4 - Evieu-Malarage	Restaurer les îlônes	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
II	07-08	FRDR2002	R2	R2 - Evieu-Malarage	Redonner un espace de liberté au Rhône par démontage d'anciens ouvrages hors d'usage	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
II	08	FRDR2003	R1	R1 - SAB	Recharge sédimentaire	A partir des matériaux dragués sur la Brivaz, la Pernas.	BPE Sc4

Bilan des coûts des scénarios

Tableau 30 : Secteur II – Coûts des actions de gestion et de restauration

Action	N°	Unité	Scénario 1 : Scénario actuel	Scénario 2 : Continuité interventionniste et CTO	Scénario 3 : Continuité gravitaire	Scénario 4 : Réhabilitation écologique	Stratégie proposée
Dragage de sédiments fins et grossiers	G1-G2-G3-G4	Euro/an	530 000 €	490 000 €	220 000 €	490 000 €	490 000 €
dont sites N1-N2		Euro/an	440 000 €	440 000 €	220 000 €	440 000 €	440 000 €
dont sites N3-N4		Euro/an	90 000 €	50 000 €	- €	50 000 €	50 000 €
Chasse de retenue	G5	Euro/an			- €		- €
Mise en transparence de barrage	G6	Euro/an *	- €	- €	2 000 000 €	- €	- €
Optimisation de la gestion des ouvrages pour réduire la sédimentation	G7	Euro/an			- €		- €
Optimisation des infrastructures pour réduire la sédimentation	G8	Euro			- €		- €
Zone de gestion sédimentaire en aval d'un RCC restauré	G9	Euro		- €		- €	- €
Zone de gestion sédimentaire en aval d'un RCC restauré	G9	Euro/an		- €		- €	- €
Réduction ou déplacement du chenal navigable	G10	Euro			- €		- €
Redimensionnement des systèmes d'endiguement en fonction du retour des	G11	Euro			- €	- €	- €
Charruage-essartage	G12-G13	Euro/an	80 000 €	80 000 €		80 000 €	80 000 €
Réinjection de sédiments grossiers en RCC	R1	Euro/an	100 000 €	440 000 €		1 080 000 €	540 000 €
issu des actions du BPE		Euro/an	100 000 €	100 000 €	- €	1 080 000 €	540 000 €
complément issu des sites N3		Euro/an	- €	340 000 €	- €	- €	- €
Réactivation des marges alluviales	R2	Euro	8 000 000 €	8 000 000 €	8 000 000 €	12 900 000 €	12 900 000 €
Restauration morphologique de la bande active	R3	Euro	- €	- €		3 300 000 €	3 300 000 €
Restauration des lônes et zones humides associées	R4	Euro	600 000 €	600 000 €	600 000 €	3 300 000 €	3 300 000 €
Restauration de la continuité sédimentaire des ouvrages transversaux	R5	Euro	- €	- €	- €	3 500 000 €	1 000 000 €
Réinjection de bois mort	R6	Euro	- €			300 000 €	300 000 €
Restauration morphologique dans les retenues ou canaux usiniers	R7	Euro	- €	- €		500 000 €	500 000 €
Mise en transparence ou recul de digues	R8	Euro	- €	- €	- €	- €	- €
Restauration d'anciennes gravières	R9	Euro	600 000 €	600 000 €	600 000 €	600 000 €	600 000 €
Relèvement des débits et régimes réservés	R10	Euro/an	- €	- €	- €	- €	- €
Augmentation de la fréquence des débits morphogènes	R11	Euro/an	- €	- €	- €	300 000 €	200 000 €

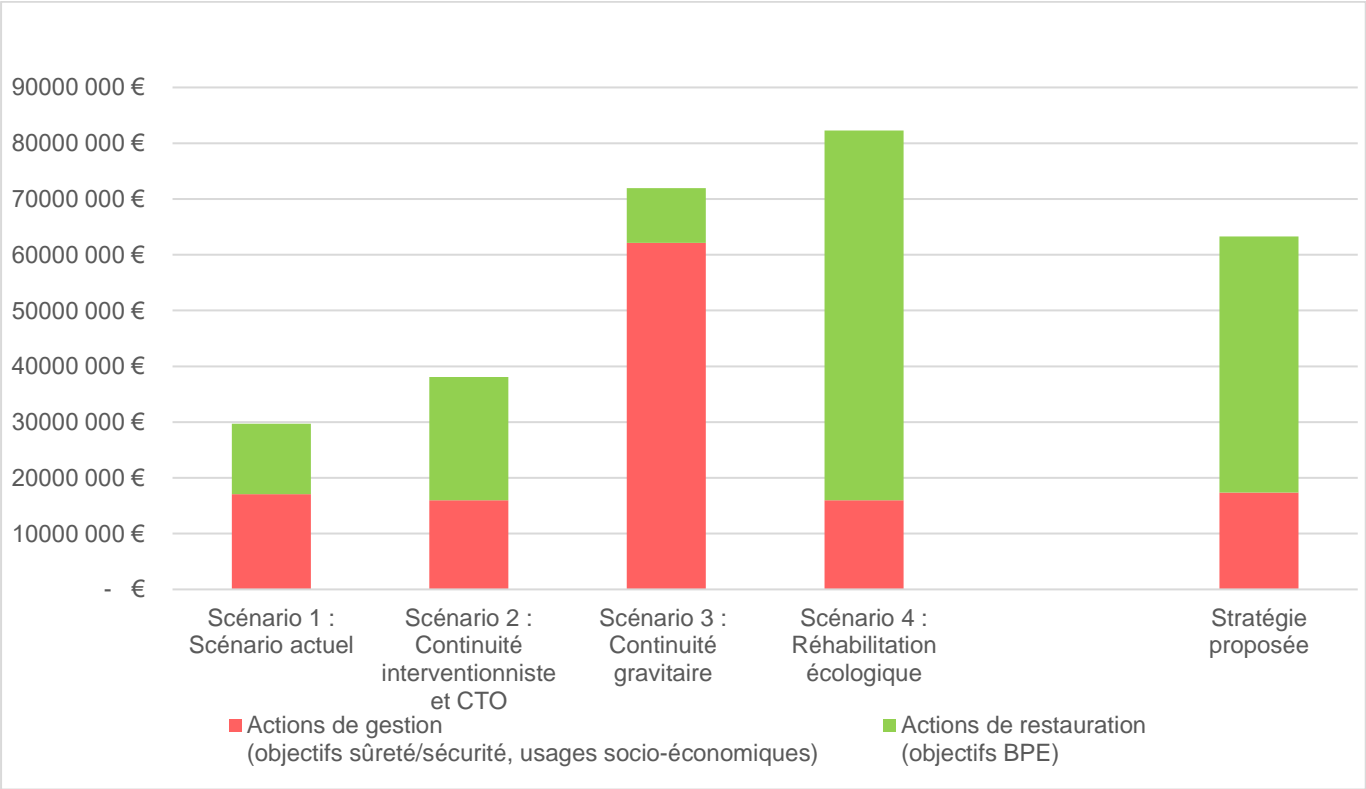


Figure 53 : Secteur II – Montant totaux 2050 pour chacun des scénarios

Tableau 31 : Secteur II – Bilan des coûts des scénarios et de la stratégie proposée

		Scénario 1 : Scénario actuel	Scénario 2 : Continuité interventionniste et CTO	Scénario 3 : Continuité gravitaire	Scénario 4 : Réhabilitation écologique	Stratégie proposée
Actions de gestion (objectifs sûreté/sécurité, usages socio-économiques)	Investissement (€HT)	- €	- €	- €	- €	- €
	Fonctionnement (€HT/an)	610 000 €	570 000 €	2 220 000 €	570 000 €	620 000 €
	Montant 2050 (€HT)	17 080 000 €	15 960 000 €	62 160 000 €	15 960 000 €	17 360 000 €
Actions de restauration (objectifs BPE)	Investissement (€HT)	9 800 000 €	9 800 000 €	9 800 000 €	27 700 000 €	25 200 000 €
	Fonctionnement (€HT/an)	100 000 €	440 000 €	- €	1 380 000 €	740 000 €
	Montant 2050 (€HT)	12 600 000 €	22 120 000 €	9 800 000 €	66 340 000 €	45 920 000 €
TOTAL avant impacts	Investissement (€HT)	9 800 000 €	9 800 000 €	9 800 000 €	27 700 000 €	25 200 000 €
	Fonctionnement (€HT/an)	710 000 €	1 010 000 €	2 220 000 €	1 950 000 €	1 360 000 €
	Montant 2050 (€HT)	29 680 000 €	38 080 000 €	71 960 000 €	82 300 000 €	63 280 000 €
	Montant 2050 actualisé (€HT)	41 548 720 €	54 419 531 €	107 788 830 €	119 118 613 €	90 605 807 €
	Evolution / Sc1	-	31%	159%	187%	118%
Impacts hydroélectricité mise en transparence barrage (coût d'impact €/an)		- €	- €	14 830 000 €	- €	- €
Impacts hydroélectricité débits morphogènes (coût d'impact €/an) **		- €	- €	- €	3 140 000 €	2 180 000 €
Impacts navigation (coût d'impact €/an)		- €	- €	1 850 000 €	- €	- €
Impacts AEP (coût d'impact €/an)		- €	- €	- €	- €	- €

3.3.4 Secteur III : Le Rhône entre Saint-Vulbas et Vaugris (UHC#09 à 12)

► Présentation du grand secteur

Le Secteur III s'étend du linéaire de St-Vulbas (UHC#09-VUL) sous le barrage de Sault-Brénaz jusqu'au barrage de Vaugris (UHC#12-VAU).

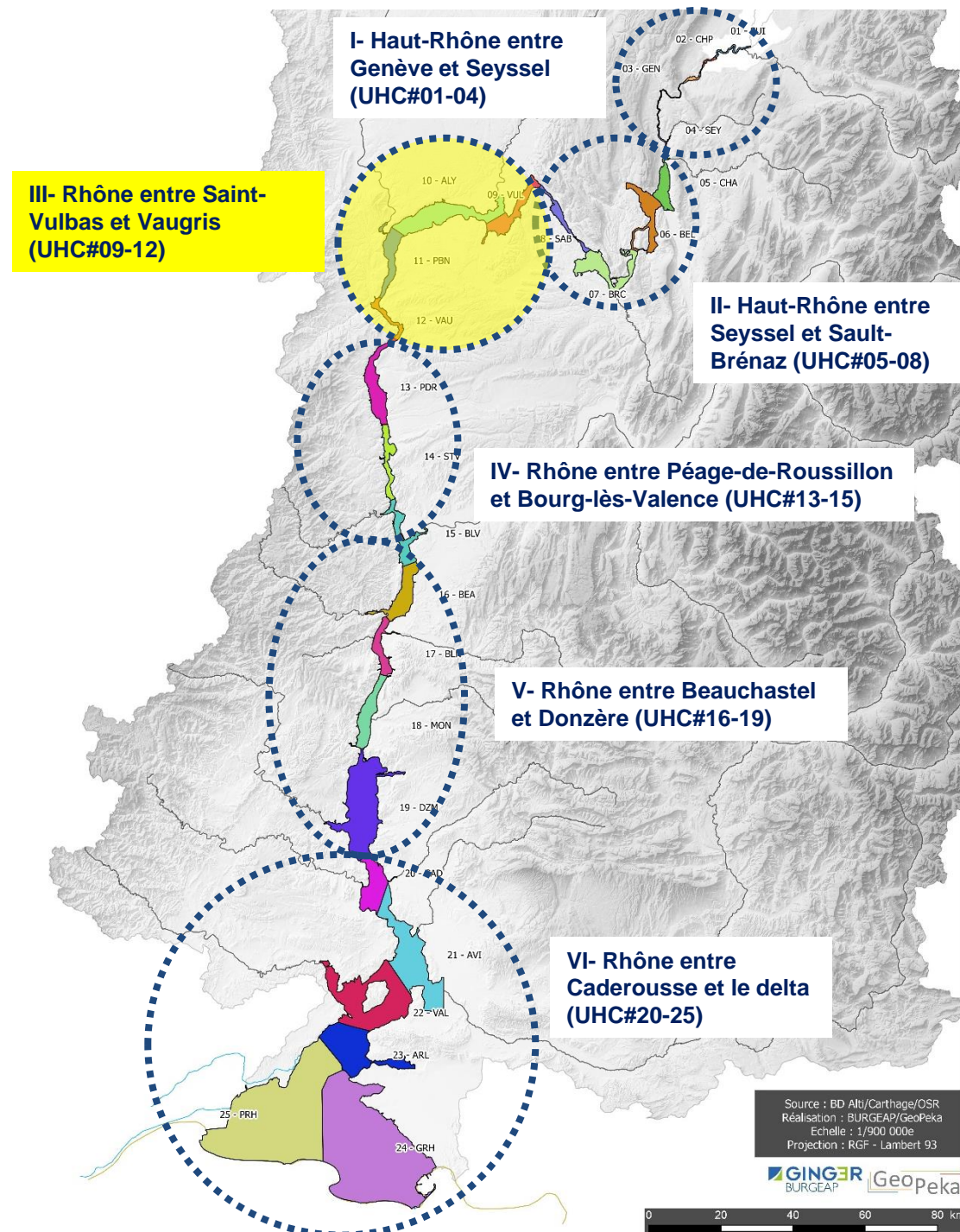


Figure 54 : Secteur III – Localisation de Saint-Vulbas (UHC#09) à Vaugris (UHC#12)

► Synthèse du fonctionnement hydrosédimentaire actuel

• Flux de sédiments grossiers

L'Ain (10-ALY) a été confirmé comme le principal contributeur du Rhône en matériaux grossiers, avec de l'ordre de 30 000 à 40 000 m³/an (hors sables) et qui ne nécessitent pas de gestion par dragage à la confluence. En effet, même si des phénomènes de stockage temporaire lui sont associés, la retenue de Jons (10-ALY) s'avère transparente aux apports grossiers, grâce à la superposition de plusieurs facteurs favorables : faible perte de charge du barrage pour Q2, faible longueur de remous, absence de navigation et de contrainte de vitesse d'écoulement, anciens aménagements type Girardon au sein de la retenue qui favorisent le transit, fréquents déversés au barrage du fait d'un niveau d'équipement hydroélectrique équivalent au module.

Au barrage de Jons (10-ALY), une partie des flux entre dans le canal de Jonage (historiquement environ 10 000 m³/an, actuellement plutôt de l'ordre de 4 000 à 5 000 m³/an suite à la saturation du canal), et le reste, environ 30 000 m³/an, peut alimenter le canal de Miribel. Ce canal, issu de travaux au 19^{ème} siècle pour la navigation, et exposé à de nombreuses extractions jusque dans les années 1990, est proche d'avoir retrouvé une continuité sédimentaire complète, même s'il reste très incisé par rapport à sa situation du milieu du 19^{ème} siècle. Le canal semble être le siège de bouffée de charriage liées au franchissement épisodiques du barrage de Jons et de phénomènes de tris granulométriques au sein de la section chenalisée qui ne peut respirer qu'en variations altimétriques. La configuration chenalisée et rectiligne favorise le transit qui se propage jusqu'à la diffluence de la brèche de Neyron, où le flux se partage :

- 20 000 m³/an environ entrent dans le delta de Neyron et le Vieux Rhône de Neyron, anciens lieux d'extractions de granulats. Les anciennes fosses du delta ont fini de se remplir dans les années 2005, et les flux alimentent régulièrement le Vieux Rhône qui fait l'objet de dragages depuis les années 2013 afin de préserver les installations des champs captants de Crépieux Charmy (Métropole de Lyon), conçues et installées dans une configuration sans charriage ;
- Le reste du flux (10 000 m³/an) poursuit dans le canal de Miribel aval et se dépose dans l'ancienne fosse d'extraction de la Feyssine (sous les seuils de Caluire à hauteur du périphérique TEO) dont le comblement n'est pas complet (environ 250 000 m³ en 2019 sur un volume initial estimé entre 0,6 et 0,8 hm³, compensation hydraulique des aménagements du BPNL et de la Cité Internationale).

En aval de cette fosse, le Rhône pénètre dans la queue de retenue de Pierre-Bénite (11-PBN) qui traverse Lyon. Actuellement, il n'existe pas d'indice de poursuite de la charge de fond en aval de la fosse de la Feyssine. Par contre, le sable transite à saturation, et sous une à deux décennies, les premiers graviers pourraient commencer à pénétrer dans Lyon où, en théorie, ils pourraient transiter jusqu'à hauteur de Perrache, sans toutefois être en mesure d'atteindre le barrage de Pierre-Bénite.

Le Vieux Rhône de Pierre-Bénite (11-PBN) ne bénéficie d'aucun apport grossier. Les apports de la Saône, le plus grand affluent du Rhône, uniquement sablo-limoneux, combinés avec les extractions de granulats dans Lyon, ont favorisé une très forte incision historique de ce RCC. La capacité de charriage dans ce Vieux Rhône pavé est résiduelle, croissante vers l'aval jusqu'à 6 000 m³/an avant de décroître vers la restitution du fait d'anciennes fosses d'extractions. La retenue de Vaugris (12-VAU) a fait l'objet de très nombreuses extractions dans les années 1990 ; de plus, sa capacité de charriage est très faible (1 000 m³/an), elle piège totalement les quelques apports des affluents influencés par le remous et qu'il faut draguer (Garon, Gier, Sévenne, Gère).

• Flux de sédiments fins et sableux

Sur la période 2011-2016, le flux de MES moyen interannuel du Rhône à Jons (UHC#10-ALY) est de 0,73 Mt. Le principal contributeur au flux de MES est l'Arve (78% en moyenne sur la période), suivi du Fier (23%), puis de la Bourbre (5%). L'effet des accompagnements d'APAVÉR s'atténue fortement en entrant dans ce secteur, mais gestion du barrage de Jons privilégie le canal de Jonage afin de préserver les enjeux du canal de Miribel (milieux aquatiques, AEP, etc.).

Le bilan de flux de MES moyen interannuel est globalement équilibré sur la période 2011-2016, mais on peut observer des excédents en 2013, 2014 et 2015, les apports des affluents étant supérieurs aux flux mesurés à Jons. Cet écart peut signifier que des dépôts de MES ont lieu dans le réseau hydrographique à l'échelle annuelle (notamment dans les réservoirs de barrages hydroélectriques). En 2012 et 2016, le bilan est déficitaire, ce qui peut s'expliquer par les chasses de barrages suisses réalisées en juin 2012 et mai 2016 qui ont libéré un stock de MES mesurés dans le Rhône à Jons, mais ne provenant pas des affluents. Ces résultats confirment également les observations de Launay (2014), qui évaluait à 0,2 Mt la quantité de MES pouvant être stockés dans le réseau annuellement, et constatait un rétablissement à l'équilibre par les chasses de barrages.

Les mesures sur l'Ain qui ont fait l'objet par le passé d'une campagne courte (bilan des apports : 0,1 Mt/an), sont à développer à l'avenir pour préciser la contribution de cet affluent important pour le Haut-Rhône.

Bilan des sites de gestion et de restauration intégrés dans les scénarios

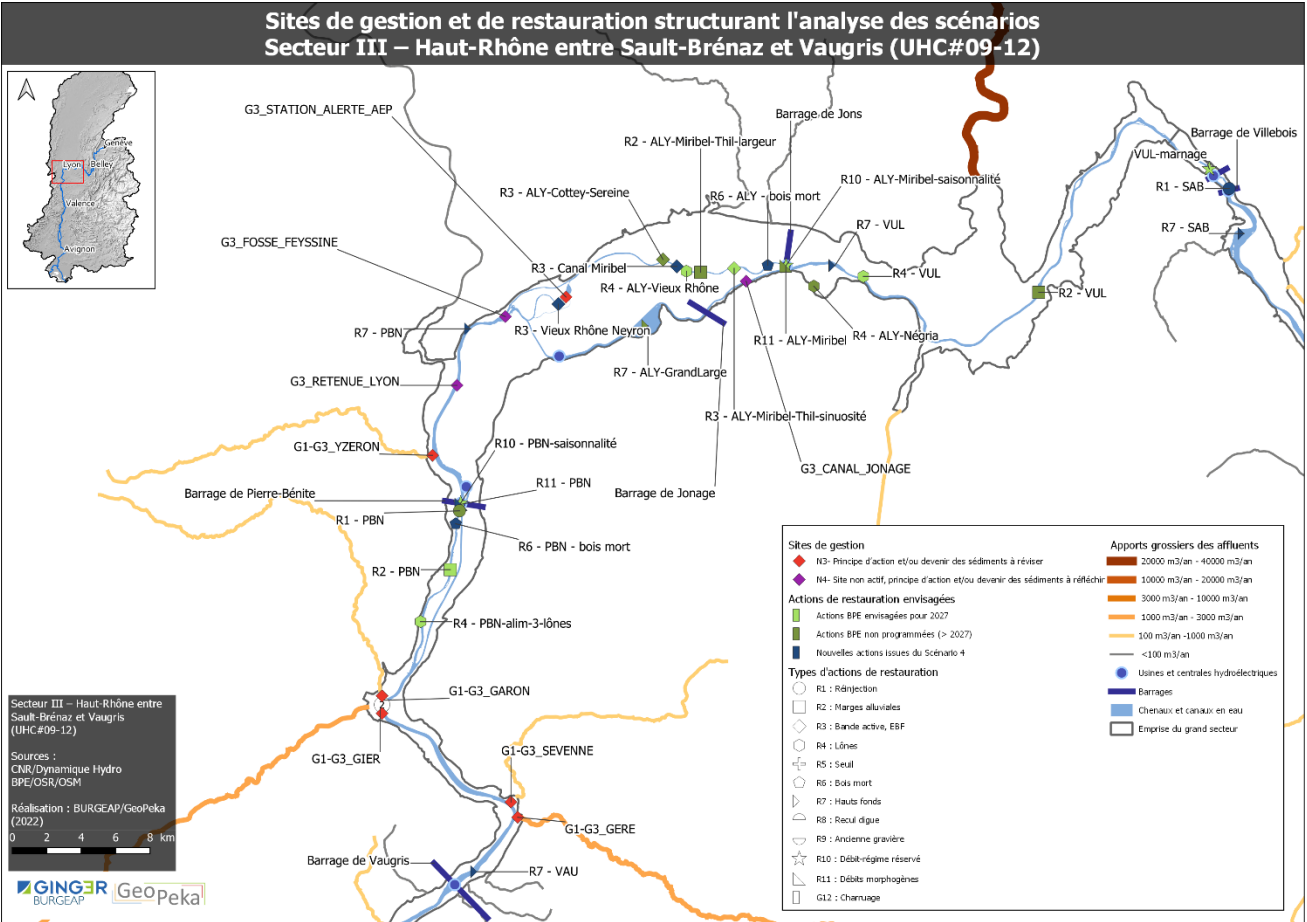
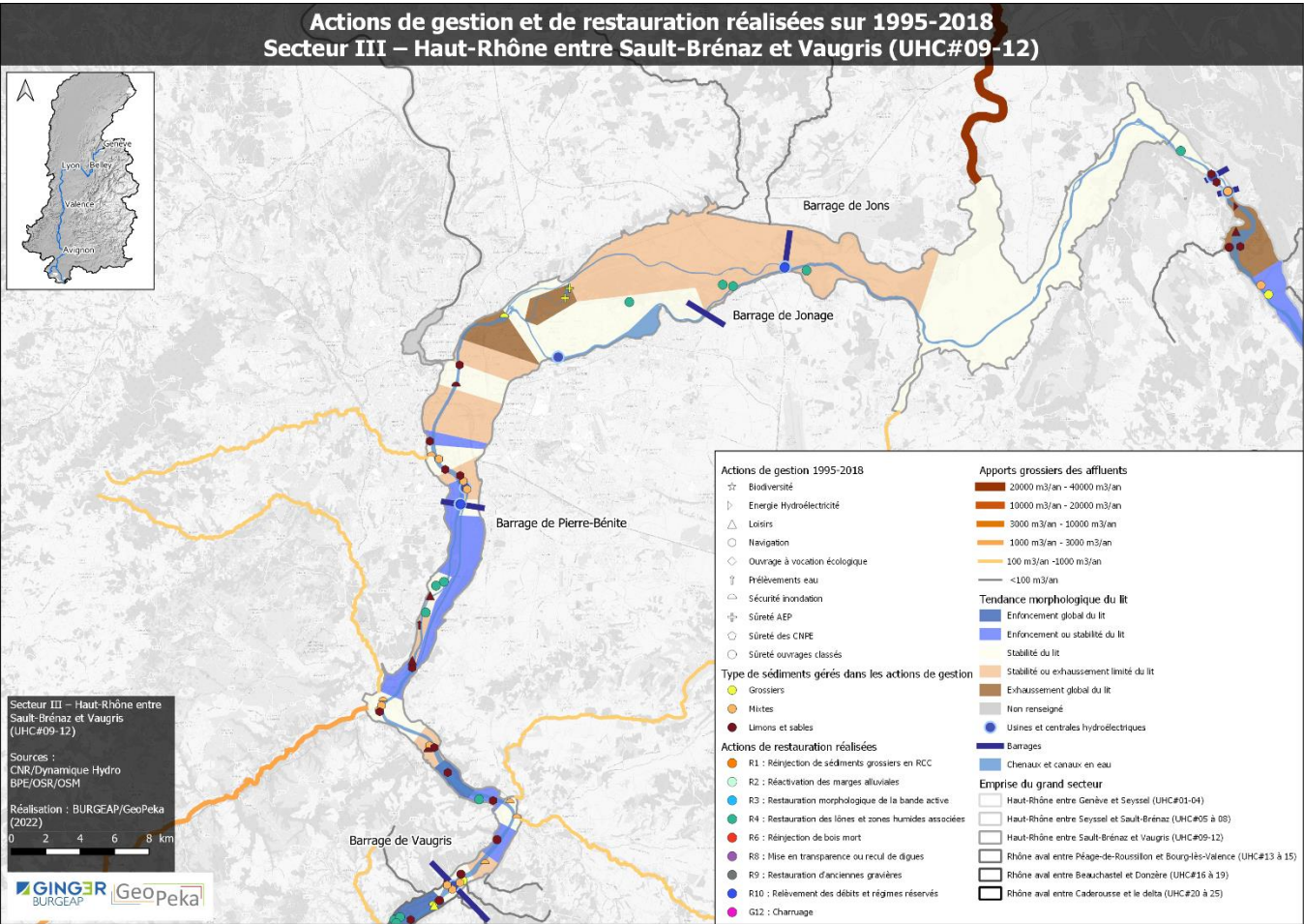


Figure 55 : Secteur III – Carte des tendances morphologiques et des actions menées jusqu'en 2018

Figure 56 : Secteur III – Carte des sites de gestion et restauration structurant les scénarios

Inventaire des zones déficitaires et intérêts écologiques

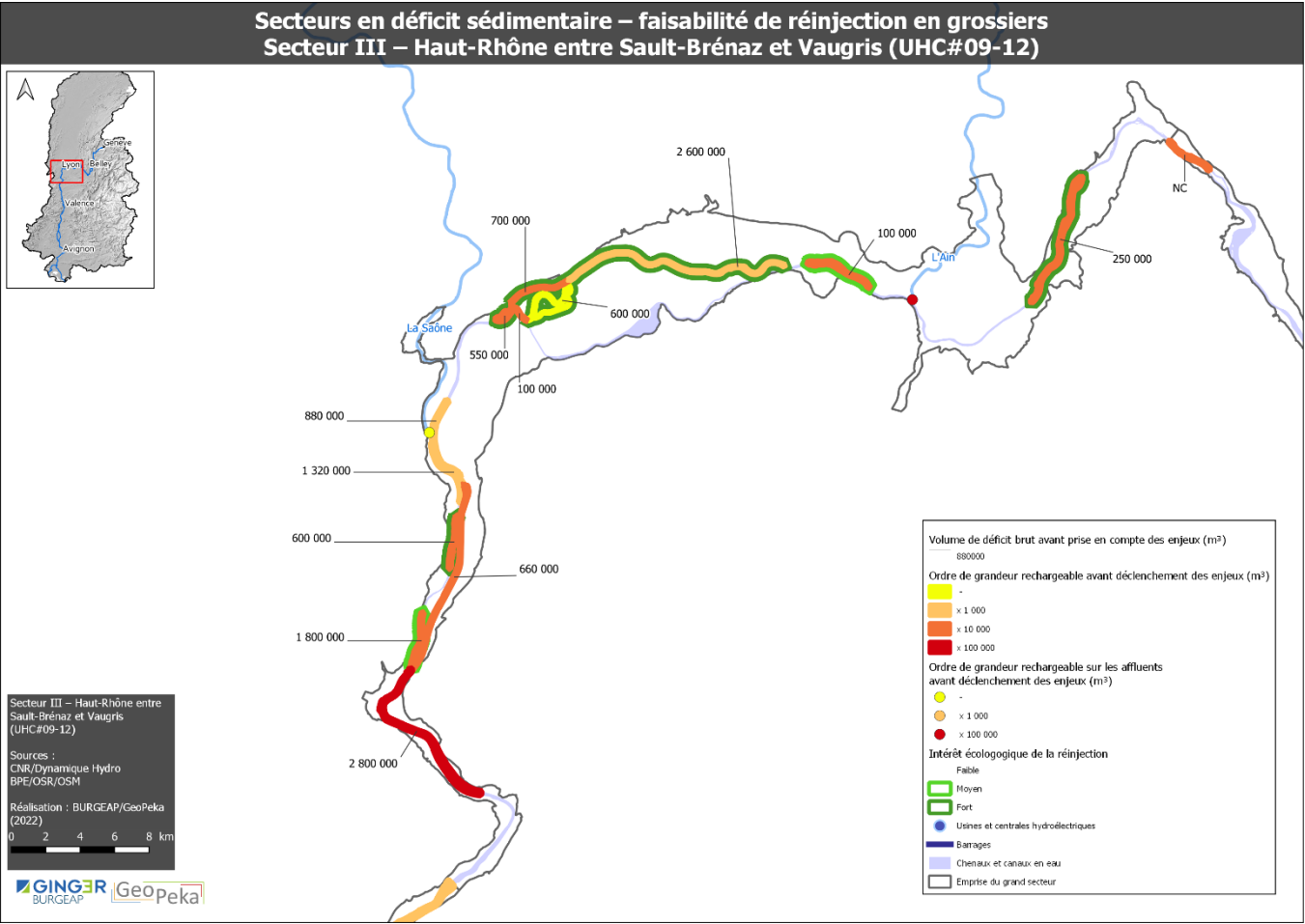


Figure 57 : Secteur III – Cartes des sites déficitaires et des possibilités de réinjection

Scénario 1 « actuel »

Ce secteur comprend relativement peu d'action de gestion en amont de la Saône (site de Neyron), mais 2 sites potentiels d'importance (canal de Jonage et fosse de la Feyssine). De petites confluences sont à gérer en aval avec une fraction de matériaux grossiers limitée (Yzeron, Garon, Gier, Sévenne, Gère).

Les actions de restauration prévues pour 2027 portent notamment sur le Rhône de St-Vulbas (R4), le canal de Miribel (actions de faible ampleur : R4, R3), la restauration des marges et de îlons sur le RCC de Pierre-Bénite (R2, R4).

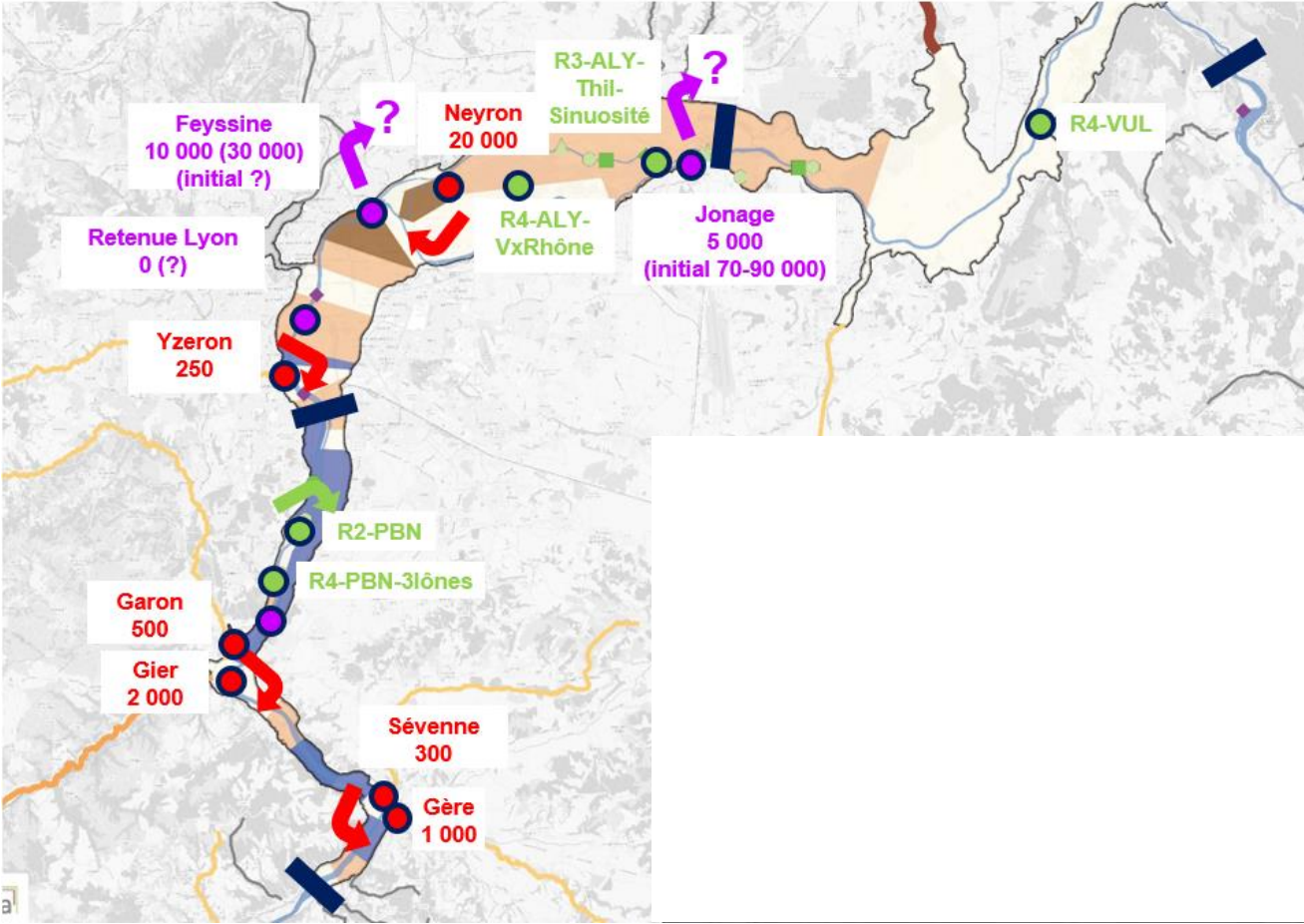


Figure 58 : Secteur III – Carte de synthèse du Scénario 1

Analyse multicritère des scénarios

Tableau 32 : Secteur III – Analyse multicritère des scénarios

Indicateurs	Actuel	Scénario 1 Scénario actuel	Scénario 2 Continuité interventionniste et CTO	Scénario 3 Continuité gravitaire pour les sédiments grossiers	Scénario 4 Réhabilitation écologique	Stratégie proposée
Principes d'actions		Poursuivre les pratiques actuelles de gestion et de restauration (dont actions BPE 2027)	Maximiser la continuité sédimentaire avec des dragages / transferts de sédiments à la mesure de la capacité des RCC, tout en renforçant les CTO (navigation, hydroélectricité) au-delà des contraintes actuelles (irrigation, AEP, loisirs)	Maximiser la continuité sédimentaire des matériaux grossiers grâce à la gestion gravitaire des sédiments dans les retenues et une optimisation de la gestion des ouvrages. Les CTO deviennent une variable d'ajustement	Réhabiliter les fonctionnalités et la résilience de l'hydrosystème afin de maximiser les gains écologiques et optimiser la gestion sédimentaire	
Fonctionnement hydrosédimentaire (bilan sédimentaire, processus)	--	Entonnoir sédimentaire en amont de Lyon, avec absence de continuité en aval. La plupart des apports d'affluents (Yzeron, Gier, Gère, etc.) sont gérés par réinjection dans les retenues, avec faibles intérêts hydrosédimentaires et écologiques	+	-	++	++
A/ Biologie (habitats, espèces)	-	Masses d'eau en état moyen BPE atteint en 2027	+	-	++	+
B/ Sûreté - sécurité	-	Exigences de sûreté des ouvrages assurées par les gestionnaires. Sûreté AEP fragilisée	0	--	-	0
C/ Usages socio-économiques (CTO)	-	Usages socio-économiques préservés. Difficulté de conciliation de la gestion sédimentaire et des enjeux AEP sur le site de Lyon	+	--	-	0
Faisabilité technique	--	Secteur en excédent marqué (+20 000 m³/an, +15 000 m³/an à court terme) avec absence de destination simple pour les matériaux pour opérations actuelle et à venir	-	-	-	-
Coût investissement (M€)		11,7 M€				45,9 M€
Coût fonctionnement (M€/an)	0	1,3 M€/an	-	--	--	2,7 M€/an
Coût impact (M€/an)		0 M€/an				0,35 M€/an + AEP à déterminer
Empreinte climat sites N3-N4 (tCO2e)	--	100 tCO2e/an	-	--	-	120 tCO2e/an
Bilan (note sur 3 enjeux A, B et C)	-3	Scénario de base	+1	-5	0	+1

► Description de la stratégie envisagée

Le Secteur III est un secteur qui présente de très forts enjeux : d'une part sur le plan écologique, du fait des apports grossiers de l'Ain (30-40 000 m³/an, absence de dragage à la confluence) qui sont un cas unique à l'échelle du Rhône et qui offrent des potentialités pour revitaliser le fleuve ; d'autre part, en terme de sûreté-sécurité et d'enjeux socio-économiques, car ces flux viennent se confronter à des usages installés à l'entrée de l'agglomération lyonnaise à une époque où les flux de charriage étaient contrôlés par des extractions. Il est donc nécessaire de combiner des actions de gestion et de restauration, mais également de réfléchir à la gestion des stocks sédimentaires dans un périmètre où les zones excédentaires et les zones déficitaires sont éloignées les unes des autres.

Ainsi, la stratégie s'inspire des Scénarios 2 et 4. Certaines actions jugées inutiles (débits morphogènes au barrage de Jons) ou nécessitant une analyse de faisabilité (continuité sédimentaire dans le Vieux Rhône de Neyron), sont retirées par rapport à ces scénarios. Toutefois, ce sont les analyses de faisabilité qui permettront de réellement définir les ambitions à long terme, les priorités de mise en œuvre et, in fine, la trajectoire qui doit être donnée au Rhône dans ce secteur.

La stratégie proposée est déclinée d'amont en aval.

Le Rhône de St-Vulbas présente un déficit de charriage structurel (linéaire situé en aval de l'ombilic glaciaire des Basses-Terres du Dauphiné), accentué par des extractions passées (CNPE Bugey). Il ne bénéficie pas d'apports grossiers par des affluents et dispose tout de même d'une certaine capacité de charriage (estimée à 10 000 m³/an environ). Il s'agit donc d'une destination potentielle pour des sites excédentaires situés en aval, qui présente toutefois l'inconvénient d'être éloigné (20 à 40 km) et de ne pas être navigable en étiage. Une action de restauration de marges alluviales est prévue pour l'atteinte au BPE (R2) ; il pourrait exister des synergies entre cette action et le fait de réinjecter des alluvions grossières.

La retenue de Jons reçoit les apports de l'Ain à hauteur de 30 à 40 000 m³/an en moyenne (BURGEAP, 2017, d'après des données 2005-2016). Ces apports s'accumulent dans la retenue et sont remobilisés en fonction des crues de l'Ain et du Rhône qui ne sont pas toujours concomitantes. Les stocks varient probablement dans de grandes proportions, et la remobilisation des matériaux au sein de la retenue semble facilitée par la présence d'anciens casiers qui favorisent la concentration des écoulements dans un chenal principal. Le fonctionnement de la retenue n'a pas à être modifié mais peut faire l'objet de suivis complémentaires, notamment avec des moyens de suivi bathymétrique ou RFID, afin de bien comprendre les phénomènes de dépôts / remobilisation.

Le canal de Jonage doit faire l'objet d'une opération de dragage à court-moyen terme (site N4), avec une opération initiale de 70-90 000 m³ (soit 80 000 m³ en valeur médiane), et des opérations ultérieures équivalentes à 5 000 m³/an opérées tous les 4-5 ans. Si les matériaux de ces derniers dragages réguliers, qui représentent 1/6 des apports de l'Ain, devraient pouvoir être réinjectés dans le canal de Miribel ou dans le Rhône de St-Vulbas, la question de la destination des matériaux du dragage initial reste suspendue à des études de faisabilité : plusieurs sites doivent être envisagés et analysés comme proposé dans le Scénario 2. Une analyse multicritères présentée en Mission 8 à titre pédagogique, montre qu'un tel volume de 80 000 m³ ne pourrait être réinjecté sur le même site et qu'il serait nécessaire d'envisager plusieurs destinations, dont notamment la réinjection dans d'anciens casiers de la retenue de Jons, permettant de restaurer des hauts fonds (R7). En parallèle, la restauration de la lône de Négria (lône des Pêcheurs) prévue au BPE (R4) peut être réalisée de façon indépendante.

Le canal (ou Rhône) de Miribel reçoit les flux de charriage par vagues sédimentaires après chaque ouverture du barrage de Jons et à hauteur de 30 000 m³/an en moyenne. Le canal comprend à ce jour des actions de restauration pour l'atteinte du BPE qui portent peu sur la morphologie du lit mineur en dehors des actions R3 (Thil sinuosité et Thil largeur) qui restent des actions locales. Dans le Scénario 4 est envisagé une action de débits morphogènes (R11) prévue dans la notice SDAGE pour le BPE (2014) et qui semble non pertinente à ce stade compte tenu des flux entrants et de leur continuité vers l'aval.

Une réflexion menée actuellement par le SYMALIM consiste à restaurer de façon ambitieuse l'ensemble des fonctionnalités du Rhône de Miribel sur un linéaire plus conséquent, entre le barrage de Jons et le seuil du PK9 : rehaussement du fond du lit, démantèlement de protections, abaissement des berges, réactivation de brèches en crues, restauration d'une bande active avec des habitats aquatiques, humides et terrestres diversifiés, intégration des confluences des affluents (notamment la Sereine et le Cottey, déjà prévues pour l'atteinte du BPE), etc. Le fonctionnement futur du Rhône de Miribel restera dépendant des apports sédimentaires de l'Ain, qui sont susceptibles de diminuer à une échelle de plusieurs décennies : une valeur plancher de 10 000 m³/an correspondant à la progression d'un front de pavage est affichée par Rollet (2007) ; cependant, il est probable que les terrasses à partir de St-Maurice-de-Gourdans continuent à alimenter le Rhône à hauteur de 20 ou 30 000 m³/an. Un suivi des entrées sédimentaire de l'Ain s'impose et la restauration du Rhône de Miribel devra prévoir une morphologie qui puisse admettre une réduction des apports. Ce programme de restauration, intégré dans le

Scénario 4, et repris dans la stratégie proposée, serait de nature à dépasser les objectifs de bon potentiel tels qu'ils sont actuellement définis. Une conception ambitieuse pourrait contribuer à ralentir les flux de charriage en aval en favorisant une régulation sédimentaire naturelle, basée sur un rehaussement des fonds ; toutefois, un tel ralentissement des flux en aval aurait une durée limitée dans le temps et, par sécurité, il n'est pas considéré dans les hypothèses de gestion en aval. Par ailleurs, plus l'opération sera ambitieuse, notamment en termes d'abaissement des berges et de restauration d'une bande active, plus les déblais à évacuer seront importants et viendront s'ajouter aux volumes déjà nécessaires en gestion dans le Secteur III. Il existe donc un enjeu de gestion des stocks des sédiments, qui doit être abordé avec une approche globale à l'échelle du fleuve, et qui est synthétisé en fin de Mission 7.

Enfin, on notera que le Canal de Miribel est susceptible de bénéficier d'une augmentation de débit réservé (prévu dans la notice SDAGE, 2014). En l'état, au vu de la configuration chenalisée du bras de Rhône, une augmentation de débit serait peu profitable. Il est donc nécessaire d'avancer sur la conception de la restauration morphologique, en tenant compte d'une éventuelle augmentation de débit réservé, qui serait plus pertinente dans un contexte d'habitats diversifiés.

Au niveau de la brèche de Neyron, cet ouvrage réalisé en 1995 dans un contexte post-extraction de déficit sédimentaire doit être repensé et réaménagé. La complexité des processus, avec des objectifs visant à faire passer le moins de sédiments possible et une quantité de débit liquide suffisante pour l'alimentation du champ captant, impose de réaliser une étude de faisabilité sur modèle physique et modélisation numérique 3D. Un rehaussement de la brèche et la mise en place d'une prise d'eau conçue « par exclusion sédimentaire » sont à envisager, avec un objectif de débit alimentant le Vieux Rhône de Neyron de 50% du débit réservé bas (30 m³/s), à savoir 15 m³/s. En termes de flux sédimentaires, il n'est pas possible de définir à ce stade l'efficacité d'un réaménagement ; toutefois, des apports vers le delta de Neyron réduits à 10 000 m³/an voire 5 000 m³/an par rapport aux 20 000 m³/an actuels serait un progrès conséquent.

En parallèle, la vulnérabilité du champ captant de Crépieux Charmy doit être analysée quelles que soient les conclusions de l'étude de réaménagement de la brèche de Neyron. Cette vulnérabilité doit être analysée en termes d'exposition à 1) une continuité sédimentaire au sein du Vieux Rhône de Neyron (qui prendrait environ 30 ans à se mettre en place sur la base des apports actuels de 20 000 m³/an) et qui pourrait menacer par dépôts et/ou érosions les installations telles que la station d'alerte, les prises d'eau des bassins d'infiltration, les réseaux, ainsi que le fonctionnement des relations nappe / rivière ; 2) une inondabilité majorée au sein du champ captant (puits, bassins d'infiltration, réseaux,) du fait du rehaussement du fond de lit résultant de la continuité sédimentaire. L'étude analysera la faisabilité de mesures d'adaptation des installations afin d'augmenter la résilience du champ captant à une continuité sédimentaire et une inondabilité majorées. Le fait d'augmenter le transit sédimentaire dans la partie aval du canal de Miribel avec le réaménagement de la brèche de Neyron doit également être intégré dans l'analyse de vulnérabilité du champ captant ; en effet, un rehaussement de la ligne d'eau du canal de Miribel aval, même s'il serait souhaitable au vu du déficit que présente actuellement ce linéaire, pourrait être de nature à modifier les échanges du cours d'eau avec la nappe et la barrière hydraulique.

Le Vieux Rhône de Neyron reçoit actuellement environ 20 000 m³/an qui font l'objet de dragages, et dont le plan de gestion (2021-2025) envisage la réinjection dans la partie aval du Vieux Rhône (une opération) et dans le canal de Jonage aval (opération prévue en 2023). Cette dernière opération pourra être renouvelée si les matériaux ont pu être remobilisés. Dans le cadre du plan de gestion en cours, un test de réinjection dans le canal de Miribel aval permettrait d'apprécier le comportement des matériaux dans ce linéaire en vue du futur réaménagement de la brèche de Neyron. A l'avenir, les modalités de gestion sur ce site du Vieux Rhône de Neyron dépendent de l'efficacité obtenue pour la reconfiguration de la brèche et des résultats de l'étude de réduction de la vulnérabilité. Cependant, si un dragage doit être maintenu sur le site du Vieux Rhône de Neyron alors que le site de la Feyssine (cf. § suivant) est confirmé comme un site majeur de gestion sédimentaire, il sera nécessaire de confirmer la pertinence de réinjecter des matériaux du Vieux Rhône de Neyron en direction de la fosse de la Feyssine puisque les matériaux auront à subir 2 dragages avant d'être transférés sur un site déficitaire ou une gestion à terre. Il pourrait être plus pertinent de transférer ces volumes immédiatement après le dragage dans le Vieux Rhône de Neyron.

En aval, la fosse de la Feyssine se présente comme un nœud sédimentaire particulièrement important. Dans l'état actuel, il s'agit de la limite aval de progression des matériaux grossiers (graviers, galets / D50=38 mm), les limons et sables pouvant continuer leur course en aval. Au rythme actuel de 10 000 m³/an, les dépôts pourraient se prolonger environ 30 à 50 ans avant saturation de l'ancienne fosse d'extraction. Dans le cas de la réinjection des excédents du Vieux Rhône de Neyron et/ou de réaménagement de la brèche de Neyron, c'est l'ensemble du flux transitant dans le canal de Miribel qui serait susceptible d'atteindre la fosse de la Feyssine, à savoir de 30 000 m³/an en moyenne ; à ce rythme, le comblement total de la fosse de la Feyssine serait atteint en 12 à 15 ans. Enfin, il est important de signaler que des flux grossiers de petite taille (10-20 mm) pourraient commencer à transiter en aval avant que la fosse ne soit remplie, à mesure qu'une pente de fond se reconstituera, et sous un délai à confirmer de 10 à 20 ans environ. Dans l'attente, l'exutoire de la station d'épuration de la Feyssine dans la fosse du même

nom est menacé d’engravement et pourrait devoir faire l’objet d’un dragage local ou d’une prolongation de la conduite.

Avant de définir la gestion future du site de la Feyssine, deux points doivent être éclaircis et validés : 1) la fosse ayant été créée pour servir de mesure compensatoire hydraulique des aménagements du BPNL et de la Cité Internationale, il est important de vérifier si ce rôle doit être maintenu, en lien par ailleurs avec la sûreté de la digue classée du boulevard Léon Bonnevey Nord en rive gauche du Rhône au droit du parc de la Feyssine ; 2) en l'absence d'intervention, la fosse se comblerait et le charriage entamerait une traversée de Lyon, au plus loin jusqu'au pont de Perrache environ, et sans possibilité d'atteindre le barrage de Pierre-Bénite du fait des forces tractrices insuffisantes dans la retenue (pente insuffisante, anciennes fosses d'extraction ; cf. Scénario 3). La progression d'un front de graviers dans le fleuve devrait conduire à aggraver les aléas d'inondation (l'agglomération étant actuellement globalement protégée pour la crue Q500) et à terme menacerait la navigation, l'implantation des haltes fluviales, des rejets d'eaux pluviales, etc. Il semble donc nécessaire 1) d'acter, comme démontré en Scénario 3, que la continuité sédimentaire des matériaux grossiers n'est pas pertinente au sein de la retenue de Pierre-Bénite sous un délai raisonnable et sans générer des impacts très forts (hydroélectricité, navigation, haltes fluviales, etc.) et 2) de retenir le lieu, apparenté à un site de gestion G9, le plus adapté pour gérer les sédiments entre le site de la Feyssine (G3_FOSSE_FEYSSINE) et la traversée de Lyon (G3_RETENUE_LYON). Ce lieu devra être unique et limité en emprise afin d'en maîtriser les impacts. En Mission 8, une comparaison des deux sites est donnée sur les plans techniques, et met en avant les avantages du site de la Feyssine, sans préjuger toutefois de la position des acteurs locaux.

Par la suite, quel que soit le lieu retenu pour la gestion des excédents sédimentaires ne pouvant transiter dans la retenue de Pierre-Bénite, une étude de faisabilité devra déterminer les destinations possibles pour ces matériaux. Les sites potentiels sont par exemple : RT de St-Vulbas (40 km), Ain (50 km), anciennes gravières de Miribel Jonage (15 km), RCC de Pierre-Bénite amont (20 km), RCC de Pierre-Bénite aval (25 km), canal de restitution de Pierre-Bénite (20 km), retenue de Vaugris (40 km). Les distances sont données depuis la fosse de la Feyssine, sachant qu'une gestion dans la traversée urbaine de Lyon conduirait à des distances plus élevées et des contraintes plus fortes. Il n'existe donc pas de lieu de proximité (moins de 15 km), ce qui peut conduire à renchérir les coûts de gestion. Les sites précédents peuvent être atteints par voie routière, et certains par voie fluviale : canal de restitution de Pierre-Bénite (15 km) ou RCC de Pierre-Bénite (12 km) par clapage des matériaux en amont du barrage (sous réserve d'une étude de faisabilité) ou gestion à terre. Une réinjection vers le RCC de Pierre-Bénite, compatible avec les enjeux d'inondabilité, aurait du sens du fait de la situation de déficit historique de ce Vieux Rhône et des objectifs de bon potentiel écologique (une action R1 est d'ailleurs prévue dans la note SDAGE 2014 pour le BPE). Enfin, même si aucune infrastructure n'est prévue pour l'instant pour cela, on notera que le site de la Feyssine est localisé proche d'une voie ferrée (ligne Lyon-Ambérieu) et que cela permettrait d'envisager à moindre coût (cf. Mission 8) un transport des sédiments par train, soit en direction de l'Ain (jusqu'à Pont-d'Ain), soit en direction du RCC de Pierre-Bénite, voire plus en aval. Toutes ces solutions devront être analysées et comparées selon les propositions d'analyse multicritère proposées en Mission 8.

Dans la retenue de Pierre-Bénite, les matériaux grossiers de l'Yzeron (250 m³/an) sont actuellement transportés par camion après dragage, puis clapés depuis une barge au centre de la retenue face à la confluence. Cette opération semble pouvoir évoluer vers une réinjection dans le RCC de Pierre-Bénite, sous réserve d'aménagement d'un accès sous le barrage de retenue de Pierre-Bénite. Plus en amont dans la retenue, il existe, sous réserve de maîtrise des enjeux d'inondabilité et de navigabilité, une possibilité de créer des hauts fonds (R7), notamment en amont du pont de Lattre de Tassigny. Enfin, on notera les enjeux de sédimentation (G1-G2) dans l'écluse amont de Pierre-Bénite, qui pourrait faire l'objet d'une analyse pour déterminer la faisabilité d'un aménagement de type épi / déflecteur dans le cadre de l'action-clé G8 (optimisation des infrastructures pour réduire la sédimentation).

Le Vieux Rhône de Pierre-Bénite présente une incision et un déficit importants qui pénalisent son atteinte du bon potentiel. Au-delà de la restauration de îlônes (R4) et de marges alluviales (R2) prévues à court terme dans le suivi BPE et le Plan 5 Rhône, la notice SDAGE 2014 prévoit une réinjection sédimentaire (R1), dont les sources d'approvisionnement seraient logiquement la confluence de l'Yzeron et la fosse de la Feyssine (ou la retenue de Lyon). Un flux de 3 à 5 000 m³/an pourrait être reconstitué à partir de la capacité de charriage actuelle. Ce flux pourrait être porté entre 6 à 10 000 m³/an en générant des débits morphogènes (R11) sur environ 3 jours supplémentaires (valeur à confirmer). Dans l'attente, les matériaux issus des travaux de restauration du secteur Irigny-Jaricot-Ciselande vont être en grande partie réinjectés dans le Rhône, avec une proportion de matériaux grossiers conséquente (environ 180 000 m³ en date de novembre 2021, communication CNR) et le comportement de ces matériaux doit faire l'objet d'un suivi avant de déterminer les apports futurs.

En partie aval du RCC de Pierre-Bénite, des matériaux grossiers devraient logiquement s'accumuler dans les années à venir du fait de leur mobilité dans la partie courante du Vieux Rhône et de la chute des capacités de charriage en entrant dans la queue de retenue de Vaugris, entraînant ainsi la création d'un site G9 afin de gérer des enjeux d'inondabilité et/ou de navigabilité à la restitution. Une analyse menée en Mission 8 montre que les temps de transfert des masses alluviales seraient de plusieurs décennies. Une analyse complémentaire devra être réalisée pour 1) déterminer le lieu probable des dépôts et la nécessité éventuelle de l'aménager, par élargissement, pour favoriser les dépôts sur un site limité en emprise, et 2) déterminer la destination des matériaux dragués (retenue de Vaugris, RCC de Pierre-Bénite, canal usinier de Pierre-Bénite, etc.).

Le canal de restitution de Pierre-Bénite, constitué en déblai, est l'un des rares canaux usiniers à subir une érosion progressive dans son fond. Actuellement, il n'existe pas d'enjeu avéré, mais ce point reste à surveiller puisqu'il pourrait mener à terme à un décrochage de l'écluse. Dans un tel cas, ou en prévention, la recharge sédimentaire du canal de restitution pourrait être une destination pertinente pour les excédents vus précédemment.

Dans la retenue de Vaugris, confluent quatre affluents de moyenne taille : le Garon, le Gier, la Sévenne et la Gère. Ces affluents qui présentent des apports mixtes (fins, sableux et grossiers ; 3 800 m³/an), sont gérés par dragage et réinjection dans la retenue, généralement par clapage au centre de la retenue, après remplissage de la barge avec une pelle sur ponton. Cette modalité pourrait se prolonger à long terme car la retenue de Vaugris comprend d'anciennes fosses d'extraction de forte capacité (2,8 hm³) qui rendent impossible une continuité de charriage au sein de la retenue avant plusieurs centaines d'années ; cependant, cette modalité présente peu d'intérêt écologique. Deux autres modalités sont possibles : 1) la réinjection sur les marges de la retenue, de façon à créer des hauts fonds (R7) à forte valeur écologique ; cette action serait possible s'il existe des marges sur les niveaux d'eau en crue dans la retenue vis-à-vis des enjeux de sûreté ; 2) la réinjection dans un RCC déficitaire, soit en remontant les sédiments vers l'amont (RCC de Pierre-Bénite), soit en menant jusqu'au RCC de Péage de Roussillon (Secteur IV) qui est en déficit et ne présente pas de source d'approvisionnement à proximité.

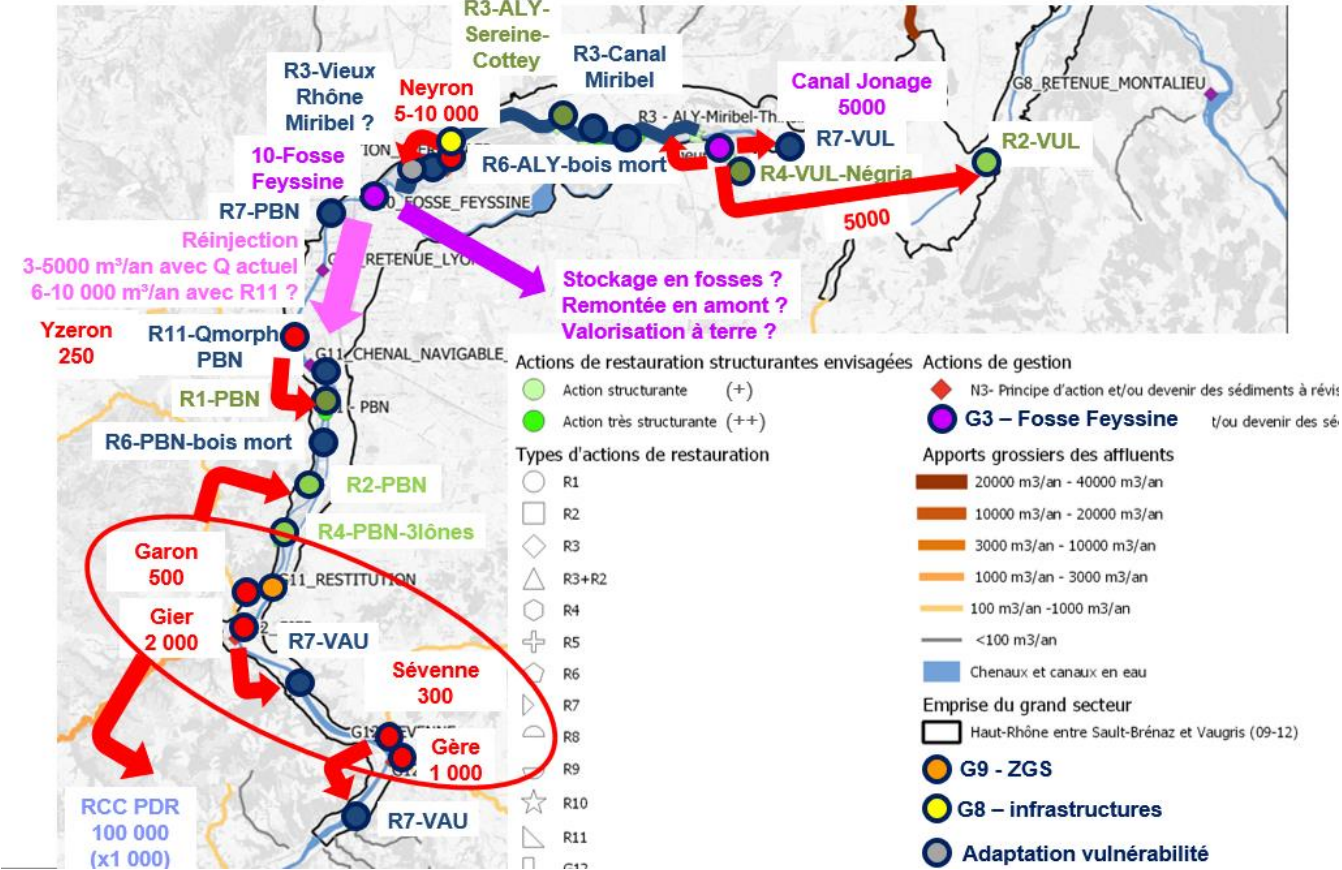


Figure 59 : Secteur III – Carte de synthèse de la stratégie proposée

Tableau 33 : Secteur III – Synthèse de la stratégie proposée et des actions correspondantes

Type d'action	Description
Actions écartées	<ul style="list-style-type: none">Transparence pour les sédiments grossiers des retenues de Pierre-Bénite et Vaugris (G6)Continuité sédimentaire totale des 30 000 m³/an provenant de l'amontRestitution de sédiments grossiers en retenue s'il existe un meilleur gain écologique dans un RCC proche (Yzeron)
Actions retenues	<ul style="list-style-type: none">Absence de modification significative des dragages de sédiments fins (G1-G2) (cf. fiches actions pour recommandations)Réinjection des sédiments grossiers du canal de Jonage après le dragage initial (4-5 000 m³/an)Réinjection des sédiments grossiers de l'Yzeron dans le RCC de Pierre-Bénite (250 m³/an)Réalisation des actions de réactivation de marges (R2) et îlônes (R4) sur le RCC de Pierre-BéniteRéinjection de bois mort (R6) dans le RCC de Pierre-Bénite, dans le Rhône de Miribel restauré. Restauration de hauts fonds (R7) dans les retenues de Pierre-Bénite et Vaugris.
Faisabilités à étudier	<ul style="list-style-type: none">Opportunité de restauration des marges alluviales sur le Rhône de St-Vulbas (R2) en lien avec de potentielles réinjections sédimentaires (canal de Jonage, autres sites)Réinjection (R1) des matériaux du canal de Jonage dans différents sites d'intérêt écologique (canal de Miribel, retenue de Jons, Rhône de St-Vulbas, etc.)Projet global de restauration du Rhône de Miribel, sous un flux de 30 000 m³/an provenant de l'Ain, combinant les actions de réinjection (R1) provenant du canal de Jonage (5000 m³/an), la suppression de contraintes latérales (R2), la restauration de la bande active, le rehaussement du plancher alluvial et la restauration des confluences Sereine et Cottey (R3) ; une éventuelle augmentation de débit réservé (R10) ; tout en tenant compte d'une baisse possible des apports de l'Ain à l'horizon 2050 et en confirmant l'absence d'intérêt d'une augmentation des débits morphogènesRéaménagement de la brèche de Neyron (G8) permettant de limiter les débits solides entrants (5 à 10 000 m³/an) tout au restaurant les flux liquides (50% du débit réservé bas, soit 15 m³/s)Analyse de la vulnérabilité du champ captant AEP de Crépieux Charmy et des capacités de résilience face à une continuité sédimentaire restaurée et une augmentation de l'inondabilitéDétermination du lieu de gestion des sédiments (G9) en entrée d'agglomération (fosse de la Feyssine ou retenue de Pierre-Bénite). Puis détermination des destinations pertinentes pour un transfert des sédiments ; les sites potentiels sont par exemple : RT de St-Vulbas (40 km), Ain (50 km), anciennes gravières de Miribel Jonage (15 km), RCC de Pierre-Bénite amont (20 km), RCC de Pierre-Bénite aval (25 km), canal de restitution de Pierre-Bénite (20 km), retenue de Vaugris (40 km). Les transferts par route, barge et train devront être envisagés. Une partie des matériaux est destinée a priori au RCC de Pierre-Bénite (cf. alinéa suivant).Analyse des quantités et modalités de réinjection de sédiments (R1) dans le RCC de Pierre-Bénite depuis le lieu de dragage en amont de Lyon (Feyssine ou retenue de Pierre-Bénite), à raison de 3-5 000 m³/an, voire 6-10 000 m³/an avec mise en place de débits morphogènes. En complément, opportunité d'aménagement d'un site G9 en limite aval du RCC de Pierre-Bénite, afin de gérer les matériaux qui seraient en mesure de déclencher des enjeux d'inondabilité ou de navigabilitéAménagement d'un épi ou déflecteur (G8) en amont du garage d'écluse amont de Pierre-Bénite, sensible à la sédimentation du fait de sa position en extrados (G1-G2)Création de zones de hauts fonds (R7) dans la retenue de Vaugris à partir des matériaux du Garon, du Gier, de la Sévenne et de la GèreModalités de transfert (route, voie d'eau, voie ferrée) des sédiments dragués sur les différents sites, et de réinjection (clapage devant barrage, réinjection terrestre)
Suivis à poursuivre / à engager	<ul style="list-style-type: none">Suivi bathymétrique de l'Ain et du Rhône sur l'ensemble du Secteur IIISuivis particuliers des comblements dans les Vieux Rhône de Neyron et la fosse de la FeyssineApports sédimentaires de l'Ain au Rhône, du Rhône en aval de la Feyssine (hydrophone, géophone)Flux de charriage dans les RCC restauré (Rhône de Miribel, RCC de Pierre-Bénite) (hydrophone, géophone, RFID / suivi bathymétriques)

Tableau 34 : Secteur III – Stratégie proposée – Description des actions

Secteur	UHC	Masse d'eau	Actions clés	ID	Stratégie proposée - description de l'action de gestion	Stratégie proposée - Devenir des sédiments grossiers	Catégorie
III	10	FRDR2005	G3	G3_CANAL_JONAGE	Dragage grossier programmé. Opération initiale de 70-90000 m³ avant 20 000 m³ tous les 4-5 ans	Inconnu à ce jour. Voir Scénario 2 pour solutions possibles	Gestion N4
III	10	FRDR2005A	G3	G3_STATION_ALERTTE_AEP	Dragage grossier. Gestion de 20 000 m³/an depuis 2011	Réinjection dans le VR de Neyron aval et dans le canal de Jonage aval (opération 2021)	Gestion N3
III	10	FRDR2005	G3	G3_FOSSE_FEYSSINE	Dragage potentiel. Opération initiale de 0 à 250 000 m³ en fonction de l'état de la mesure compensatoire, puis 10 000 m³/an et à terme 30 000 m³/an	Inconnu à ce jour. Voir Scénario 2 pour solutions possibles	Gestion N4
III	11	FRDR2005	G3	G3_RETENUE_LYON	Dragage potentiel. Aucune action en Sc1 si apports gérés à la fosse de la Feyssine. Mêmes volumes annuels sinon	-	Gestion N4
III	11	FRDR2006	G1-G3	G1-G3_YZERON	Dragage mixte, dont 250 m³/an en grossier	Transport camions puis barge et clapage dans retenue de PBN	Gestion N3
III	12	FRDR2006	G1-G3	G1-G3_GARON	Dragage mixte, 100 m³/an avec 500 m³/an qui atteignent directement le Rhône	Restitution dans la retenue de VAU	Gestion N3
III	12	FRDR2006	G1-G3	G1-G3_GIER	Dragage mixte, 2000 m³/an en grossier	Restitution dans la retenue de VAU	Gestion N3
III	12	FRDR2006	G1-G3	G1-G3_SEVENNE	Dragage mixte, 300 m³/an en grossier	Restitution dans la retenue de VAU	Gestion N3
III	12	FRDR2006	G1-G3	G1-G3_GERE	Dragage mixte, 1000 m³/an en grossier	Restitution dans la retenue de VAU	Gestion N3
Secteur	UHC	Masse d'eau	Actions-clés	ID	Stratégie proposée - description de l'action de restauration	Stratégie proposée - Devenir des sédiments grossiers	Catégorie
III	09-10	FRDR2004	R4	R4 - VUL	Valorisation écologique et restauration de îlônes	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
III	09-10	FRDR2004	R4	R4 - ALY-Négria	Restauration du méandre Négria	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
III	09-10	FRDR2004	R2	R2 - VUL	Réactivation de la dynamique sédimentaire des berges	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
III	09-10	FRDR2004	R10	VUL-mamage	Réduire le mamage	-	BPE 2027
III	10-11	FRDR2005	R7	R7 - ALY-GrandLarge	Diversifier les milieux sur le site du Grand Large	A partir de matériaux issus de dragages	BPE post-2027
III	10-11	FRDR2005	R7	R7 - VUL	Restaurer des hauts fonds	A partir de matériaux issus de dragages	BPE Sc4
III	10-11	FRDR2005	R7	R7 - PBN	Restaurer des hauts fonds	A partir de matériaux issus de dragages	BPE Sc4
III	10	FRDR2005a	R3	R3 - ALY-Miribel-Thil-sinuosité	Accentuer les sinuosités du canal en amont de Thil	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE 2027
III	10	FRDR2005a	R2	R2 - ALY-Miribel-Thil-largeur	Elargir le canal en amont de Thil	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
III	10	FRDR2005a	R4	R4 - ALY-Vieux Rhône	Reconnexion de la îlône du Vieux Rhône au canal de Miribel	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
III	10	FRDR2005a	R10	R10 - ALY-Miribel-saisonnalité	Saisonnalité des débits	-	BPE 2027
III	10	FRDR2005a	R3	R3 - ALY-Cottey-Sereine	Amélioration des confluences avec Cottey et Sereine	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE post-2027
III	10	FRDR2005a	R11	R11 - ALY-Miribel	Restaurer une dynamique morpho-sédimentaire par une gestion des ouvrages pour favoriser des débits morphogènes dans le canal de Miribel	-	BPE post-2027
III	10-11	FRDR2005a	R3	R3 - Canal Miribel	Restauration ambitieuse du canal de Miribel	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE Sc4
III	10-11	FRDR2005a	R3	R3 - Vieux Rhône Neyron	Restauration du Vieux Rhône de Neyron	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE Sc4
III	10-11	FRDR2005a	R6	R6 - ALY - bois mort	Réinjection de bois morts	-	BPE Sc4
III	11	FRDR2006a	R10	R10 - PBN-saisonnalité	Saisonnalité du débit réservé	-	BPE 2027
III	11	FRDR2006a	R4	R4 - PBN-alim-3-îlônes	Maintien de la connectivité et de l'alimentation des 3 îlônes restaurées	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
III	11	FRDR2006a	R1	R1 - PBN	Recharge sédimentaire	A partir des matériaux dragués à ...	BPE post-2027
III	11	FRDR2006a	R2	R2 - PBN	Remobilisation des marges alluviales par suppression des épis et anciennes digues	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
III	11	FRDR2006a	R11	R11 - PBN	Augmentation de la fréquence des débits morphogènes	-	BPE Sc4
III	11	FRDR2006a	R6	R6 - PBN - bois mort	Réinjection de bois morts	-	BPE Sc4

Bilan des coûts des scénarios

Tableau 35 : Secteur III – Coûts des actions de gestion et de restauration

Action	N°	Unité	Scénario 1 : Scénario actuel	Scénario 2 : Continuité interventionniste et CTO	Scénario 3 : Continuité gravitaire	Scénario 4 : Réhabilitation écologique	Stratégie proposée
Dragage de sédiments fins et grossiers	G1-G2-G3-G4	Euro/an	1 190 000 €	760 000 €	360 000 €	760 000 €	760 000 €
dont sites N1-N2		Euro/an	170 000 €	170 000 €	90 000 €	170 000 €	170 000 €
dont sites N3-N4		Euro/an	1 020 000 €	590 000 €	270 000 €	590 000 €	590 000 €
Chasse de retenue	G5	Euro/an			- €		- €
Mise en transparence de barrage	G6	Euro/an			1 000 000 €		- €
Optimisation de la gestion des ouvrages pour réduire la sédimentation	G7	Euro/an			- €		- €
Optimisation des infrastructures pour réduire la sédimentation	G8	Euro			2 500 000 €		2 500 000 €
Zone de gestion sédimentaire en aval d'un RCC restauré	G9	Euro		500 000 €		500 000 €	500 000 €
Zone de gestion sédimentaire en aval d'un RCC restauré	G9	Euro/an		240 000 €		600 000 €	600 000 €
Réduction ou déplacement du chenal navigable	G10	Euro			- €		- €
Redimensionnement des systèmes d'endiguement en fonction du retour des	G11	Euro			- €	- €	- €
Charruage-essartage	G12-G13	Euro/an	10 000 €	10 000 €		10 000 €	10 000 €
Réinjection de sédiments grossiers en RCC	R1	Euro/an	- €	1 770 000 €	150 000 €	1 770 000 €	1 180 000 €
issu des actions du BPE		Euro/an	- €	- €	- €	180 000 €	180 000 €
complément issu des sites N3		Euro/an	- €	1 770 000 €	150 000 €	1 590 000 €	1 000 000 €
Réactivation des marges alluviales	R2	Euro	6 500 000 €	6 500 000 €	6 500 000 €	11 100 000 €	11 100 000 €
Restauration morphologique de la bande active	R3	Euro	3 000 000 €	3 000 000 €	- €	25 000 000 €	25 000 000 €
Restauration des îlônes et zones humides associées	R4	Euro	1 100 000 €	1 100 000 €	1 100 000 €	1 900 000 €	1 900 000 €
Restauration de la continuité sédimentaire des ouvrages transversaux	R5	Euro	- €	- €	- €	- €	- €
Réinjection de bois mort	R6	Euro				200 000 €	- €
Restauration morphologique dans les retenues ou canaux usiniers	R7	Euro	- €	- €		3 000 000 €	3 000 000 €
Mise en transparence ou recul de digues	R8	Euro	- €	- €	- €	- €	- €
Restauration d'anciennes gravières	R9	Euro	- €	- €	- €	- €	- €
Relèvement des débits et régimes réservés	R10	Euro/an	100 000 €	100 000 €	100 000 €	100 000 €	100 000 €
Augmentation de la fréquence des débits morphogènes	R11	Euro/an	- €	- €	- €	200 000 €	100 000 €

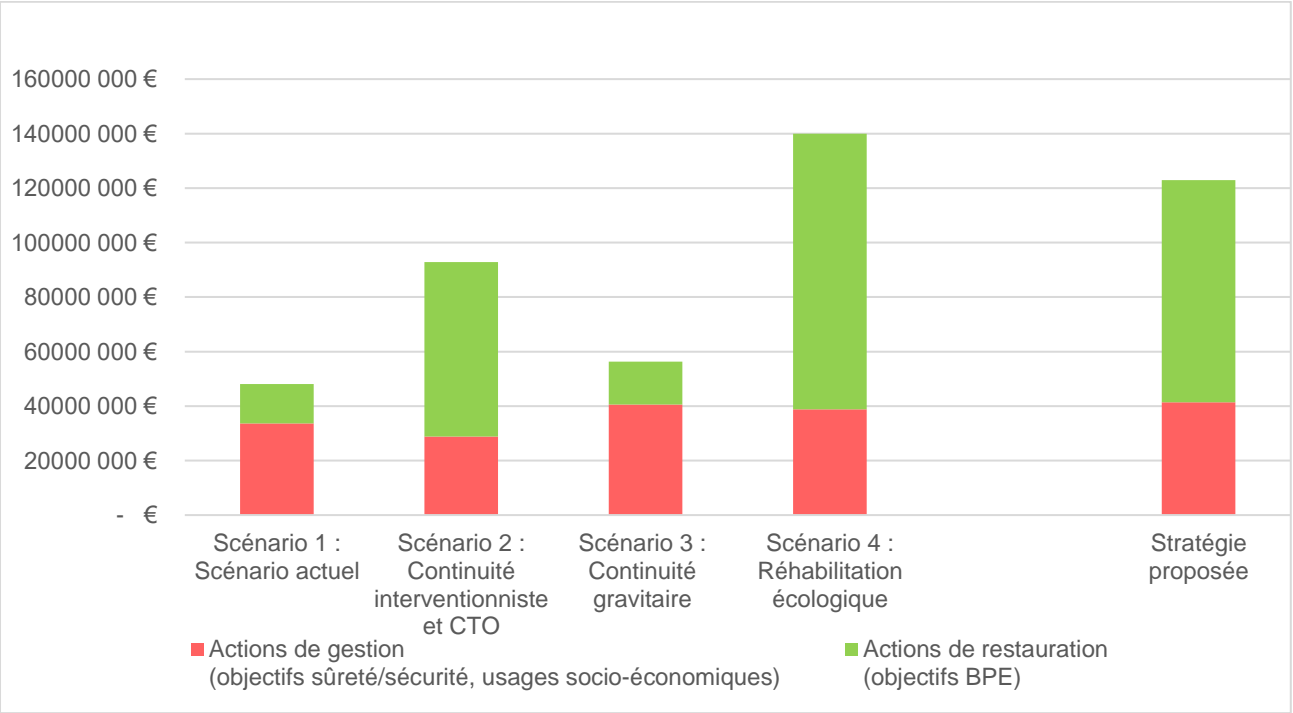


Figure 60 : Secteur III – Montant totaux 2050 pour chacun des scénarios

Tableau 36 : Secteur III – Bilan des coûts des scénarios et de la stratégie proposée

		Scénario 1 : Scénario actuel	Scénario 2 : Continuité interventionniste et CTO	Scénario 3 : Continuité gravitaire	Scénario 4 : Réhabilitation écologique	Stratégie proposée
Actions de gestion (objectifs sûreté/sécurité, usages socio-économiques)	Investissement (€HT)	- €	500 000 €	2 500 000 €	500 000 €	3 000 000 €
	Fonctionnement (€HT/an)	1 200 000 €	1 010 000 €	1 360 000 €	1 370 000 €	1 370 000 €
	Montant 2050 (€HT)	33 600 000 €	28 780 000 €	40 580 000 €	38 860 000 €	41 360 000 €
Actions de restauration (objectifs BPE)	Investissement (€HT)	11 700 000 €	11 700 000 €	8 700 000 €	43 100 000 €	42 900 000 €
	Fonctionnement (€HT/an)	100 000 €	1 870 000 €	250 000 €	2 070 000 €	1 380 000 €
	Montant 2050 (€HT)	14 500 000 €	64 060 000 €	15 700 000 €	101 060 000 €	81 540 000 €
TOTAL avant impacts	Investissement (€HT)	11 700 000 €	12 200 000 €	11 200 000 €	43 600 000 €	45 900 000 €
	Fonctionnement (€HT/an)	1 300 000 €	2 880 000 €	1 610 000 €	3 440 000 €	2 750 000 €
	Montant 2050 (€HT)	48 100 000 €	92 840 000 €	56 280 000 €	139 920 000 €	122 900 000 €
	Montant 2050 actualisé (€HT)	69 010 990 €	137 362 965 €	83 410 299 €	203 396 985 €	176 738 314 €
	Evolution / Sc1	-	99%	21%	195%	156%
Impacts hydroélectricité mise en transparence barrage (coût d'impact €/an)		- €	- €	16 960 000 €	- €	- €
Impacts hydroélectricité débits morphogènes (coût d'impact €/an) **		- €	- €	- €	350 000 €	350 000 €
Impacts navigation (coût d'impact €/an)		- €	- €	181 820 000 €	- €	- €
Impacts AEP (coût d'impact €/an)		- €	- €	- €	AD	AD

3.3.5 Secteur IV : Rhône aval entre Péage-de-R. et Bg-lès-Valence (UHC#13 à 15)

► Présentation du grand secteur

Le Secteur IV s'étend de la retenue de Péage de Roussillon (UHC#12-PDR) sous le barrage de Vaugris jusqu'à la confluence de l'Isère (UHC#15-BLV).

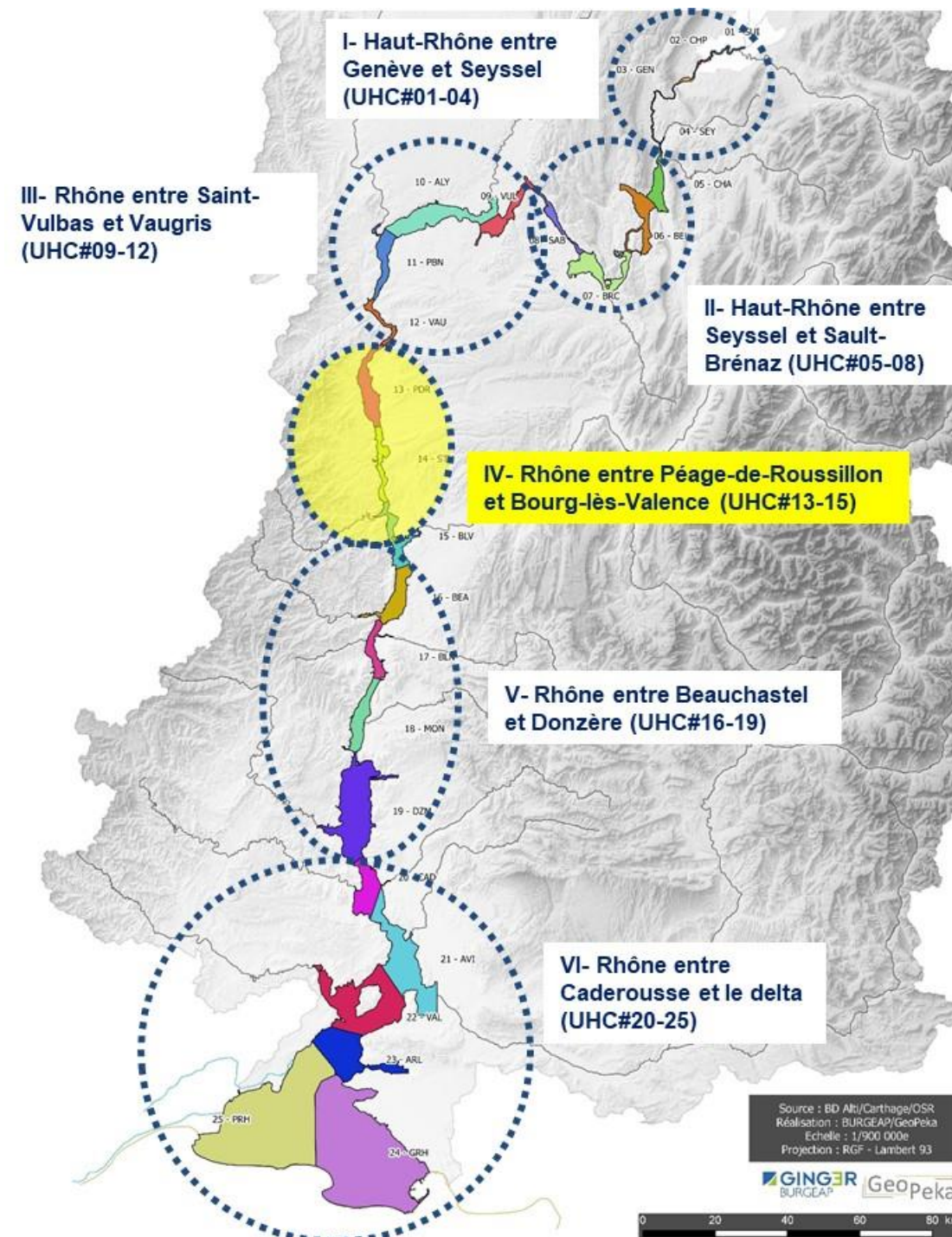


Figure 61 : Secteur IV – Localisation de Péage de Roussillon (UHC#13) à Bg lès Valence (UHC#15)

► Synthèse du fonctionnement hydrosédimentaire actuel

• Flux de sédiments grossiers

Au passage du barrage de Vaugris, le Rhône ne bénéficie pas d'apports autres que sableux ; la queue de retenue de St-Pierre-de-Bœuf (13-PDR) présente une certaine capacité de charriage (10 000 m³/an) qui mobilise les sables et les dépose dans la retenue plus en aval, dans les méandres des Roches de Condrieu ou vers la prise d'eau du CNPE de St-Alban, à mesure que la capacité décroît (1 000 m³/an). La retenue de St-Pierre-de-Bœuf reçoit de nombreux petits apports sablo-graveleux d'affluents de petite taille tels que la Varèze pour le plus important (1 000 m³/an), la Valencize, l'Arbuel, le Vérin, l'Aleau, le Reynard (quelques centaines de m³/an au total), qui sont bloqués à la confluence ou piégés dans la retenue.

Le Vieux Rhône de Roussillon (13-PDR) ne bénéficie pas d'apports grossiers amont, la confluence de la Varèze étant trop éloignée du barrage de St-Pierre-de-Boeuf. Il présente une capacité de charriage au maximum de 6 000 m³/an, qui décroît vers l'aval sous l'influence du seuil de Peyraud, transparent à hauteur de 2 000 m³/an environ. Une réinjection réalisée en 2017 pour un volume de 7 000 m³ en tête du RCC a montré que les sédiments avaient commencé à être remobilisés pour une crue biennale (Q2) et que l'ensemble des tailles s'est mobilisé pour une crue quinquennale (Q5), et ce sur plusieurs centaines de mètres.

En entrant dans la queue de retenue de St-Vallier (14-STV), le Rhône retrouve de la capacité de charriage (jusqu'à 15 000 m³/an) qui lessive les apports de sables et incise la partie aval du RCC de Roussillon. Toutefois, rapidement la retenue présente une capacité de charriage faible (1 000 à 2 000 m³/an) qui n'est pas capable de remobiliser les nombreux apports grossiers des affluents dragués et clapés : le Bancel (1 000 m³/an), la Cance (4 à 5 000 m³/an), l'Ay (500 m³/an), la Galaure (4 à 6 000 m³/an), soit de l'ordre de 10 000 à 12 000 m³/an.

Le Vieux Rhône de St-Vallier (14-STV) ne bénéficie donc pas non plus d'apports grossiers amont, sa capacité limitée à 2 000 m³/an environ lui permet d'évacuer les sables, et sa courte distance le confond rapidement avec la queue de retenue de Bourg-lès-Valence (15-BLV) où la capacité de charriage remonte à 10 000 m³/an à la restitution. Une nouvelle fois, cette capacité diminue fortement en aval de la confluence avec le Doux dont les apports estimés à 6 000 m³/an ne peuvent être remobilisés, même quand ils sont dragués puis clapés dans la retenue comme en 2012-2013. Le dernier tronçon de la retenue, en aval immédiat de la prise d'eau du canal usinier a tendance à fortement s'ensabler.

Le Vieux Rhône de Bourg-lès-Valence (15-BLV), comme ses prédécesseurs, ne reçoit pas d'apports grossiers amont. Il est très incisé suite à d'anciennes fosses d'extraction que les seuls apports sableux ne peuvent combler, la capacité dans son linéaire aval étant de 3 000 m³/an. Cette partie aval du RCC reçoit également les apports sableux en crue ou en chasse de l'Isère par le barrage de l'Isère. Les apports grossiers du Mialan (1 800 m³/an), dans la partie aval du RCC, se perdent vite dans la retenue de Beauchastel, avec ou sans dragage.

• Flux de sédiments fins et sableux

Sur la période 2011-2016, le flux de MES moyen interannuel du Rhône à Beaucaire est de 6,0 Mt. Sur le Secteur IV, les flux de MES sont estimés entre 1,07 et 1,22 Mt/an en amont de la confluence avec l'Isère (1,8 Mt/an).

Le principal contributeur au flux de MES est la Durance (34 % en moyenne sur la période), suivie de l'Isère (30 %), du Haut-Rhône (11 %) et de la Saône (6 %). La contribution du Gier qui se jette dans peut être considérée comme négligeable, avec un flux de MES moyen annuel de 0,01 Mt et n'excédant pas 0,1 Mt.

Bilan des sites de gestion et de restauration intégrés dans les scénarios

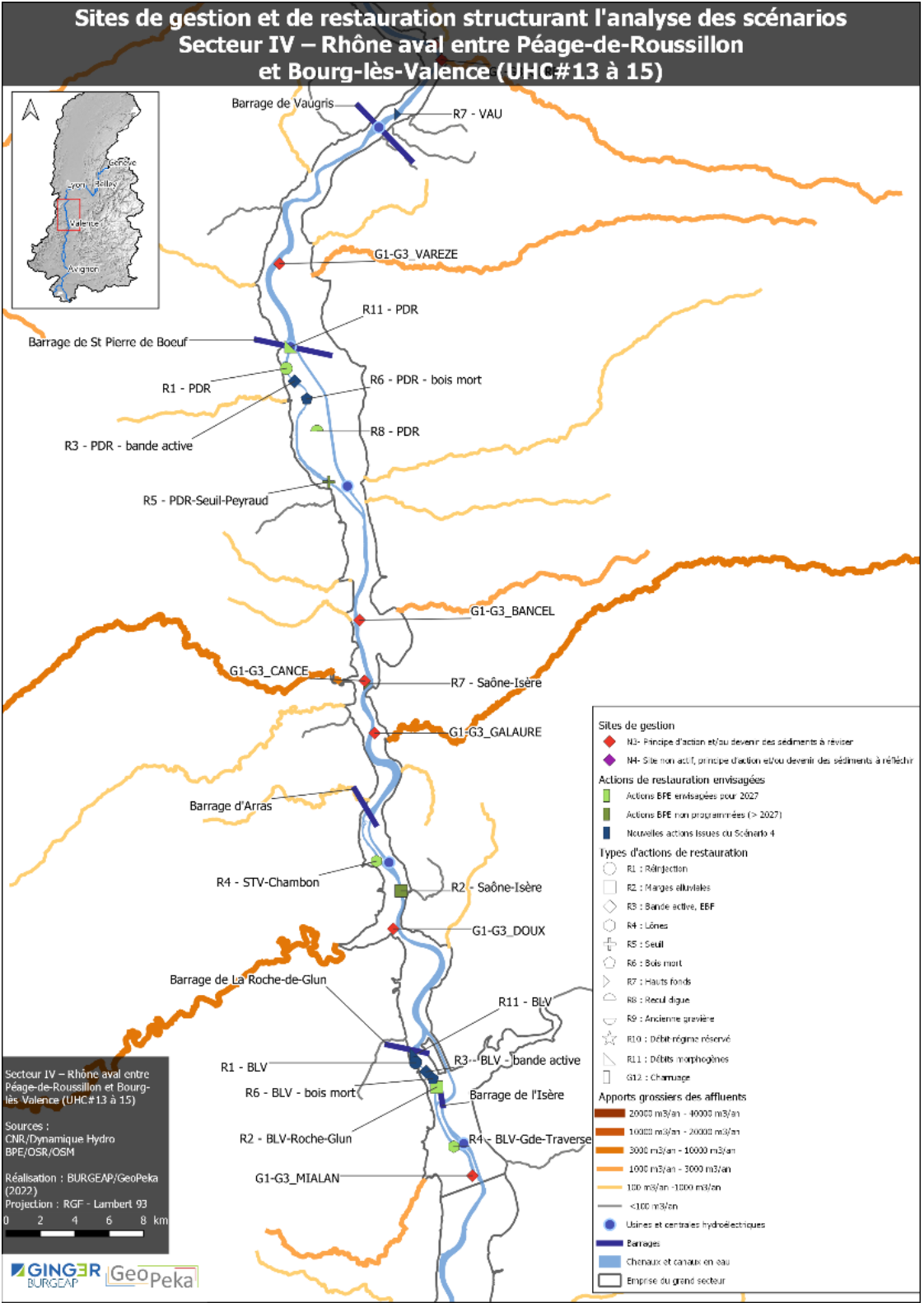
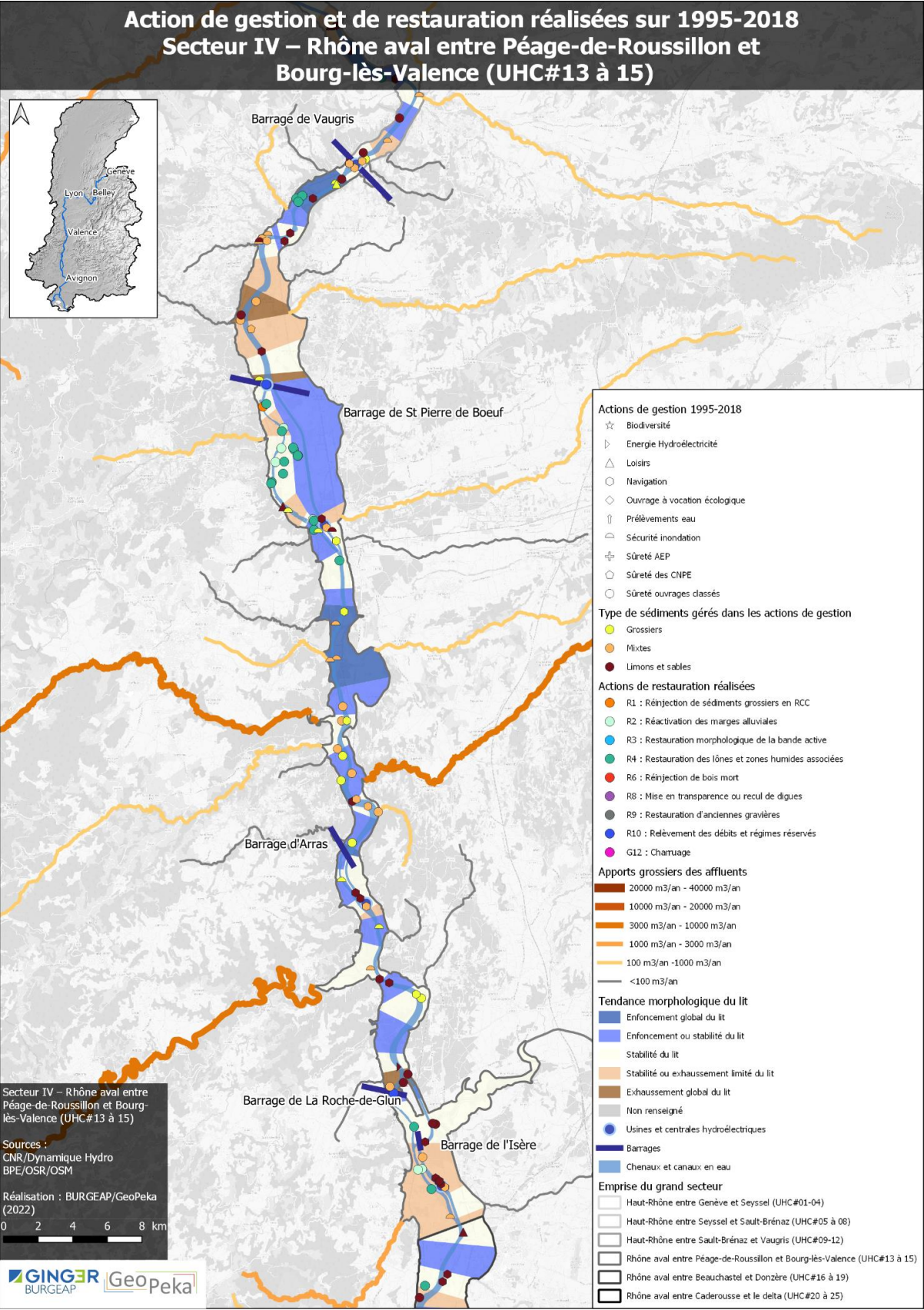


Figure 63 : Secteur IV – Carte des sites de gestion et restauration structurant les scénarios

Inventaire des zones déficitaires et intérêts écologiques

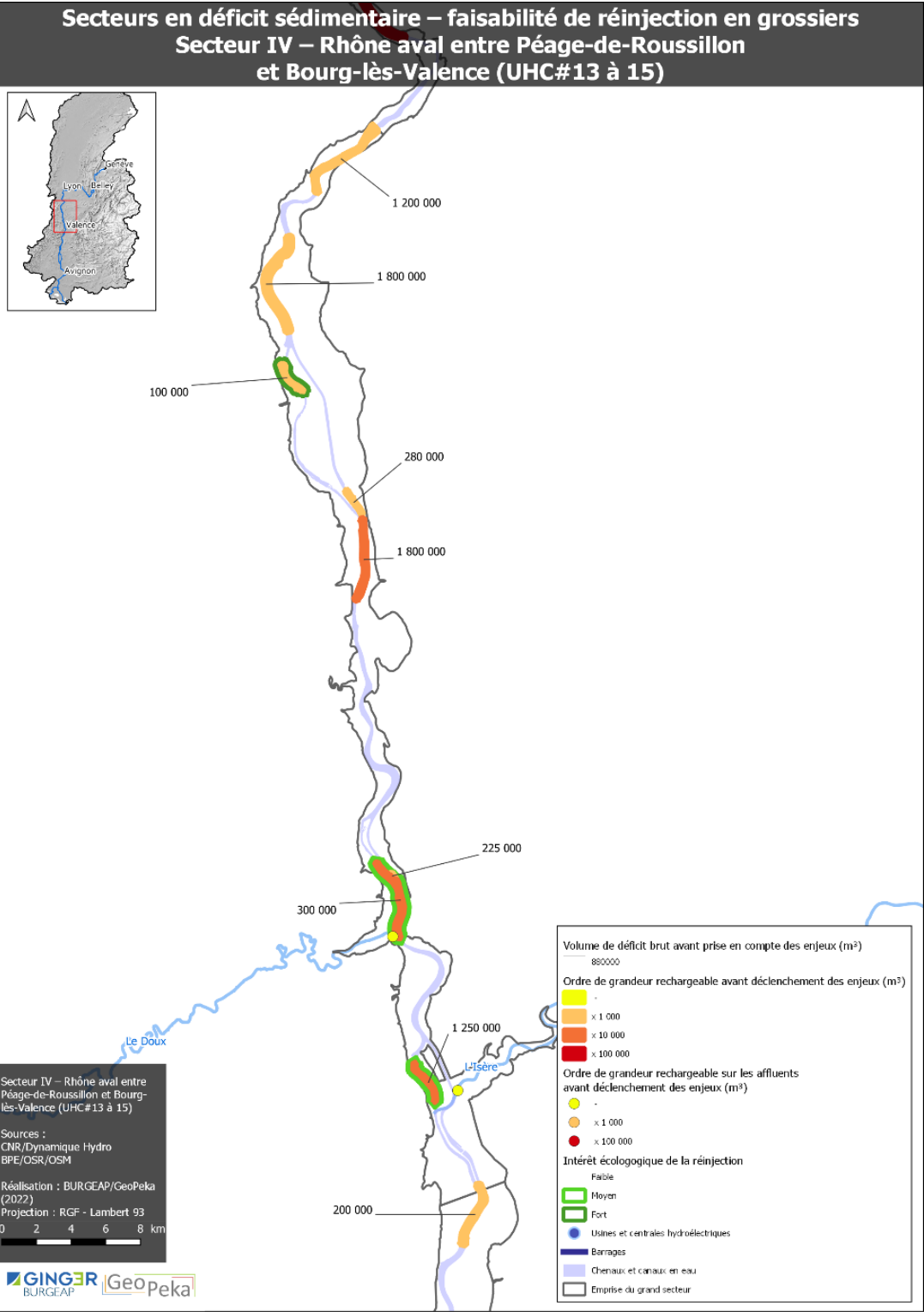


Figure 64 : Secteur IV – Cartes des sites déficitaires et des possibilités de réinjection

Scénario 1 « actuel »

Dans la partie amont du secteur, il existe un seul site de gestion structurant, à la confluence avec la Varèze, dont les matériaux sont restitués en retenue. Dans la partie aval, on retrouve d'une part les 3 confluences du Bancel, de la Cance et de la Galaure (8 200 m³/an à eux trois ; 11 000 m³/an au maximum) dont les matériaux sont clapés dans la retenue de St-Vallier ; et d'autre part la confluence du Doux, dont les matériaux ont été clapés dans la retenue de Bourg-lès-Valence et gérés depuis à terre, et la confluence du Mialan dont les matériaux sont réinjectés dans la retenue de Beauchastel.

Les actions de restauration prévues pour 2027 portent notamment sur la réinjection sédimentaire (R1) et des débits morphogènes (R11) sous le barrage de Péage-de-Roussillon, la réactivation de marges alluviales (R2) dans le RCC de Bourg-lès-Valence et la restauration de îlons (R4) sur Chambon et la Grande Traverse (ou Traversée). Une action R8 de suppression d'anciennes digues est envisagée dans la plaine de Sablons mais elle ne sera pas retenue car nous n'avons pas identifié de digue pouvant être supprimée sans impacts fort sur l'inondabilité.

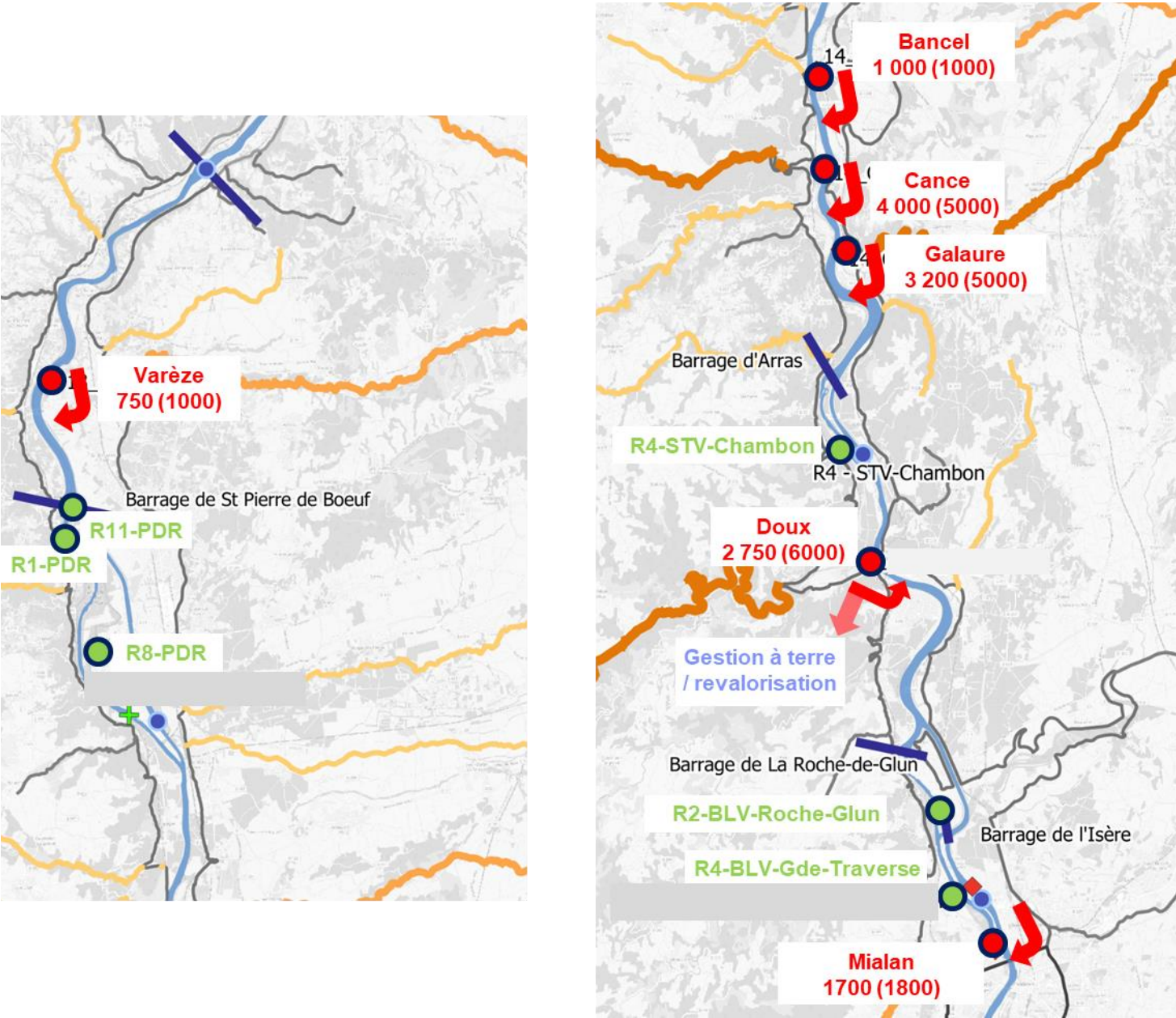


Figure 65 : Secteur IV – Cartes de synthèse du Scénario 1

Analyse multicritère des scénarios

Tableau 37 : Secteur IV – Analyse multicritère des scénarios

Indicateurs	Actuel	Scénario 1 Scénario actuel		Scénario 2 Continuité interventionniste et CTO		Scénario 3 Continuité gravitaire pour les sédiments grossiers		Scénario 4 Réhabilitation écologique		Stratégie proposée	
Principes d'actions		Poursuivre les pratiques actuelles de gestion et de restauration (dont actions BPE 2027)		Maximiser la continuité sédimentaire avec des dragages / transferts de sédiments à la mesure de la capacité des RCC, tout en renforçant les CTO (navigation, hydroélectricité) au-delà des contraintes actuelles (irrigation, AEP, loisirs)		Maximiser la continuité sédimentaire des matériaux grossiers grâce à la gestion gravitaire des sédiments dans les retenues et une optimisation de la gestion des ouvrages. Les CTO deviennent une variable d'ajustement		Réhabiliter les fonctionnalités et la résilience de l'hydrosystème afin de maximiser les gains écologiques et optimiser la gestion sédimentaire			
Fonctionnement hydrosédimentaire (bilan sédimentaire, processus)	-	0	La plupart des apports d'affluents sont gérés par réinjection dans les retenues, avec faibles intérêts hydrosédimentaires et écologiques	+	Les RCC de PDR et BLV bénéficient d'apports par réinjection, le premier à la mesure de sa capacité de charriage (2000 à 6000 m³/an), le second pour stockage (capacité 200 m³/an). La mesure R11 est réservée pour le Scénario 4. Seuls les apports de la Varèze sont proches (750 m³/an) pour le RCC de PDR, on peut compter sur les apports de quelques petits affluents, ou sur ceux de la retenue de Vaugris (Gère, Gier), ou remontée de la retenue de STV (Bancel, Cance, Galaure). Les apports du Doux sont transférés vers le RCC de BLV, idéalement par clapage devant le barrage de la Roche de Glun. Le seuil de Peyraud est équipé d'une passe à poisson mais pas pour la continuité sédimentaire. Un site G9 est aménagé et géré en aval du RCC.	--	La continuité sédimentaire dans la retenue de PDR et depuis l'amont (Vaugris) n'est pas possible à cause de la présence du CNPE de St-Alban. La continuité serait possible dans la retenue de St-Vallier (continuité de la pente en aval des affluents), mais la perte de charge au barrage est rédhibitoire (6,70 m en Q2). La continuité dans la retenue de BLV est contrainte par des fosses d'extraction et les pertes de charges au barrage (8,80 m en Q2). Les confluences doivent continuer à être draguées (probable non concomitance des apports avec les mises en transparence)	++	Actions du BPE complétées. Continuité sédimentaire de 6-10 000 m3/an dans le RCC de PDR jusqu'aux fosses de la retenue de STV (>180 ans). Restauration des fonds dans le RCC de BLV avec matériaux Doux et Mialan, restauration crue morphogène pour mobiliser 4500 m3/an (cohérent avec capacité aval barrage de l'Isère). Restaurations complémentaires R6, R7. Gestion des arrivées sédimentaires dans les fosses de la retenue de BEA	++	Absence de continuité sédimentaire dans la retenue de PDR, mais restauration de hauts fonds. Restauration de continuité sédimentaire en deux temps dans le RCC de PDR : 1) 2 à 4000 m3/an avec les apports de proximité (Varèze, affluents retenue PDR), 2) restauration de 6 à 10 000 m3/an grâce une restauration du lit R3, des débits morphogènes R11, l'effacement du seuil de Peyraud, et des apports d'affluents en aval (Cance, Bancel, Galaure). Gestion en aval du RCC par dragage ou accumulation des les fosses de la queue de retenue de STV. Transfert des matériaux du Doux et du Mialan dans le RCC amont de BLV, couplés avec une restauration ambitieuse du RCC (R2, R4 transformés en R3). Maintien des autres actions du BPE (Chambon, hauts fonds dans les retenues)
A/ Biologie (habitats, espèces)	-	0	Masses d'eau en état moyen BPE atteint en 2027 pour 3 masses d'eau sur 3	+	Le RCC de PDR bénéficie des gains écologiques liés à la restauration d'un flux de charriage BPE atteint en 2027 pour les 3 masses d'eau, dépassé a priori pour BLV grâce aux réinjections non prévues dans le BPE	+	Les RCC de STV et BLV bénéficient des apports sédimentaires amont, ce qui n'est pas le cas de PDR. Le Rhône devient courant 1 à 2 mois dans l'année dans les retenues de STV et dans celle de BLV, une fois que les fosses d'extraction sont comblées (25 ans) BPE 2027 peut ne pas être atteint pour latteint en 2027 pour 3 masses d'eau	++	Maximisation des gains écologiques, a fortiori avec débits morphogènes BPE atteint en 2027 pour 3 masses d'eau, dépassé ensuite pour PDR et BLV	++	Maximisation des gains écologiques, a fortiori avec débits morphogènes. BPE dépassé sur PDR et BLV
B/ Sûreté - sécurité	0	0	Exigences de sûreté des ouvrages assurées par les gestionnaires.	0	Absence d'impact sur la sûreté des ouvrages et la sécurité en zone inondable.	--	Les risques d'inondation sont majorés dans le RCC de STV déjà en excédent, et potentiellement dans les retenues de STV et BLV. La sûreté des ouvrages pourrait être impactée par le marnage dans les retenues.	-	Risque d'aggravation des risques d'inondation dans le RCC de PDR qui peut être atténué par l'abaissement/arasement du seuil de Peyraud. Dans le RCC de BLV les enjeux sont plus sensibles et restent à préciser (La Roche de Glun)	0	Aggravation des risques dans les RCC adaptée à ce qui peut être acceptable (faibkes enjeux).
C/ Usages socio-économiques (CTO)	0	0	Usages socio-économiques préservés	0	Usages socio-économiques (navigation, hydroélectricité, irrigation) sont préservés	--	La navigation est pénalisée par au environ 2 mois de coupure de la navigabilité. L'hydroélectricité est pénalisée par environ 2 mois d'absence de production sur STV et BLV (soit 287 GWh), avec des répercussions en aval. L'aménagement d'un déflecteur à l'entrée du garage d'écluse amont de BLV permet de limiter la sédimentation et les dragages. Le paysage fluvial est bouleversé dans les traversées urbaines comme Tain-Tourmon pendant 1 à 2 mois.	-	Navigation et hydroélectricité pénalisés quelques jours par an supplémentaires pour les débits morphogènes Pas d'impact dans les queues de retenue a priori (fosses)	-	Hydroélectricité et navigation pénalisées quelques jours par an supplémentaires pour les débits morphogènes de PDR
Faisabilité technique	0	0	A ce stade, pas de problème de faisabilité sinon pour les sédiments du Doux, dont l'analyse amène à les gérer à terre	-	La principale difficulté porte sur le transport de sédiments complémentaires à ceux de la Varèze pour alimenter suffisamment le système (affluents de Vaugris, de STV ?). Avec les faibles capacités de charriage des RCC, une partie des apports des affluents de STV doit être stockée en retenue. Les apports du Doux sont transférables vers le RCC de BLV après vérification de la faisabilité du clapage. Globalement, les opérations de dragage sur les 15 000 m³/an à gérer sur le secteur conduisent à des transports à distance systématiques	--	Absence de faisabilité pour la retenue de PDR (présence du CNPE). La faisabilité technique d'ouverture des barrages de façon prolongée et de résistance au transport solide est à vérifier. Dans tous les cas les barrages de STV et BLV présentent des pertes de charges élevées qui ne permettent pas de générer la pente motrice. Les dragages aux confluences ne pourront être évités mêmes s'ils peuvent être réduits. Les impacts sur les usages et sur la sûreté sont rédhibitoires	0	Projets ambitieux avec faisabilité complexe (enjeux PPR, navigation, hydroélectricité) mais non rédhibitoire	0	Faisabilité des actions de restauration ambitieuse (enjeu PPR, navigation, hydroélectricité).
Coût investissement (M€)			10,1 M€		10,1 M€		10,1 M€		25,1 M€		23 M€
Coût fonctionnement (M€/an)	0	0	0,9 M€/an	0	1,1 M€/an	--	1,6 M€/an	--	1,2 M€/an	-	1,1 M€/an
Coût impact (M€/an)			2,3 M€/an		2,3 M€/an		146 M€/an		8,0 M€/an		2,3 M€/an
Empreinte climat sites N3-N4 (tCO2e)	-	0	15 tCO2e/an	-	75 tCO2e/an	--	124 000 tCO2e (hydroélectricité remplacée par gaz)	-	75 tCO2e/an	-	60 tCO2e/an
Bilan (note sur 3 enjeux A, B et C)	-1	0	Scénario de base	+1	Scénario réaliste, plus coûteux, qui apporte une légère plus-value par rapport au Scénario 1 grâce à la continuité sédimentaire vers les RCC de PDR et le rehaussement des fonds sans continuité du RCC de BLV.	-3	Scénario très impactant pour les usages socio-économiques, la sûreté et le climat, et peu satisfaisant pour le fonctionnement hydromorphologique et la biologie.	0	Scénario très intéressant par définition pour les milieux naturels, maîtrisable pour les enjeux inondation, impactant pour les usages navigation/hydroélectricité du fait des débits morphogènes	+1	Scénario intéressant pour les milieux naturels, maîtrisable pour les enjeux inondation et navigation/hydroélectricité (débits morphogènes)

Description de la stratégie envisagée

Le Secteur IV est un secteur qui est à son tour largement en excédent (+23 000 m³/an) avec peu de secteurs déficitaires accessibles, ou éloignés des secteurs excédentaires. Les enjeux écologiques sont essentiellement concentrés par l'Ile de la Platière le long du RCC de Péage-de-Roussillon ou par le secteur de Chambon entre le RCC de St-Vallier et la queue de retenue de Bourg-lès-Valence.

Ainsi, la stratégie s'inspire des Scénarios 2 et 4, mais elle bute sur le devenir des matériaux issus de dragages de confluences. Certaines actions jugées peu réalistes en Scénario 4 (R11 dans le RCC de Bourg-lès-Valence, R1 dans le RCC de St-Vallier) sont écartées. Toutefois, ce sont les analyses de faisabilité qui permettront de réellement définir les ambitions à long terme, les priorités de mise en œuvre et, in fine, la trajectoire qui doit être donnée au Rhône dans ce secteur.

La stratégie proposée est déclinée d'amont en aval.

Dans la retenue de Péage de Roussillon, il n'existe pas beaucoup de marge de manœuvre car le CNPE de St-Alban et sa prise d'eau imposent le maintien de la ligne d'eau dans la retenue et empêchent d'envisager une continuité sédimentaire dans la retenue par ouverture du barrage. Plutôt que d'être réinjectés dans la retenue sans bénéfice écologique, les matériaux de dragage de la Varèze (750 à 1 000 m³/an) devront donc être réinjectés vers le RCC de Péage-de-Roussillon, soit par la voie terrestre au pied du barrage, soit par voie fluviale avec clapage devant le barrage de St-Pierre-de-Bœuf (faisabilité à préciser). Même si les apports de la Varèze sont épisodiques, cette destination des matériaux est tout à fait en phase avec l'action de réinjection R1 prévu dans la notice SDAGE (2014). La même stratégie peut être envisagée pour les différents petits apports grossiers dans la retenue de Péage-de-Roussillon (1 500 m³/an au total avec la Varèze), avec probablement une phase de stockage intermédiaire permettant de procéder à des réinjections de volumes significatifs.

Le RCC de Péage de Roussillon serait donc en mesure de recevoir environ 750 à 1 500 m³/an d'apports grossiers depuis les confluences précédentes. Cela reste toutefois bien inférieur à sa capacité de charriage dans l'état actuel (2 000 à 4 000 m³/an). Une solution pour combler cet écart serait de faire venir les matériaux des confluences de la retenue de Vaugris (Garon, Gier, Sévenne, Gère ; jusqu'à 3 800 m³/an ; 25 km à 35 km de distance) ou depuis les sites de dragage de la retenue de St-Vallier (Bancel, Cance, Galaure, jusqu'à 11 000 m³/an ; 20 à 28 km). Cependant, les distances de transports renchérissent les coûts. Une autre solution probablement plus réaliste sur le court-terme serait d'utiliser les stocks de matériaux en place dans le lit moyen, dans le cadre d'une opération de restauration de la bande active (R3).

Si les apports en tête de RCC de Péage-de-Roussillon pouvaient atteindre 6 000 à 10 000 m³/an, il serait possible d'envisager de restituer des débits morphogènes (R11) prévus pour l'atteinte du BPE, afin de restaurer pleinement la bande active (R3), ses formes alluviales et ses habitats associés. Avec un tel flux, il serait pertinent d'envisager l'abaissement ou l'arasement du seuil de Peyraud afin que la continuité sédimentaire et les processus associés soient effectifs jusque dans la partie aval du RCC sous l'influence de la retenue de St-Vallier. A ce niveau-là, il existe une certaine latitude de stockage dans le RCC sous l'influence de la retenue (environ 100 000 m³, à confirmer) sans influencer la restitution de l'usine de Sablons (déficit brut de 1,8 hm³). Une fois ce volume comblé, il faudrait mettre en place un site G9 pour gérer les excédents de sédiments et limiter les enjeux.

Avec ces actions R1, R3, R5 et R11, le RCC de Péage-de-Roussillon peut bénéficier d'une actions-clé de type R6 pour réinjecter du bois mort et diversifier encore plus les milieux aquatiques. Si, dans la retenue de Péage de Roussillon, il existe des volumes de dragage mixte, qui présentent un faible intérêt pour la réinjection dans le RCC, ceux-ci pourraient être utilisés pour créer des hauts fonds selon l'action R7, dans des surlargeurs, dans la mesure où ces formes ne menaceraient pas la sûreté des ouvrages.

La retenue de St-Vallier reçoit les apports de 3 affluents principaux (Bancel, Cance, Galaure ; 8 200 à 11 000 m³/an) auxquels s'ajoutent d'autres petits affluents. Les apports grossiers totaux dans la retenue peuvent atteindre 12 500 m³/an. La principale difficulté de gestion provient de l'absence de zones déficitaires de proximité, capables d'admettre de tels volumes sans déclencher des enjeux : hydroélectricité sous l'usine de Sablons (volumes bruts de 1,8 hm³ + 0,28 hm³) ; navigation dans la retenue de St-Vallier ; RCC de St-Vallier qui n'est cependant pas en déficit. Actuellement, les matériaux sont réinjectés dans la retenue de St-Vallier faute d'une meilleure solution ; dans l'immédiat, des gains écologiques plus significatifs pourraient être obtenus en créant des hauts fonds au sein de la retenue (R7) qui auraient pour avantage de faciliter le transit des sables dans la retenue en resserrant le chenal principal ; sur le long terme, ces solutions conduiront à la saturation de la retenue. Le transfert des matériaux vers le RCC de Péage-de-Roussillon reste une option intéressante sur le plan écologique, à condition de limiter les coûts en favorisant le transport fluvial et le clapage des sédiments en amont du barrage de St-Pierre-de-Bœuf. Vers l'aval, il n'existe pas de solution simple dans la mesure où les apports du Doux trouvent déjà avec difficulté une destination pertinente. En dernier lieu, la gestion à terre des matériaux doit être envisagée et comparée à toutes les solutions.

Le RCC de St-Vallier ne présente pas de déficit. Une réinjection sédimentaire serait éventuellement envisageable en limitant les apports à la capacité de charriage actuelle 2 000 m³/an, sans rehausser significativement les lignes d'eau en crue, mais la faisabilité est ténue et ce RCC présente l'inconvénient d'un faible linéaire concerné (3 km) et d'un piégeage très rapide dans la queue de retenue de Bourg-lès-Valence. Par ailleurs, la restauration R4 des zones humides et casiers du secteur Chambon (RCC de St-Vallier et queue de retenue de Bourg-lès-Valence) va dégager des volumes importants d'alluvions et ce site excédentaire ne sera pas en mesure de recevoir des apports complémentaires.

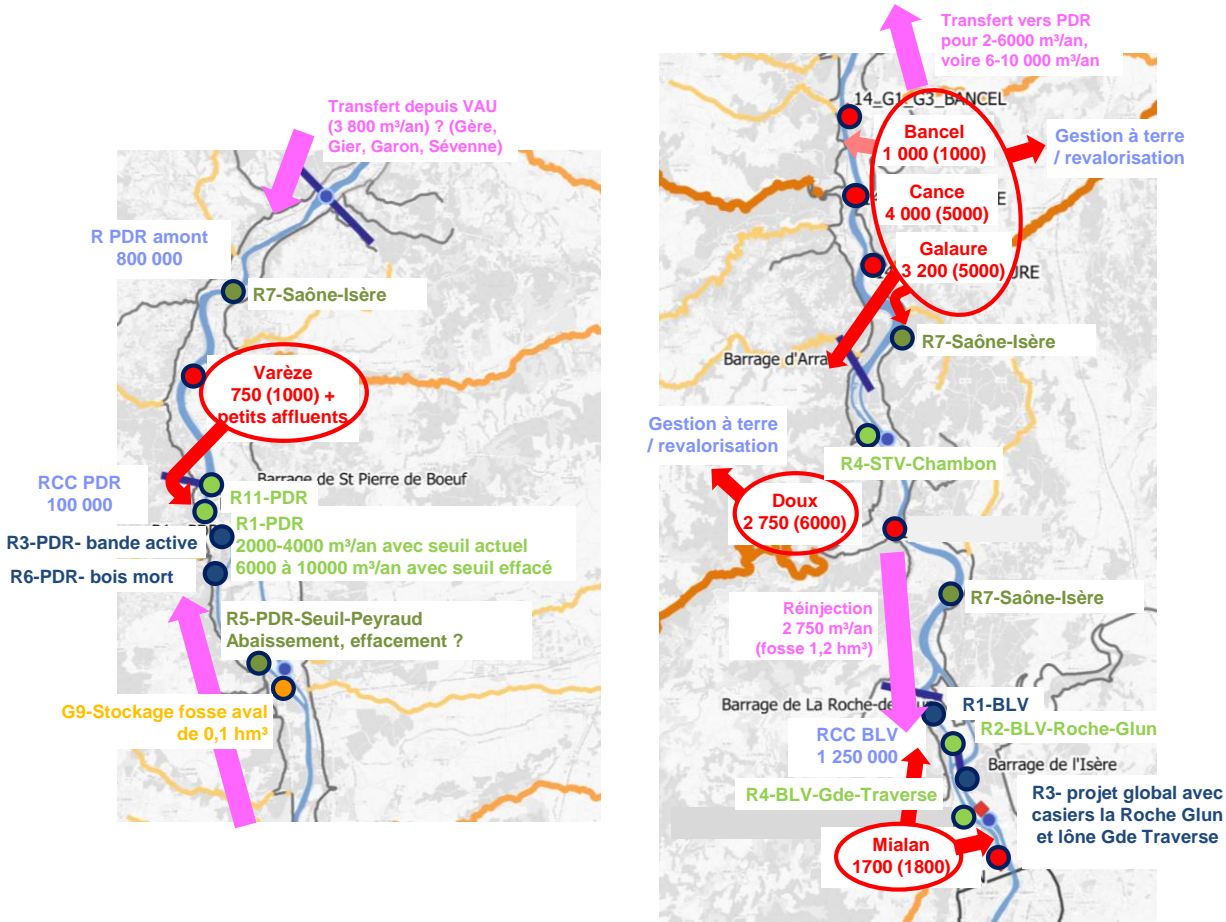


Figure 66 : Secteur IV – Carte de synthèse de la stratégie proposée

La retenue de Bourg-lès-Valence reçoit les apports du Doux (2 750 à 6 000 m³/an) qui font l'objet de dragages réguliers. Une tentative de réinjection dans la retenue a été menée en 2012-2013 mais les sédiments ne se sont pas avérés mobiles dans la retenue. La dernière opération a fait l'objet d'une gestion à terre. Cette confluence subit comme les précédentes l'absence de zones déficitaires à proximité. Une analyse des sites possibles devra être menée.

Le RCC de Bourg-lès-Valence, qui est en déficit dans sa partie amont suite à d'anciennes extractions, se présente comme la destination la plus pertinente pour les alluvions du Doux (12 km). Au vu des profondeurs (jusqu'à 10 m), une réinjection (R1) ne permettrait pas de rendre le RCC courant mais pourrait restaurer, dans le cadre d'un projet d'ensemble, un lit moins profond (R3) connecté à des annexes à restaurer (R2-Casiers de la Roche de Glun et R4-Lône de la Grand Traverse). Des matériaux de réinjection devraient pouvoir également être dégagés pour restaurer le lit, tout en maintenant la possibilité dans la durée de réinjecter les sédiments du Doux. Comme sur d'autres sites, la réinjection des matériaux du Doux gagnerait à être procédée par clapage devant le barrage de la Roche de Glun de façon à limiter les coûts de transport ; cependant, pour ce barrage sensible à la sédimentation car éloigné de la prise d'eau du canal d'amenée, les conditions hydrodynamiques ne sont probablement pas favorables et devront être vérifiées.

Le Mialan conflue en limite aval du RCC de Bourg-lès-Valence. Ces apports sédimentaires (1 700 à 1 800 m³/an) sont actuellement réinjectés dans la retenue de Beauchastel qui est sensible à la sédimentation. Il serait plus pertinent de remonter et réinjecter ces matériaux par clapage (R1) dans la partie amont du RCC qui devrait rester navigable, même après une action de restauration R3.

Tableau 38 : Secteur IV – Synthèse de la stratégie proposée et des actions correspondantes

Type d'action	Description
Actions écartées	<ul style="list-style-type: none"> Transparence pour les sédiments grossiers des retenues de Péage-de-Roussillon, St-Vallier, Bourg-lès-Valence (G6) Restitution de sédiments grossiers en retenue s'il existe un meilleur gain écologique dans un RCC proche (Varèze, Cance, Bancel, Galaure, Doux, Mialan)
Actions retenues	<ul style="list-style-type: none"> Absence de modification significative des dragages de sédiments fins (G1-G2) (cf. fiches actions pour recommandations) Poursuite des chasses de la Basse Isère selon le protocole initié en 2018 entre EDF et CNR, basé notamment sur une augmentation de la fréquence des chasses Réinjection des sédiments grossiers de la Varèze et d'autres affluents de la retenue de Péage-de-Roussillon dans le RCC de Péage-de-Roussillon (750 à 1 500 m³/an) Restauration de la bande active (R3) du RCC de Péage-de-Roussillon en combinaison avec des actions de remodelage, de réinjection sédimentaire (R1) et d'amélioration des connexions de lônes (R4) Réinjection de bois mort (R6) dans le RCC de Péage de Roussillon
Faisabilités à étudier	<ul style="list-style-type: none"> Analyse de sources d'alluvions complémentaires pour recharger le RCC de Péage-de-Roussillon à hauteur de 2 à 4 000 m³/an (hydrologie actuelle) : transfert des alluvions des affluents de la retenue de Vaugris (Garon, Gier, Sévenne, Gère ; 3 800 m³/an) ; faisabilité de stockage intermédiaire des apports des petits affluents de la retenue de Péage-de-Roussillon (environ 500 m³/an) ; transfert des matériaux de dragage des affluents de la retenue de St-Vallier (Bancel, Cance, Galaure ; jusqu'à 8 200 m³/an) En fonction des volumes de réinjection (R1) qui pourraient être pérennisés, analyse de la faisabilité de débits morphogènes (R11) dans le RCC de Péage de Roussillon (à hauteur de 6 000 à 10 000 m³/an) et de l'arasement / effacement du seuil de Peyraud (qui est prévu pour l'atteinte du BPE en termes de continuité biologique)

Type d'action	Description
Faisabilités à étudier	<ul style="list-style-type: none"> Analyse de la partie aval du RCC à admettre des flux supplémentaires suite aux réinjections précédentes, et éventualité de la mise en place d'un site G9 de gestion des excédents Pour les affluents de la retenue de St-Vallier, analyse de la capacité de la retenue à admettre les apports de ces affluents par clapage (G4). Détermination de la faisabilité d'autres destinations : RCC de Péage de Roussillon, RCC de St-Vallier (?), gestion à terre. Projet global de restauration du RCC de Bourg-lès-Valence à partir d'une combinaison d'actions : R1 pour les matériaux du Doux et du Mialan, R2 pour les casiers de la Roche de Glun, R4 pour la lône de la Grand Traverse Création de zones de hauts fonds (R7) dans les retenues de Péage de Roussillon, de St-Vallier, de Bourg-lès-Valence à partir d'une partie des volumes d'affluents qui ne seraient pas réinjectés Modalités de transfert (route, voie d'eau) des sédiments dragués sur les différents sites, et de réinjection (clapage devant barrage, réinjection terrestre) Action G8 d'optimisation des infrastructures pour les limiter la sédimentation à hauteur du garage d'écluse amont de Bourg-lès-Valence. Il s'agit en effet du garage d'écluse qui nécessite les volumes de dragage les plus importants à l'échelle du fleuve, et ces phénomènes de sédimentation pourraient être diminués par des aménagement de type épis / déflecteurs en entrée amont
Suivis à poursuivre / à engager	<ul style="list-style-type: none"> Flux de charriage dans les RCC restaurés (Péage-de-Roussillon) (hydrophone, géophone, RFID / suivi bathymétriques)

Tableau 39 : Secteur IV – Stratégie proposée – Description des actions

Secteur	UHC	Masse d'eau	Actions clés	ID	Stratégie proposée - description de l'action de gestion	Stratégie proposée - Devenir des sédiments grossiers	Catégorie
IV	13	FRDR2006	G1-G3	G1-G3_VAREZE	Dragage sédiments mixtes	- Retenue de PDR aval - RCC PDR - Retenue de PDR amont	Gestion N3
IV	14	FRDR2006	G1-G3	G1-G3_BANCEL	Dragage sédiments mixtes	- RCC PDR - Retenue du barrage d'Arras - CU PDR ?? - CU STV ?? - Gestion à terre / revalorisation	Gestion N3
IV	14	FRDR2006	G1-G3	G1-G3_CANCE	Dragage sédiments mixtes	- RCC PDR - Retenue du barrage d'Arras - CU PDR ?? - CU STV ?? - Gestion à terre / revalorisation	Gestion N3
IV	14	FRDR2006	G1-G3	G1-G3_GALAURE	Dragage sédiments mixtes	- RCC PDR - Retenue du barrage d'Arras - CU PDR ?? - CU STV ?? - Gestion à terre / revalorisation	Gestion N3
IV	15	FRDR2006	G1-G3	G1-G3_DOUX	Dragage sédiments mixtes	- Retenue du barrage de la Roche de Glun - CU STV ?? - RCC BLV - Gestion à terre / valorisation	Gestion N3
IV	15	FRDR2007A	G1-G3	G1-G3_MIALAN	Dragage sédiments mixtes	- Retenue du barrage de Charmes sur Rhône - RCC BLV	Gestion N3
Secteur	UHC	Masse d'eau	Actions-clés	ID	Stratégie proposée - description de l'action de restauration	Stratégie proposée - Devenir des sédiments grossiers	Catégorie
IV	11-15	FRDR2006	R2	R2 - Saône-Isère	Rétablir des profils de berge naturels	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
IV	11-15	FRDR2006	R7	R7 - Saône-Isère	Gestion adaptée des atterrissements pour laisser les hauts fonds se développer	A partir de matériaux issus de dragages	BPE post-2027
IV	11-15	FRDR2006	R4	R4 - STV-Chambon	Restauration de la lône de Chambon	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
IV	10-11	FRDR2006	R7	R7 - VAU	Restaurer des hauts fonds	A partir de matériaux issus de dragages	BPE Sc4
IV	13	FRDR2006b	R5	R5 - PDR-Seuil-Peyraud	Création d'une passe à poissons au seuil de Peyraud	Remodelage du lit mineur	BPE post-2027
IV	13	FRDR2006b	R1	R1 - PDR	Recharge sédimentaire à l'aval du barrage	A partir des matériaux dragués à ...	BPE 2027
IV	13	FRDR2006b	R8	R8 - PDR	Supprimer les anciennes digues de protection contre les inondations	Réinjection des matériaux nobles	BPE 2027
IV	13	FRDR2006b	R11	R11 - PDR	Augmentation de la fréquence des crues morphogènes	-	BPE 2027
IV	13	FRDR2006b	R3	R3 - PDR - bande active	Restauration ambitieuse du RCC de Roussillon	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE Sc4
IV	13	FRDR2006b	R6	R6 - PDR - bois mort	Réinjection de bois morts	-	BPE Sc4
IV	15	FRDR2007a	R2	R2 - BLV-Roche-Glun	Suppression des casiers de la Roche Glun	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
IV	15	FRDR2007a	R4	R4 - BLV-Gde-Traverse	Restauration de la lône de la Grande Traverse et suppression des aménagements du XIXe siècle	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
IV	15	FRDR2007a	R11	R11 - BLV	Augmentation de la fréquence des débits morphogènes	-	BPE Sc4
IV	15	FRDR2007a	R1	R1 - BLV	Recharge sédimentaire à l'aval du barrage	A partir des matériaux dragués à ...	BPE Sc4
IV	15	FRDR2007a	R6	R6 - BLV - bois mort	Réinjection de bois morts	-	BPE Sc4
IV	15	FRDR2007a	R3	R3 - BLV - bande active	Restauration ambitieuse du RCC de Bourg les Valence	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE Sc4

► Bilan des coûts des scénarios

Action	N°	Unité	Scénario 1 : Scénario actuel	Scénario 2 : Continuité interventionniste et CTO	Scénario 3 : Continuité gravitaire	Scénario 4 : Réhabilitation écologique	Stratégie proposée
Dragage de sédiments fins et grossiers	G1-G2-G3-G4	Euro/an	580 000 €	480 000 €	460 000 €	480 000 €	480 000 €
dont sites N1-N2		Euro/an	220 000 €	220 000 €	110 000 €	220 000 €	220 000 €
dont sites N3-N4		Euro/an	360 000 €	260 000 €	350 000 €	260 000 €	260 000 €
Chasse de retenue	G5	Euro/an			- €		- €
Mise en transparence de barrage	G6	Euro/an			1 000 000 €		- €
Optimisation de la gestion des ouvrages pour réduire la sédimentation	G7	Euro/an			- €		- €
Optimisation des infrastructures pour réduire la sédimentation	G8	Euro			- €		- €
Zone de gestion sédimentaire en aval d'un RCC restauré	G9	Euro		- €		- €	- €
Zone de gestion sédimentaire en aval d'un RCC restauré	G9	Euro/an		- €		- €	- €
Réduction ou déplacement du chenal navigable	G10	Euro			- €		- €
Redimensionnement des systèmes d'endiguement en fonction du retour des	G11	Euro			- €	- €	- €
Charruage-essartage	G12-G13	Euro/an	20 000 €	20 000 €		20 000 €	20 000 €
Réinjection de sédiments grossiers en RCC	R1	Euro/an	180 000 €	470 000 €	20 000 €	470 000 €	470 000 €
issu des actions du BPE		Euro/an	180 000 €	180 000 €	- €	320 000 €	320 000 €
complément issu des sites N3		Euro/an	- €	290 000 €	20 000 €	150 000 €	150 000 €
Réactivation des marges alluviales	R2	Euro	1 300 000 €	1 300 000 €	1 300 000 €	5 500 000 €	5 500 000 €
Restauration morphologique de la bande active	R3	Euro	- €	- €		8 100 000 €	8 100 000 €
Restauration des îlons et zones humides associées	R4	Euro	3 400 000 €	3 400 000 €	3 400 000 €	3 400 000 €	3 400 000 €
Restauration de la continuité sédimentaire des ouvrages transversaux	R5	Euro	- €	- €	- €	500 000 €	500 000 €
Réinjection de bois mort	R6	Euro				200 000 €	100 000 €
Restauration morphologique dans les retenues ou canaux usiniers	R7	Euro	- €	- €		2 000 000 €	2 000 000 €
Mise en transparence ou recul de digues	R8	Euro	2 000 000 €	2 000 000 €	2 000 000 €	2 000 000 €	- €
Restauration d'anciennes gravières	R9	Euro	- €	- €	- €	- €	- €
Relèvement des débits et régimes réservés	R10	Euro/an	- €	- €	- €	- €	- €
Augmentation de la fréquence des débits morphogènes	R11	Euro/an	100 000 €	100 000 €	100 000 €	200 000 €	100 000 €

Tableau 40 : Secteur IV – Coûts des actions de gestion et de restauration

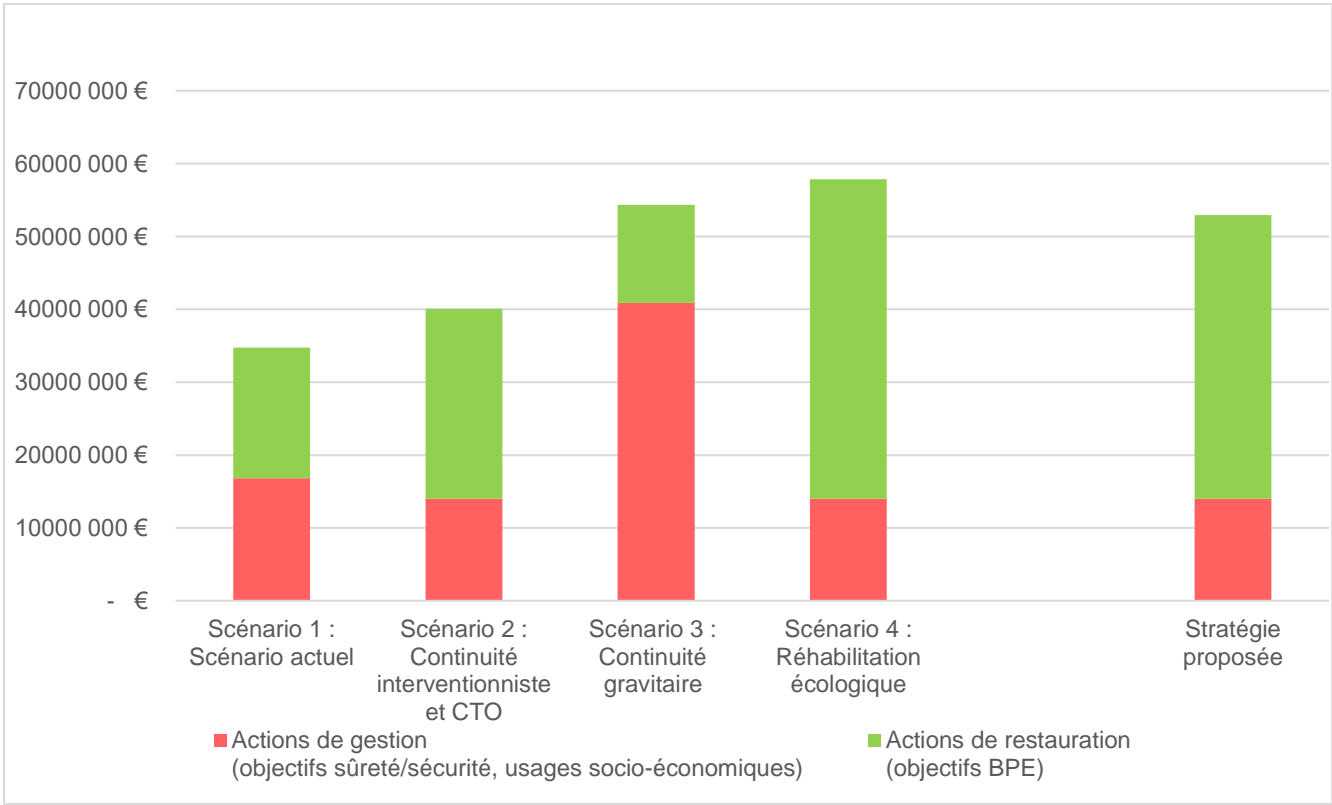


Figure 67 : Secteur IV – Montant totaux 2050 pour chacun des scénarios

Tableau 41 : Secteur IV – Bilan des coûts des scénarios et de la stratégie proposée

		Scénario 1 : Scénario actuel	Scénario 2 : Continuité interventionniste et CTO	Scénario 3 : Continuité gravitaire	Scénario 4 : Réhabilitation écologique	Stratégie proposée
Actions de gestion (objectifs sûreté/sécurité, usages socio-économiques)	Investissement (€HT)	- €	- €	- €	- €	- €
	Fonctionnement (€HT/an)	600 000 €	500 000 €	1 460 000 €	500 000 €	500 000 €
	Montant 2050 (€HT)	16 800 000 €	14 000 000 €	40 880 000 €	14 000 000 €	14 000 000 €
Actions de restauration (objectifs BPE)	Investissement (€HT)	10 100 000 €	10 100 000 €	10 100 000 €	25 100 000 €	23 000 000 €
	Fonctionnement (€HT/an)	280 000 €	570 000 €	120 000 €	670 000 €	570 000 €
	Montant 2050 (€HT)	17 940 000 €	26 060 000 €	13 460 000 €	43 860 000 €	38 960 000 €
TOTAL avant impacts	Investissement (€HT)	10 100 000 €	10 100 000 €	10 100 000 €	25 100 000 €	23 000 000 €
	Fonctionnement (€HT/an)	880 000 €	1 070 000 €	1 580 000 €	1 170 000 €	1 070 000 €
	Montant 2050 (€HT)	34 740 000 €	40 060 000 €	54 340 000 €	57 860 000 €	52 960 000 €
	Montant 2050 actualisé (€HT)	49 181 602 €	57 333 115 €	80 715 125 €	82 326 285 €	75 347 837 €
	Evolution / Sc1	-	17%	64%	67%	53%
Impacts hydroélectricité mise en transparence barrage (coût d'impact €/an)		- €	- €	23 010 000 €	- €	- €
Impacts hydroélectricité débits morphogènes (coût d'impact €/an) **		2 330 000 €	2 330 000 €	2 330 000 €	8 020 000 €	2 330 000 €
Impacts navigation (coût d'impact €/an)		- €	- €	121 210 000 €	- €	- €
Impacts AEP (coût d'impact €/an)		- €	- €	- €	- €	- €

3.3.6 Secteur V : Rhône aval entre Beauchastel et Donzère (UHC#16 à 19)

► Présentation du grand secteur

Le Secteur V s'étend de la retenue de Beauchastel (UHC#16-BEA) jusqu'à la restitution de Donzère-Mondragon (UHC#19-DZM).

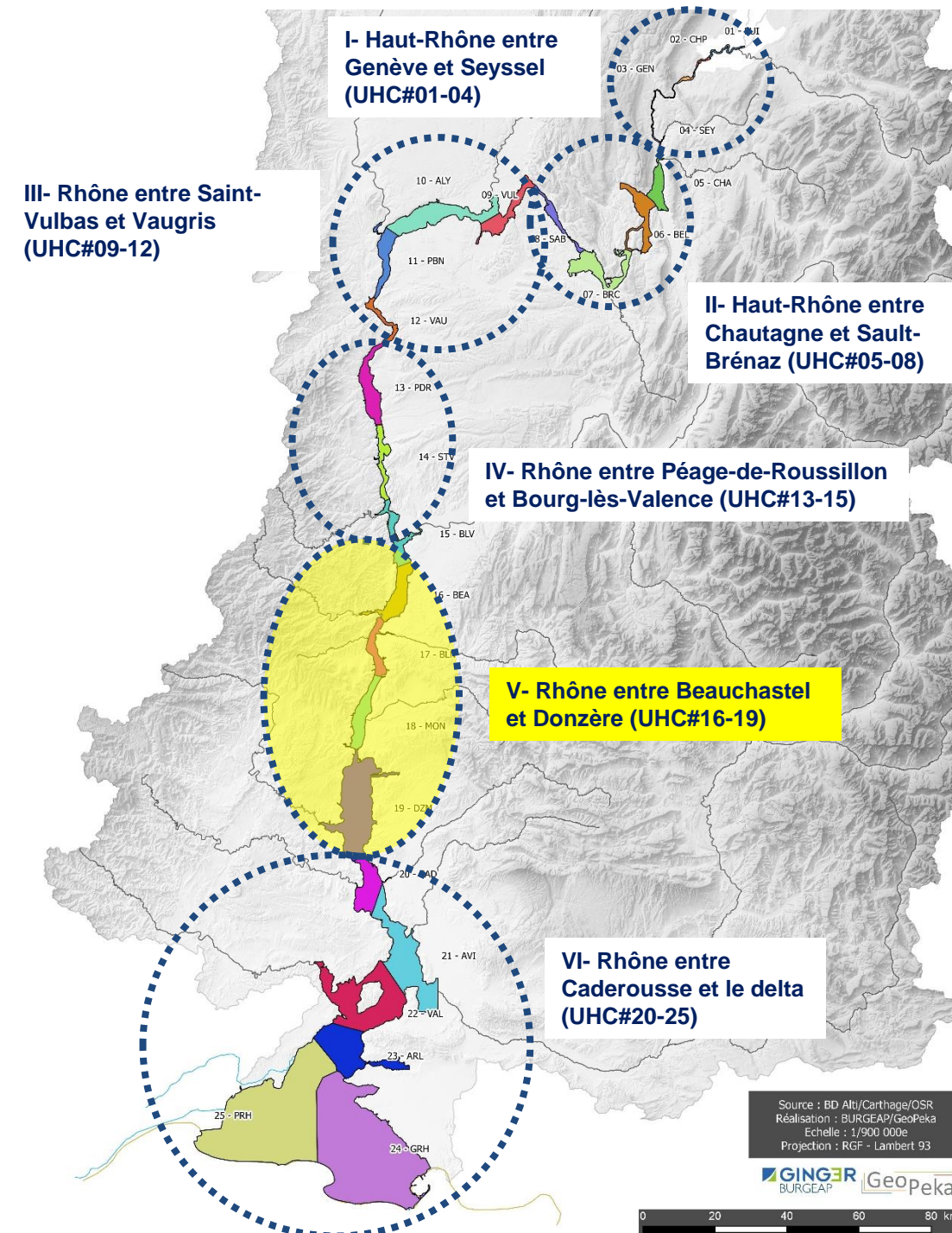


Figure 68 : Secteur V – Localisation de Beauchastel (UHC#16) à Donzère-Mondragon (UHC#19)

► Synthèse du fonctionnement hydrosédimentaire actuel

• Flux de sédiments grossiers

La retenue de Beauchastel (16-BEA) présente potentiellement une capacité de charriage total importante (20 000 m³/an) qui est probablement surévaluée du fait de granulométries sableuses intégrées dans les calculs. Néanmoins, dans son chenal principal, elle arrive effectivement à évacuer les apports sableux liés aux crues et chasses de l'Isère, mais ses marges accumulent des sédiments fins qu'il est nécessaire de draguer.

Le Vieux Rhône de Beauchastel (16-BEA) démarre son linéaire sans apports grossiers, et tombe rapidement sous l'influence lentique de la retenue du Pouzin (17-BLN). Les apports de la Véore, négligeables (500 m³/an) se perdent dans le Vieux Rhône profond, et les apports du Turzon (700 m³/an) et de l'Embroye (500 m³/an), confluent avec le canal usinier sans profiter au RCC.

A la restitution de l'usine de Beauchastel (16-BEA), le Rhône reçoit les apports sableux et graveleux (5 000 m³/an) de l'Eyrieux qui sont généralement clapés dans la retenue après dragage. Un peu plus en aval, toujours dans la retenue du Pouzin (17-BLN), le Rhône reçoit les apports de la Drôme dont les contributions sédimentaires sont en très grande partie bloquées dans un piège à sédiments conçu en deux parties pour retenir les matériaux grossiers en amont (20 000 m³/an), et les matériaux plus fins en aval. La retenue du Pouzin présente une capacité de charriage plutôt élevée à la restitution de Beauchastel (30 000 m³/an) qui permet de remobiliser les matériaux de l'Eyrieux ainsi que les matériaux de la Drôme qui par le passé ont régulièrement été clapés dans ce secteur ayant fait l'objet d'extractions. Cependant, la capacité de charriage diminue à l'approche du barrage du Pouzin (environ 6 000 m³/an), ce qui favorise les dépôts, y compris les 3 000 m³/an d'apports latéraux de l'Ouvèze ardéchoise en amont immédiat du barrage. Au final, la retenue du Pouzin (17-BLN) présente une contradiction : les faibles capacités de charriage moyen annuel font que les sédiments s'accumulent, en priorité entre la Drôme et le barrage, et nécessitent une intervention de dragage ; inversement, d'après les lignes d'eau et pertes de charge pour les crues décennales et supérieures, l'ouvrage devrait être en partie transparent à une fraction de charriage, non caractérisée à ce jour.

Le Vieux Rhône de Baix-le-Logis-Neuf (17-BLN) pourrait donc bénéficier d'apports grossiers amont, tout au moins en crues décennales et supérieures. Sa capacité de charriage (15 000 m³/an) est élevée dans sa partie courante, où le substratum rocheux a toujours affleuré. Ce RCC est caractéristique de l'augmentation de la pente naturelle moyenne du Rhône dans ce secteur et jusqu'à Donzère-Mondragon. A ce niveau, les apports de la Payre (500 m³/an) sont imperceptibles. A la restitution de l'usine de Logis-Neuf, le Rhône gagne encore en capacité de charriage (25 000 m³/an), avant de pénétrer dans la large retenue de Montélimar (18-MON) où il perd très fortement ses capacités de charriage (2 000 m³/an), ce qui favorise la sédimentation des grossiers mais aussi des sables et des fines.

Le Vieux Rhône de Montélimar (18-MON) ne bénéficie pas d'apports grossiers par le barrage de Rochemaure ; les apports d'un affluent rive droite qui conflue sous le barrage (Lavézon ; 2 000 m³/an) sont gérés dans un piège à sédiments qui reçoit beaucoup moins d'apports que par le passé. Avec une capacité de charriage de 20 000 m³/an, le Vieux Rhône peut remobiliser les apports du Frayol (ou Lorobouire ; 500 m³/an) et mais peine à remobiliser les apports de l'Escoutay (5 000 m³/an), dont la confluence est sous l'influence du remous du barrage de Donzère (19-DZM), et qui obstrue le chenal navigable de la cimenterie Lafarge. Ce chenal navigable, installé sur la partie aval du Vieux Rhône doit être dragué à hauteur d'environ 6 000 m³/an en moyenne, ce qui correspond à une valeur minimale des apports amont, dont une partie est probablement issue d'un déstockage par érosion régressive. Les apports du Roubion (2 000 m³/an) n'atteignent pas le Rhône, ils sont généralement clapés dans le canal usinier, en amont de la confluence, dans un secteur en dépression du fait du recoupement d'une ancienne terrasse alluviale par le canal.

La retenue de Donzère (19-DZM), qui reçoit des apports grossiers de l'Escoutay et un transport solide résiduel dans le Vieux Rhône de Montélimar (10 000 m³/an au total en théorie) reprend de la capacité de charriage à la restitution (30 000 m³/an) avant une forte décroissance au barrage de Donzère (3 000 m³/an). Cette retenue a fait l'objet d'extractions par le passé qui conduisent à ce que son bilan sédimentaire soit toujours en déficit, même si elle reste sensible à la sédimentation en amont du barrage. Toutefois, les conditions d'écoulement en crue exceptionnelle (comme par exemple celles de 2002 ou 2003) assureraient a priori une certaine transparence à la retenue.

Le Vieux Rhône de Donzère (19-DZM) ne reçoit donc pas d'apports grossiers sous le barrage de Donzère. Sa capacité de charriage est potentiellement élevée (30 000 m³/an) et explique l'apparition de seuils rocheux sur son linéaire en déficit. Le Vieux Rhône reçoit peu d'apports d'affluents : 500 m³/an par la Conche dans sa partie amont, 3 000 m³/an dans son tiers aval par l'Ardèche, où la capacité de charriage baisse à 10 000 m³/an environ. Le linéaire a donc fonctionné historiquement en érosion régressive, favorisé par les extractions à hauteur et en aval de Pont-Saint-Esprit, dont les fosses accumulent aujourd'hui le transit résiduel par charriage, tout en bloquant son transfert vers l'aval.

Flux de sédiments fins et sableux

Sur la période 2011-2016, le flux de MES moyen interannuel du Rhône à Beaucaire est de 6,0 Mt. Les apports de l'Isère sont estimés à 1,8 Mt/an en moyenne et ceux de la Durance à 2,04 Mt/an, ce qui donne sur le linéaire du Secteur V des flux de MES totaux qui croissent de 3,02 à 3,68 Mt/an.

Bilan des sites de gestion et de restauration intégrés dans les scénarios

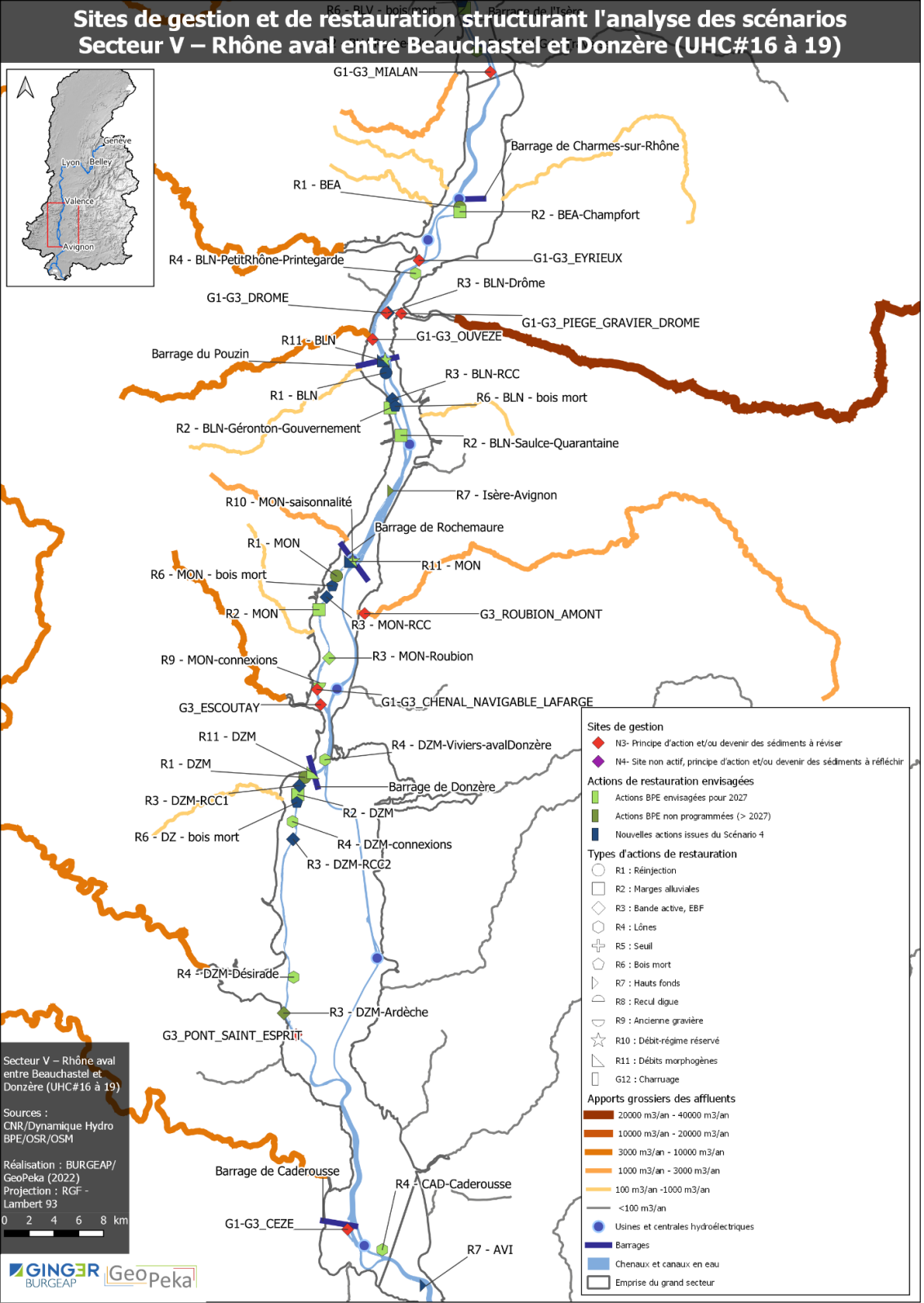
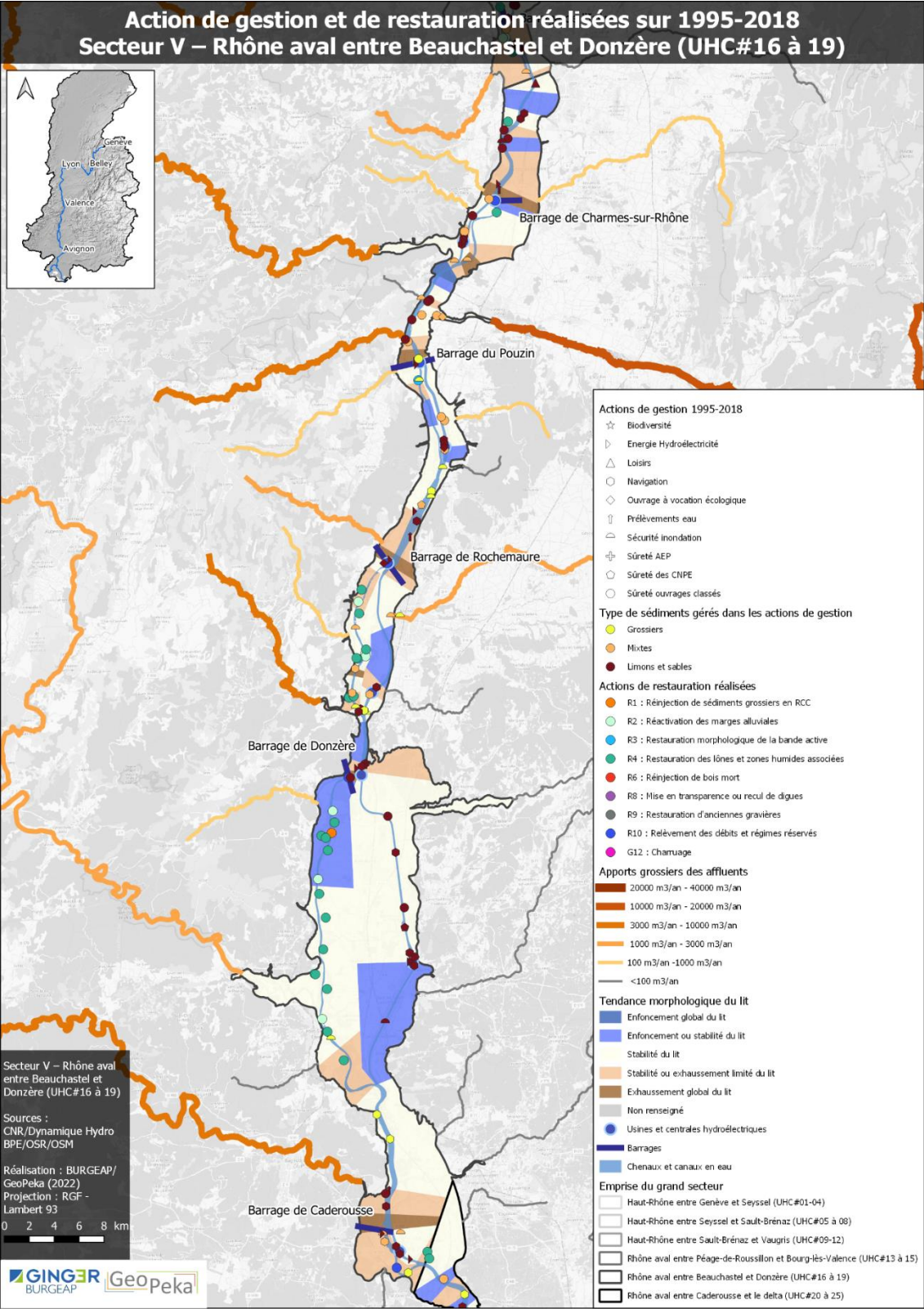


Figure 70 : Secteur V – Carte des sites de gestion et restauration structurant les scénarios

Figure 69 : Secteur V – Carte des tendances morphologiques et des actions menées jusqu'en 2018

Inventaire des zones déficitaires et intérêts écologiques

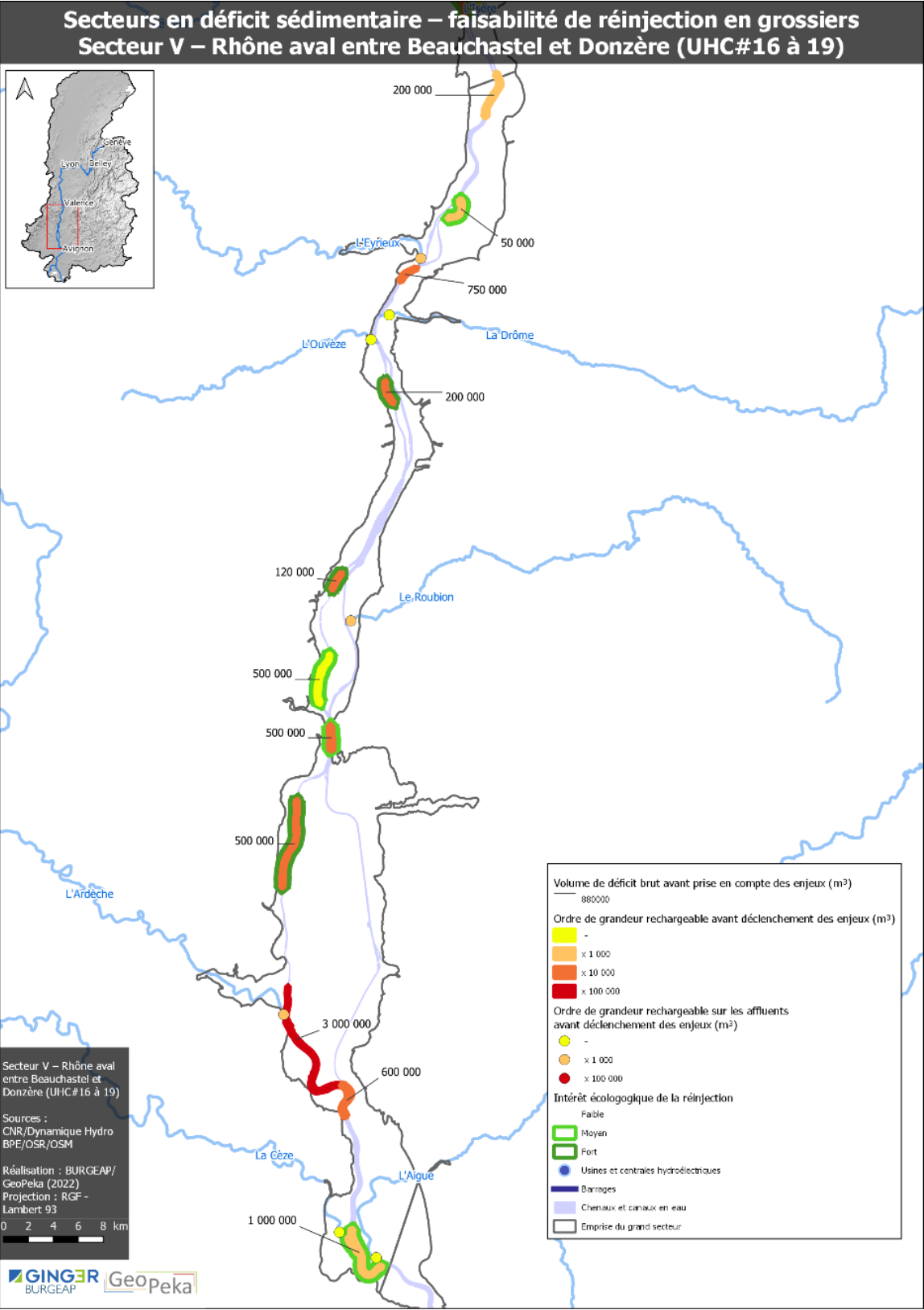


Figure 71 : Secteur V – Cartes des sites déficitaires et des possibilités de réinjection

Scénario 1 « actuel »

Ce Secteur V présente de nombreux sites N3 de gestion en matériaux grossiers : Eyrieux (5 000 m³/an) avec restitution dans la retenue du Pouzin ; Drôme (20 000 m³/an) qui a fait l'objet par le passé de restitution dans la retenue du Pouzin amont ou dans une ancienne gravière dans la vallée de la Drôme ; Ouvèze (1 200 à 4 000 m³/an) qui fait l'objet d'une restitution dans la retenue en amont du barrage du Pouzin ; Roubion (2 000 m³/an), qui fait l'objet d'une restitution dans une dépression du canal usinier ; chenal Lafarge et historiquement la confluence avec l'Escoutay (qui n'est plus draguée depuis 1999) avec restitution dans la retenue de Donzère. Enfin, le site de Pont-Saint-Esprit (6 000 m³/an à 10 000 m³/an) dont les matériaux ont historiquement été clapés dans les fosses en aval.

Les actions de restauration prévues pour 2027 portent sur des actions de restauration de marges alluviales qui sont en cours (R2-Géronton, R2-Saulce) ou planifiées (R2-Champfort, R2-Printegarde, R2-Montélimar, R2-Aval Viviers, R2-Donzère), ainsi que des actions de restauration de îlons (R4-Donzère-Désirade), cette dernière étant un projet d'ampleur qui s'apparente à une action de type R2. Des débits morphogènes (R11) sont envisagés sous le barrage de Donzère ; cependant, une telle action semble peu pertinente sans démantèlement de marges associées ou réinjection de sédiments grossiers. En effet, aucune action de réinjection sédimentaire (R1) n'est prévue dans les actions de court terme pour l'atteinte du BPE.

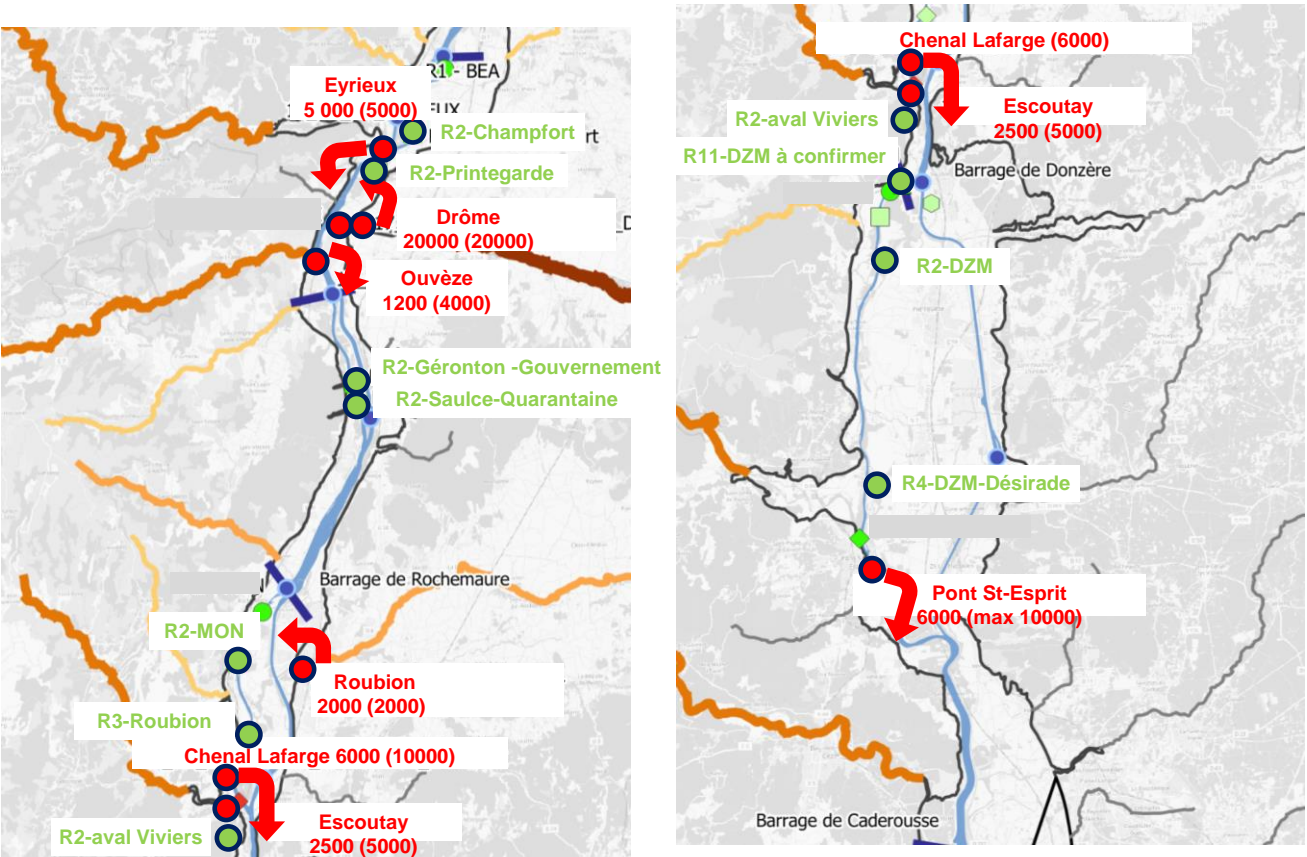


Figure 72 : Secteur V – Carte de synthèse du Scénario 1

► Analyse multicritère des scénarios

Tableau 42 : Secteur V – Analyse multicritère des scénarios

Indicateurs	Actuel	Scénario 1 Scénario actuel	Scénario 2 Continuité interventionniste et CTO	Scénario 3 Continuité gravitaire pour les sédiments grossiers	Scénario 4 Réhabilitation écologique	Stratégie proposée		
Principes d'actions		Poursuivre les pratiques actuelles de gestion et de restauration (dont actions BPE 2027)	Maximiser la continuité sédimentaire avec des dragages / transferts de sédiments à la mesure de la capacité des RCC, tout en renforçant les CTO (navigation, hydroélectricité) au-delà des contraintes actuelles (irrigation, AEP, loisirs)	Maximiser la continuité sédimentaire des matériaux grossiers grâce à la gestion gravitaire des sédiments dans les retenues et une optimisation de la gestion des ouvrages. Les CTO deviennent une variable d'ajustement	Réhabiliter les fonctionnalités et la résilience de l'hydrosystème afin de maximiser les gains écologiques et optimiser la gestion sédimentaire			
Fonctionnement hydrosédimentaire (bilan sédimentaire, processus)	-	0	++ La plupart des apports d'affluents sont gérés par réinjection dans les retenues, avec faibles intérêts hydrosédimentaires et écologiques, ou en gestion à terre avec revalorisation. Les ouvrages de la basse Isère font l'objet de chasses dont le protocole est en amélioration constante depuis les événements de 2008 et 2015	++ Les RCC de BLN, MON et DZM bénéficient d'apports par réinjection suite à des dragages, à la mesure de leur capacité de charriage et sans aggraver significativement les risques (cf. ce qui est dragué en RCC de MON et DZM) : environ 10 000 m3/an dans BLN, 6 000 m3/an dans MON et 10 000 m3/an dans DZM, soit 26 000 m3/an. Plusieurs solutions sont possibles, les transferts de proximité sont privilégiés, la Drôme peut voir ses apports partagés (10 000 m3/an dans BLN et autant dans DZM). Les apports de l'Eyrieux (5000 m3/an) sont réinjectés dans le RCC de BEA comme mesure BPE. Un site G9 est créé sur BLN, les sites Lafarge et Pont-St-Esprit deviennent des sites G9 avec transfert vers l'aval ou injection dans des fosses. Les matériaux qui ne peuvent être réinjectés sont gérés à terre ou éventuellement transférés vers le Palier d'Arles (secteur VI).	-	++ La continuité sédimentaire pour les sédiments grossiers n'est pas utile dans la retenue de BEA (apports grossiers négligeables), elle peut être améliorée pour les sables. Dans la retenue de BLN, la continuité serait possible pour les apports de la Drôme et de l'Ouvèze (24 000 m3/an) grâce à un fond à la pente de transport et peu de perte de charge à Q10. Cependant, la continuité dans la retenue de MON ne serait pas possible à cause du CNPE de Cruas. La continuité dans la retenue de DZM semble possible pour les 11000 m3/an d'apports, après comblement d'une fosse de 0,5 hm3, et grâce à une perte de charge limitée au barrage.	++ Actions du BPE complétées. Continuités sédimentaires : dans le RCC de BLN de 15 à 24000 m3/an en fonction des enjeux d'inondation (avec apports Drôme et Ouvèze + Q morphogènes) jusqu'au site G9 à draguer ; de 10 000 m3/an dans le RCC de MON (R11 pertinent si chenal navigable Lafarge abandonné). Faisabilité à étudier pour le transit par mise en transparence dans la retenue de DZM. Entre 15 à 30 000 m3/an dans le RCC de DZM, en fonction des enjeux d'inondation, matériaux provenant pour 15 000 m3/an du RCC de MON et 15 000 m3/an de la Drôme, avec autant à draguer à Pont-St-Esprit et réinjecter dans des fosses (100 à 200 ans de stock). Action R11 non nécessaires dans RCC de DZM (capacité actuelle = 30 000 m3/an). Dans les 3 RCC, actions R3 ambitieuses pour restaurer un EBF intégrant des bancs perchés et/ou d'anciennes gravières, et ralentir les flux vers l'aval. Restaurations complémentaires R6 dans les RCC, et R7 dans retenue de MON et BEA pour favoriser le transit des sables.	++ La continuité sédimentaire est ajustée en fonction des apports, des RCC déficitaires et de leur capacité de charriage. Les sédiments grossiers de l'Eyrieux sont réinjectés dans le RCC de BEA, ceux de l'Ouvère (1200 à 4000) et de la Drôme (pour moitié : 10 000) dans le RCC de BLN (l'autre moitié dans le RCC de DZM : 10 000). En aval du RCC de BLN, un site G9 gère les apports (15000 max) et les transfère dans le RCC de MON avec ceux du Roubion (2000). Le chenal Lafarge réceptionne les apports (10 000) qui sont transférés dans un premier temps dans l'amont du RCC de MON, puis, quand le site G9 de BLN fonctionne, dans le RCC de DZM, avec ceux de la Drôme et de l'Ecoutay. Dans le RCC de DZM, les flux sont restaurés à 21 000 m3/an si les enjeux inondations sont compatibles. En aval, le site G9 de Pont Saint Esprit réceptionne ces apports et les réinjecte dans les fosses aval (ou en transfère une partie vers le RCC de Vallabrègues ou le Palier d'Arles). Des débits morphogènes sont à envisager dans un second temps si les capacités de charriage actuelles sont jugées insuffisantes (a priori action BPE non nécessaire pour DZM). Les confluences et RCC sont renaturés (R2-R3-R4) pour mieux gérer les sites de dragage, ralentir les flux vers l'aval et maximiser les gains écologiques.
A/ Biologie (habitats, espèces)	-	0	++ Masses d'eau en état actuel moyen Le BPE est atteint en 2027 pour 2 masses d'eau sur 5	++ Les RCC de BLN, MON et DZM bénéficient de gains écologiques importants liés à la restauration d'un flux de charriage. L'objectif BPE de 2027 est dépassé	++ Les RCC de BLN et DZM bénéficient des apports sédimentaires amont. Pour les RCC de BEA et MON, sans mise en transparence, ce sont les actions de réinjection R1 du BPE qui apportent des bénéfices écologiques. Le BPE est atteint en 2027 pour 2 masses d'eau sur 5	++ Maximisation des gains écologiques (habitats, granulométrie, frayères, faciès, etc.), a fortiori au maximum des flux sédimentaires. Les confluences de l'Ardèche (P5R) et de la Drôme (PNA Apron) sont renaturées, ce qui ne supprime pas la nécessité de draguer pour la Drôme. Le BPE est atteint pour les 5 masses d'eau, et peut être dépassé pour BLN, MON et DZM.	++ Maximisation des gains écologiques (habitats, granulométrie, frayères, faciès, etc.), a fortiori au maximum des flux sédimentaires et des ambitions de renaturation (R3 pour RCC et confluences). Les confluences de l'Ardèche (P5R) et de la Drôme (PNA Apron) sont renaturées, ce qui ne supprime pas la nécessité de draguer pour la Drôme. A terme, le BPE est dépassé sur toutes les masses d'eau. Le BPE est atteint pour les 5 masses d'eau, et peut être dépassé pour BLN, MON et DZM.	
B/ Sûreté - sécurité	0	0	0 Exigences de sûreté des ouvrages assurées par les gestionnaires	0 Absence d'impact sur la sûreté des ouvrages et la sécurité en zone inondable dans la meurs où les réinjections sont adaptées aux risques	-- Les risques d'inondation sont majorés dans le RCC de BLN (apports supérieurs à la capacité de charriage), dans une moindre mesure dans le RCC de DZM, et potentiellement dans les retenues de BLN et DZM. La sûreté des ouvrages pourrait être impactée par le marnage dans les retenues.	- Possibilité d'aggravation des risques d'inondation dans les RCC, notamment BLN et DZM. Réinjections à augmenter progressivement en volumes et en fonction de ces risques. Absence d'enjeu pour la sûreté	0 Aggravation des risques dans les RCC adaptée à ce qui peut être acceptable (enjeux faibles). Absence d'enjeu pour la sûreté (hydraulique, CNPE, AEP)	
C/ Usages socio-économiques (CTO)	0	0	0 Usages socio-économiques préservés	0 Usages socio-économiques (navigation, hydroélectricité, irrigation) sont préservés	-- La navigation est pénalisée par au minimum 1 mois de coupure de la navigabilité. L'hydroélectricité est pénalisée par au minimum 1 mois d'absence de production sur BLN et DZM (soit 267 GWh), avec des répercussions en aval. L'aménagement d'un déflecteur à l'entrée du garage d'écluse amont de BLV permet de limiter la sédimentation et les dragages. Le paysage fluvial est modifié pendant quelques jours dans les retenues de BLN et DZM.	- Navigation et hydroélectricité pénalisés quelques jours par an supplémentaires pour les débits morphogènes. Navigation vers Lafarge abandonnée si débits morphogènes au barrage de Rochemaure. Pas d'impact dans les queues de retenue a priori (sites G9, transport vers RCC aval ou fosses)	0 Le chenal Lafarge doit faire l'objet d'un dragage plafonné à 10 000 m3/an. Usages socio-économiques (navigation, hydroélectricité, irrigation) sont globalement épargnés par les impacts des débits morphogènes qui ne sont pas nécessaires dans un premier temps (opportunité à analyser dans un second temps)	
Faisabilité technique	-	0	- A ce stade, plusieurs questionnements sur le devenir des sédiments grossiers (Drôme, Ouvèze, Roubion, Lafarge, Cèze) en terme de faisabilité de réinjection et de coûts de transport.	- La principale difficulté porte sur le transport de sédiments vers les lieux de réinjection et la coordination entre les dragages des lieux d'apports et les besoins en réinjection (près de 50 000 m3/an). A long terme le site G9 de BLN impose 10 000 m³/an à gérer en complément, soit vers le RCC de MON s'il peut accepter plus que 6-8000 m3/an, soit vers le RCC de DZM s'il peut accepter plus que 10 000 m3/an.	- Absence de faisabilité pour les retenues de BEA (sables uniquement) et MON (présence du CNPE). La faisabilité technique d'ouverture des barrages de façon prolongée et de résistance au transport solide est à vérifier. Les barrages de BLN et DZM présentent des pertes de charges modérées qui permettent en théorie de générer la pente motrice. Les dragages aux confluences ne pourront être évités sur le faible temps d'ouverture des barrages. Les impacts sur les usages sont rédhibitoires (hydroélectricité, navigation)	0 Projets ambitieux avec faisabilité complexe (enjeux PPR, navigation, hydroélectricité), à mettre en œuvre par étapes, non rédhibitoires. Une option du scénario nécessite l'abandon du chenal navigable Lafarge	- Projets ambitieux avec faisabilité complexe (enjeux PPR, navigation, hydroélectricité), à mettre en œuvre par étapes, non rédhibitoires. La principale difficulté porte sur le transport de sédiments vers les lieux de réinjection et la coordination entre les dragages des lieux d'apports et les besoins en réinjection (près de 50 000 m3/an). A long terme le site G9 de BLN impose 10 000 m³/an à gérer en complément. La faisabilité d'une transparence de la retenue de DZM combinée avec un abandon du chenal navigable Lafarge mérite d'être étudiée.	
Coût investissement (M€)			37,8 M€	38,3 M€	36,3 M€	69,1 M€	69,1 M€	
Coût fonctionnement (M€/an)	0	0	1,8 M€/an	3,3 M€/an	2,2 M€/an	4,2 M€/an	3,7 M€/an	
Coût impact (M€/an)			0 M€/an	0,00 M€	82 M€/an	1,9 M€/an	0,00 M€	
Empreinte climat sites N3-N4 (tCO2e)	-	0	50 tCO2e/an	-- 250 tCO2e/an	-- 130 000 tCO2e (hydroélectricité remplacée par gaz)	-- 250 tCO2e/an	-- 200 tCO2e/an	
Bilan (note sur 3 enjeux A, B et C)	-1	0	Scénario de base	+2 Scénario ambitieux du fait de la quantité des matériaux grossiers à gérer et à réinjecter (50 000 m3/an), qui apporte néanmoins une très forte plus value sur l'écologie tout en restant maîtrisé sur les	-2 Scénario très impactant pour les usages socio-économiques, la sûreté et le climat, tout en étant cependant plutôt favorable pour le fonctionnement hydromorphologique et la biologie.	0 Scénario très intéressant par définition pour les milieux naturels, maîtrisable pour les enjeux inondation, impactant pour les usages navigation/hydroélectricité du fait des débits	+2 Scénario très intéressant pour les milieux naturels, maîtrisable pour les enjeux inondation, non impactant pour les usages navigation/hydroélectricité du fait du renoncement aux débits	

Description de la stratégie envisagée

Le Secteur V est un autre secteur largement en excédent (+45 000 m³/an) avec des secteurs déficitaires parfois éloignés des secteurs excédentaires. Les enjeux écologiques sont nombreux et concernent les Vieux Rhône de Baix-Le-Logis-Neuf, Montélimar, Donzère et leurs milieux associés.

La stratégie proposée s’inspire des Scénarios 2 et 4, et dans une certaine mesure du Scénario 3 pour la retenue de Donzère, et cherche à optimiser la gestion des stocks sédimentaires grossiers. Certaines actions jugées peu réalistes en Scénario 4 (débits morphogènes sur Baix-Le-Logis-Neuf et Donzère) sont écartées. Toutefois, ce sont les analyses de faisabilité qui permettront de réellement définir les ambitions à long terme, les priorités de mise en œuvre et, in fine, la trajectoire qui doit être donnée au Rhône dans ce secteur.

La stratégie proposée est déclinée d’amont en aval.

Dans la retenue de **Beauchastel**, il n’y a pas de gestion d’alluvions grossières à engager particulièrement, a fortiori si les apports du Mialan sont réinjectés dans le RCC amont de Bourg-lès-Valence (cf. Secteur IV). L’enjeu pour cette retenue est le transit des sables apportés par l’Isère, en particulier par les chasses de la basse Isère, et qui ont conduit récemment à opérer des dragages sur les marges de la retenue qui ont tendance à sédimenter. Dans la durée, la mise en place de chasses pour les sables serait à comparer avec la réalisation de dragages. Des actions de restauration de hauts fonds (R7 ; non mentionnées sur les cartes) pourraient utilement donner de la valeur écologique à la retenue et favoriser le transit des sables, notamment en rive droite en amont du barrage de Charmes (présence de hauts fonds en développement).

Le **RCC de Beauchastel**, qui est courant et en léger déficit sur sa partie amont, peut recevoir les apports de l’Eyrieux (5 000 m³/an ; 10 km de distance) qui correspondent à sa capacité de charriage (3 à 5 000 m³/an). Cette action peut se combiner favorablement avec la réactivation des marges sur le site de Champfort. Les matériaux pourraient être amenés par barge via le canal usinier, avec clapage devant le barrage de Charmes (si une étude de faisabilité confirme cette possibilité). Les alternatives à étudier si besoin sont la poursuite du clapage dans la retenue du Pouzin ou un transfert dans le RCC de Baix-Le-Logis-Neuf.

Dans la **retenue du Pouzin**, deux affluents viennent confluer : pour l’Ouvèze ardéchoise, les pratiques actuelles de clapage des matériaux en amont du barrage du Pouzin sont à conserver et à améliorer en procédant à un clapage plus proche du barrage, permettant le passage des alluvions lors des ouvertures de barrage. Une alternative probablement plus coûteuse consisterait à réinjecter les matériaux par voie terrestre dans le RCC de Baix-Le-Logis-Neuf. Pour la Drôme, les apports conséquents (20 000 m³/an) ne peuvent être réinjectés dans un même lieu ; il est proposé d’étudier plusieurs solutions de destination (RCC de Baix-Le-Logis-Neuf, RCC de Montélimar, RCC de Donzère, gestion à terre) et retenir a priori 10 000 m³/an dans le RCC de Baix-Le-Logis-Neuf (6 km) et 10 000 m³/an dans le RCC de Donzère (45 km). Pour ces transferts, la voie fluviale et le clapage devant le barrage de retenue sont des options à privilégier s’il n’existe pas de contre-indication. En parallèle, la confluence de la Drôme fait l’objet d’une restauration écologique dont les objectifs, au-delà des habitats pour l’apron, doivent être précisés ; en effet, une renaturation basée sur un recul des digues ou un effacement du seuil de la confluence modifierait les conditions de sédimentation sans enlever la nécessité de draguer les apports grossiers qui s’accumuleraient dans l’espace intra-digues.

Le **RCC de Baix-Le-Logis-Neuf**, dont la capacité de charriage peut s’élever à 15 000 m³/an, peut recevoir des matériaux par réinjection provenant de la Drôme (R1 ; 10 000 m³/an) auxquels s’ajoutent les apports dragués ou directs de l’Ouvèze (G4 ; 4 000 m³/an). Compte tenu de ces capacités de charriage, il ne semble pas nécessaire de procéder à des débits morphogènes comme envisagé en Scénario 4. Dans le linéaire du RCC, des travaux sont en cours pour la restauration des marges alluviales (R2) et des îlones sur les secteurs de Géronton, Gouvernement, Saulce et Quarantaine ; ces travaux vont procéder à des réinjections en matériaux grossiers dont le comportement permettra de mieux déterminer les réinjections futures, notamment pour les matériaux de la Drôme. Afin de ralentir les flux sédimentaires vers l’aval, une action de restauration ambitieuse du RCC de Baix-Le-Logis-Neuf pourrait être réalisée en regagnant un espace de bon fonctionnement sur la rive gauche (R3 ; côté gravières) ; ces travaux permettraient également de fournir le RCC en matériaux grossiers. Dans la partie aval du RCC de Baix-Le-Logis-Neuf, des accumulations de sédiments grossiers devraient se produire au bout de quelques décennies, à hauteur de 10 000 m³/an, et un site G9 de gestion des excédents serait à mettre en place, si possible via un élargissement en rive favorisant les dépôts.

Dans la **retenue de Montélimar**, les sédiments grossiers ne sont effectivement pas bienvenus (fort enjeu sédimentaire, pris d’eau CNPE). Toutefois, une partie des volumes pourrait être utilisée pour créer des hauts fonds et favoriser le transit des fines et sables en aval, sans toutefois menacer la tranche utile qui est utilisée pour ce réservoir dans la production hydroélectrique.

Le **RCC de Montélimar**, dont la capacité de charriage est de 10 000 m³/an dans sa partie amont, recevrait dans un premier temps les apports par réinjection des matériaux du Roubion (ou de la Drôme), et à plus long terme les matériaux dragués sur le site G9 du RCC de Baix-Le-Logis-Neuf (10 000 m³/an). Le RCC de Montélimar, qui

possède plusieurs bancs perchés, peut également faire l’objet d’une action R3 ambitieuse consistant à remodeler le lit, à donner plus de connectivité aux marges et à fournir le RCC en matériaux grossiers pour diversifier les habitats aquatiques et humides. En complément, le RCC de Montélimar fait l’objet d’actions classiques pour restaurer des marges (R2) et la confluence du Roubion (R3).

Dans la partie aval du RCC, le site de dragage du chenal Lafarge devient un site G9 pour gérer les excédents qui viendraient menacer le chenal navigable, voire les enjeux d’inondation. Malgré les réinjections en amont, il est probable que les flux apportés sur ce site ne soient pas beaucoup plus importants que dans l’état actuel, les valeurs de dragage de 6 à 10 000 m³/an étant proche de la capacité de charriage estimée pour le RCC (10 000 m³/an). Comme dans l’état actuel, la confluence de l’Escoutay, tant qu’elle ne déclenche pas d’enjeux d’inondation, n’est plus draguée ; les alluvions apportées par l’affluent sont transitées dans le Vieux Rhône en aval et peuvent déclencher des dragages du chenal navigable.

Pour la **retenue de Donzère**, qui est une des plus courtes du fleuve et potentiellement l’une des plus transparentes, l’objectif est d’analyser jusqu’où il serait possible d’obtenir une continuité sédimentaire dans la retenue (R6). Le Scénario 3 indique en effet que la retenue pourrait faire transiter 11 000 m³/an en 6 jours de transport solide actif (soit environ 2 semaines d’ouverture a priori), avec un rôle de la fosse d’extraction à la restitution qui pourrait être continu et qui mérite d’être précisé. Si la retenue pouvait s’avérer transparente, alors les flux de l’Escoutay et du chenal Lafarge pourrait rejoindre gravitairement le RCC de Donzère, et les matériaux apportés de la confluence avec la Drôme pourraient être clapés devant le barrage de Donzère. En parallèle, une réactivation des marges alluviales (R2) est prévue pour le BPE en aval de Viviers ; on veillera à ce que cette restauration ne réduise pas la capacité de charriage dans la retenue par rapport à l’objectif de transparence précédent.

Avec les **actions précédentes, le RCC de Donzère** pourrait bénéficier de 21 000 m³/an d’apports par réinjection (R1) : 10 000 m³/an issus de la Drôme, 5 000 m³/an de l’Escoutay et a minima 6 000 m³/an du chenal navigable Lafarge. Si la continuité gravitaire dans la retenue n’est pas possible, ces matériaux pourront être clapés devant le barrage de Donzère ou réinjectés par des voies terrestres sous le barrage.

Afin de maximiser les gains écologiques et de ralentir les flux vers l’aval, le RCC de Donzère, surtout dans sa partie amont la plus incisée, devrait faire l’objet d’une action R3 de restauration de la bande active, qui serait complémentaire aux actions de restauration de îlone réalisées ces dernières années. Le fait d’initier des débits morphogènes (R11) ne semble pas une priorité si la capacité de charriage est confirmée à environ 30 000 m³/an. C’est le comportement des matériaux réinjectés (suivi RFID, hydrophone, géophone) qui permettra de déterminer l’intérêt de réaliser des débits morphogènes (R11), et ce sont les réponses en termes de formes alluviales et d’habitats aquatiques qui permettront de déterminer l’intérêt de réviser les débits réservés à l’avenir.

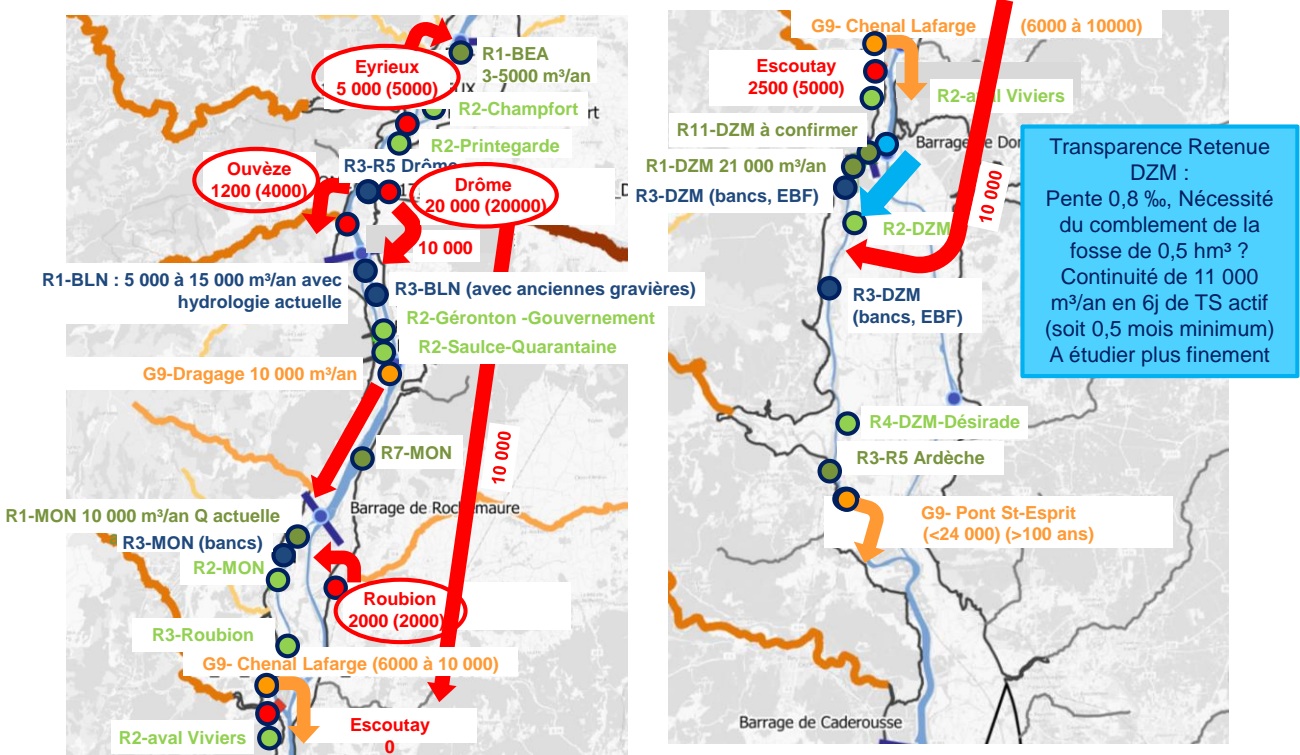


Figure 73 : Secteur V – Carte de synthèse de la stratégie proposée

La restauration de la lône de la Désirade (R4) en amont de la confluence avec l’Ardèche est de nature à diversifier les habitats et ralentir les flux de charriage comme une action R3, avec toutefois le risque que cette annexe subisse une sédimentation par des éléments grossiers. Les possibilités de mobilité latérale devront être restaurées de façon à éviter d’obtenir un lit et des annexes figées.

La restauration de la confluence avec l’Ardèche (R3) est également de nature à temporiser les flux sédimentaires, à la fois pour ceux du Vieux Rhône restauré, ainsi que pour ceux de l’Ardèche qui alimentent le Rhône de façon épisodique lors des crues. L’espace de confluence entre l’Ardèche et le Vieux Rhône se prête bien à une restauration de l’espace de bon fonctionnement, et devrait permettre, en élargissant et rehaussant le fond du lit, de se passer du seuil à la confluence.

En partie aval du RCC de Donzère, le site de Pont-Saint-Esprit, qui est situé sur une rupture de pente avant les fosses d’extraction aval et qui présente une surlargeur du lit, a vocation à voir sédimenter les flux grossiers restaurés dans le RCC de Donzère. Des dragages seront nécessaires et des cotes d’alerte pour maintenir une cote du lit permettant de ne pas aggraver les risques d’inondation dans les zones à enjeu fort. Compte tenu des apports amont, les matériaux à draguer devraient être au maximum de 24 000 m³/an (21 000 m³/an réinjectés en amont + 3 000 m³/an apportés par l’Ardèche). Cependant, les restaurations de type R3 et R4 menées sur le linéaire amont vont favoriser les dépôts et un stockage partiel des apports amont ; par ailleurs, des estimations de temps de transit (cf. Mission 8) montrent qu’il faudra attendre probablement plusieurs décennies avant que les cailloux réinjectés sous le barrage de Donzère n’atteignent le site de Pont-Saint-Esprit. Aussi, les volumes à draguer, qui sont actuellement de 6 000 m³/an (max 10 000 m³/an) en moyenne devraient augmenter progressivement.

Les devenir des matériaux dragués à Pont-Saint-Esprit sera à préciser en fonction des répartitions de stocks grossiers à l’échelle de l’UHC#19-DZM. En effet, si les réinjections amont ne peuvent être maintenues au rythme d’environ 21 000 m³/an, alors il sera pertinent de remonter les sédiments sous le barrage de Donzère pour reconstituer les flux. Dans le cas contraire, les matériaux pourront être réinjectés dans les anciennes fosses d’extraction aval où la capacité de réinjection (3 hm³) permettrait de voir venir pendant plus de 100 ans au rythme majoré de 24 000 m³/an. Le fait de transférer les sédiments plus en aval dans le Secteur VI n’est pas précisé ici, mais au vu de la stratégie de ce secteur, seuls le RCC de Vallabrègues (52 km) ou le Palier d’Arles présenteraient un intérêt. Il serait toutefois possible d’envisager des réinjections dans des bassin versants affluents déficitaires.

Tableau 43 : Secteur V – Stratégie proposée – Description des actions

Secteur	UHC	Massé d'eau	Actions clés	ID	Stratégie proposée - description de l'action de gestion	Stratégie proposée - Devenir des sédiments grossiers	Catégorie
V	16	FRDR2007	G1-G3	G1-G3_EYRIEUX	Dragage sédiments mixtes 5 000 m³/an (max 5 000 m³/an)	- Retenue BLN : amont - RCC BLN - R BEA	Gestion N3
V	17	FRDR2007	G1-G3	G1-G3_PIEGE_GRAVIER_DROME	Dragage sédiments mixtes 20 000 m³/an (max 20 000 m³/an)	- Retenue BLN : amont - RCC BLN - RCC MON amont - RCC DZM amont	Gestion N3
V	17	FRDR2007	G1-G3	G1-G3_DROME	Dragage sédiments mixtes	- Retenue BLN : amont	Gestion N3
V	17	FRDR2007	G1-G3	G1-G3_OUVEZE	Dragage sédiments mixtes 1 200 m³/an (max 4 000 m³/an)	- RCC BLN ?	Gestion N3
V	18	FRDR2007	G3	G3_ROUBION_AMONT	Dragage sédiments grossiers 2 000 m³/an (max 2 000 m³/an)	- RCC MON amont - RCC MON aval - RCC DZM amont	Gestion N3
V	18	FRDR2007D	G1-G3	G1-G3_CHENAL_NAVIGABLE_LAFARGE	Dragage sédiments mixtes 6 000 m³/an (max 10 000 m³/an)	- RCC MON amont - RCC MON aval - RCC DZM amont	Gestion N3
V	18	FRDR2007D	G3	G3_ESCOUTAY	Dragage sédiments grossiers 2 500 m³/an (max 5 000 m³/an)	- Retenue du barrage de Donzère ?	Gestion N3
V	19	FRDR2007E	G3	G3_PONT_SAINTESPRIT	Dragage sédiments grossiers 6 000 m³/an (max 10 000 m³/an)	- Retenue du barrage de Caderousse - RCC DZM aval - plus en aval ??	Gestion N3
Secteur	UHC	Massé d'eau	Actions-clés	ID	Stratégie proposée - description de l'action de restauration	Stratégie proposée - Devenir des sédiments grossiers	Catégorie
V	15-21	FRDR2007	R4	R4 - BLN-PetitRhône-Printegarde	Restauration de la lône du Petit Rhône et de la Printegarde, de Blard, de Soyas et de l'Ove	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
V	15-21	FRDR2007	R4	R4 - DZM-Viviers-avalDonzère	Restauration des lônes en rive droite en aval de Viviers et en rive gauche en aval de Donzère	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
V	15-21	FRDR2007	R7	R7 - Isère-Avignon	Gestion adaptée des atterrissements pour laisser les hauts fonds se développer	A partir de matériaux issus de dragages	BPE post-2027
V	15-21	FRDR2007	R3	R3 - BLN-Drôme	Restauration ambitieuse de la confluence de la Drôme	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE Sc4
V	15-21	FRDR2007	R7	R7 - AVI	Restaurer des hauts fonds	A partir de matériaux issus de dragages	BPE Sc4
V	16	FRDR2007b	R2	R2 - BEA-Chamfort	Suppression des casiers Girardon à l'aval	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
V	16	FRDR2007b	R1	R1 - BEA	Recharge sédimentaire sur la partie amont de la masse d'eau	A partir des matériaux dragués à ...	BPE post-2027
V	17	FRDR2007c	R10	R10 - BLN-saisonnalité	Intégrer une saisonnalité des débits réservés	-	BPE 2027
V	17	FRDR2007c	R2	R2 - BLN-Géranton-Gouvernement	Restauration des lônes de Géranton et du Gouvernement	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
V	17	FRDR2007c	R2	R2 - BLN-Saulce-Quarantaine	Suppression des Casiers Girardon de Logis Neuf, de Teissonne, de Saulce et de la Quarantaine pour restaurer la dynamique hydrosédimentaire	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
V	17	FRDR2007c	R11	R11 - BLN	Augmentation de la fréquence des débits morphogènes	-	BPE Sc4
V	17	FRDR2007c	R1	R1 - BLN	Recharge sédimentaire à l'aval du barrage	A partir des matériaux dragués à ...	BPE Sc4
V	17	FRDR2007c	R3	R3 - BLN-RCC	Restauration ambitieuse du RCC de Baix Logis Neuf (intégration des gravières de rive gauche)	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE Sc4
V	17	FRDR2007c	R6	R6 - BLN - bois mort	Réinjection de bois morts	-	BPE Sc4
V	18	FRDR2007d	R2	R2 - MON	Suppression des épis et ouvrages Girardon de façon plus significative que dans les projets en cours	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
V	18	FRDR2007d	R9	R9 - MON-connexions	Mise en connexion des gravières	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
V	18	FRDR2007d	R3	R3 - MON-Roubion	Aménagement de la confluence du Roubion et remise en eau du Roubion aval	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE 2027
V	18	FRDR2007d	R1	R1 - MON	Effectuer des recharges sédimentaires par déversement de graviers à l'aval du barrage	A partir des matériaux dragués à ...	BPE post-2027
V	18	FRDR2007d	R10	R10 - MON-saisonnalité	Créer une saisonnalité du débit et augmentation au-delà du 1/20	-	BPE 2027
V	18	FRDR2007d	R11	R11 - MON	Augmentation de la fréquence des débits morphogènes	-	BPE Sc4
V	18	FRDR2007d	R3	R3 - MON-RCC	Restauration ambitieuse du RCC de Montélimar (intégration des bancs perchés)	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE Sc4
V	18	FRDR2007d	R6	R6 - MON - bois mort	Réinjection de bois morts	-	BPE Sc4
V	19	FRDR2007e	R4	R4 - DZM-Désirade	Restauration de lônes	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
V	19	FRDR2007e	R2	R2 - DZM	Suppression d'épis et ouvrages Girardon	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
V	19	FRDR2007e	R4	R4 - DZM-connexions	Diversifier les fréquences de connexions amont des lônes	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
V	19	FRDR2007e	R3	R3 - DZM-Ardèche	Restauration / aménagement confluence avec l'Ardèche pour retrouver un fonctionnement plus naturel de la confluence	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE post-2027
V	19	FRDR2007e	R1	R1 - DZM	Effectuer des recharges sédimentaires par déversement de graviers à l'aval du barrage	A partir des matériaux dragués à ...	BPE post-2027
V	19	FRDR2007e	R11	R11 - DZM	Augmentation de la fréquence des débits morphogènes	-	BPE 2027
V	19	FRDR2007e	R3	R3 - DZM-RCC1	Restauration ambitieuse du RCC de Donzère (secteur1)	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE Sc4
V	19	FRDR2007e	R3	R3 - DZM-RCC2	Restauration ambitieuse du RCC de Donzère (secteur2)	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE Sc4
V	19	FRDR2007e	R6	R6 - DZ - bois mort	Réinjection de bois morts	-	BPE Sc4

Tableau 44 : Secteur V – Synthèse de la stratégie proposée et des actions correspondantes

Type d'action	Description
Actions écartées	<ul style="list-style-type: none">• Transparence pour les sédiments grossiers des retenues de Beauchastel, Baix-Le-Logis-Neuf, Montélimar. Interrogation pour la retenue de Donzère-Mondragon.• Restitution de sédiments grossiers en retenue s'il existe un meilleur gain écologique dans un RCC proche (Eyrieux, Drôme, Roubion). Les matériaux de l'Ouvèze restent réinjectés dans la retenue du Pouzin, sous réserve de confirmation de la transparence de l'ouvrage (cf. §. plus bas)
Actions retenues	<ul style="list-style-type: none">• Absence de modification significative des dragages de sédiments fins (G1-G2) (cf. fiches actions pour recommandations)• Poursuite des chasses de la Basse Isère selon le protocole initié en 2018 entre EDF et CNR, basé notamment sur une augmentation de la fréquence des chasses• Réinjection de bois mort (R6) dans les RCC de Baix-Le-Logis-Neuf, Montélimar, Donzère
Faisabilités à étudier	<ul style="list-style-type: none">• Réinjection des matériaux de l'Eyrieux dans le RCC de Beauchastel• Analyse comparative de dragages (G1) et de chasses (G6) sur la retenue de Beauchastel pour faire transiter les matériaux sableux• Réinjection des matériaux de la Drôme pour partie dans le RCC de Baix-Le-Logis-Neuf (10 000 m³/an) et pour partie dans le RCC de Donzère (10 000 m³/an)• Restauration de la confluence de la Drôme pour l'apron, avec des objectifs de restauration des habitats et de la continuité, ainsi que des modalités pour poursuivre les dragages des matériaux grossiers qui ne pourront atteindre la retenue quel que soit l'aménagement• Projet global de restauration R3 du RCC de Baix-Le-Logis-Neuf complémentaire aux restaurations de marges (R2) et lônes (R4) déjà engagées, en travaillant sur la rive gauche et en incluant d'anciennes gravières dans l'espace de bon fonctionnement du fleuve. Les flux sédimentaires seraient de 5 à 15 000 m³/an, avec l'hydrologie actuelle (pas de débits morphogènes), et seraient réceptionnés en aval du RCC sur un site G9 non existant, à aménager en surlargeur• Projet global de restauration R3 du RCC de Montélimar complémentaire aux actions prévues de restauration des marges (R2) et de la confluence du Roubion (R3), et basé sur la restauration d'un flux de charriage grossier de 10 000 m³/an (dont 2 000 m³/an provenant du Roubion, avec des déblais réinjectés par l'action R3. Anticipation des volumes à draguer sur le site G9 chenal Lafarge (cotes objectifs)• Analyse détaillée coûts / bénéfices de la transparence du barrage de Donzère en crue et en cas d'ouverture du barrage afin de déterminer 1) les possibilités de faire transiter gravitairement les sédiments grossiers issus du RCC de Montélimar et 2) les possibilités de remobilisation de matériaux clapés dans la retenue, provenant de la Drôme par exemple. Les impacts sur le CNPE de Tricastin devront être analysés. En cas d'insuffisance de transparence pour les 2 situations ou d'impacts trop importants sur les usages et la sûreté, les matériaux devront être réinjectés par des accès terrestres.• Projet global de restauration R3 du RCC de Donzère complémentaire aux actions prévues de restauration des marges (R2), des lônes (R4) et de la confluence avec l’Ardèche (R3), et basé sur la restauration d'un flux de charriage de 21 000 m³/an (+ 3 000 m³/an de l'Ardèche). Anticipation des volumes à gérer sur le site G9 de Pont-Saint-Esprit (cotes objectifs) et du devenir de ces matériaux (fosses RCC aval ou autre destination ?)• En fonction des volumes de réinjection (R1) qui pourraient être pérennisés, analyse de la faisabilité de débits morphogènes (R11) dans le RCC de Donzère, ainsi que, en fonction des formes alluviales restaurées et d'une caractérisation des habitats aquatiques, d'une augmentation des débits réservés.• En lien avec les 5 actions précédentes, définition d'une répartition optimale dans le temps et dans l'espace des flux grossiers de l'Eyrieux, de la Drôme, de l'Ouvèze, du Roubion, de l'Escoutay et du chenal Lafarge• Création de zones de hauts fonds (R7) dans les retenues de Beauchastel, Montélimar à partir d'une partie des volumes d'affluents qui ne seraient pas réinjectés• Modalités de transfert (route, voie d'eau) des sédiments dragués sur les différents sites, et de réinjection (clapage devant barrage, réinjection terrestre), notamment pour les retenues du Pouzin et de Donzère
Suivis à poursuivre / à engager	<ul style="list-style-type: none">• Flux de charriage dans les RCC restaurés (Baix-Le-Logis-Neuf, Montélimar, Donzère) (hydrophone, géophone, RFID / suivi bathymétriques)• Analyse de la transparence des matériaux clapés de l'Ouvèze ardéchoise à travers le barrage du Pouzin (RFID)

Bilan des coûts des scénarios

Tableau 45 : Secteur V – Coûts des actions de gestion et de restauration

Action	N°	Unité	Scénario 1 : Scénario actuel	Scénario 2 : Continuité interventionniste et CTO	Scénario 3 : Continuité gravitaire	Scénario 4 : Réhabilitation écologique	Stratégie proposée
Dragage de sédiments fins et grossiers	G1-G2-G3-G4	Euro/an	1 670 000 €	1 490 000 €	1 090 000 €	1 490 000 €	1 490 000 €
dont sites N1-N2		Euro/an	1 150 000 €	1 150 000 €	580 000 €	1 150 000 €	1 150 000 €
dont sites N3-N4		Euro/an	520 000 €	340 000 €	510 000 €	340 000 €	340 000 €
Chasse de retenue	G5	Euro/an			- €		- €
Mise en transparence de barrage	G6	Euro/an			1 000 000 €		- €
Optimisation de la gestion des ouvrages pour réduire la sédimentation	G7	Euro/an			- €		- €
Optimisation des infrastructures pour réduire la sédimentation	G8	Euro			- €		- €
Zone de gestion sédimentaire en aval d'un RCC restauré	G9	Euro		500 000 €		500 000 €	500 000 €
Zone de gestion sédimentaire en aval d'un RCC restauré	G9	Euro/an		400 000 €		960 000 €	960 000 €
Réduction ou déplacement du chenal navigable	G10	Euro			- €		- €
redimensionnement des systèmes d'endiguement en fonction du retour des sédiments	G11	Euro			- €	- €	- €
Charruage-essartage	G12-G13	Euro/an	60 000 €	60 000 €		60 000 €	60 000 €
Réinjection de sédiments grossiers en RCC	R1	Euro/an	- €	1 280 000 €	60 000 €	1 280 000 €	1 160 000 €
issu des actions du BPE		Euro/an	- €	- €	- €	1 280 000 €	1 160 000 €
complément issu des sites N3		Euro/an	- €	1 280 000 €	60 000 €	- €	- €
Réactivation des marges alluviales	R2	Euro	18 900 000 €	18 900 000 €	18 900 000 €	18 900 000 €	18 900 000 €
Restauration morphologique de la bande active	R3	Euro	1 500 000 €	1 500 000 €	- €	30 500 000 €	30 500 000 €
Restauration des îlots et zones humides associées	R4	Euro	8 600 000 €	8 600 000 €	8 600 000 €	8 600 000 €	8 600 000 €
Restauration de la continuité sédimentaire des ouvrages transversaux	R5	Euro	- €	- €	- €	- €	- €
Réinjection de bois mort	R6	Euro				300 000 €	300 000 €
Restauration morphologique dans les retenues ou canaux usiniers	R7	Euro	- €	- €		1 500 000 €	1 500 000 €
Mise en transparence ou recul de digues	R8	Euro	- €	- €	- €	- €	- €
Restauration d'anciennes gravières	R9	Euro	200 000 €	200 000 €	200 000 €	200 000 €	200 000 €
Relèvement des débits et régimes réservés	R10	Euro/an	100 000 €	100 000 €	100 000 €	100 000 €	100 000 €
Augmentation de la fréquence des débits morphogènes	R11	Euro/an	- €	- €	- €	300 000 €	- €

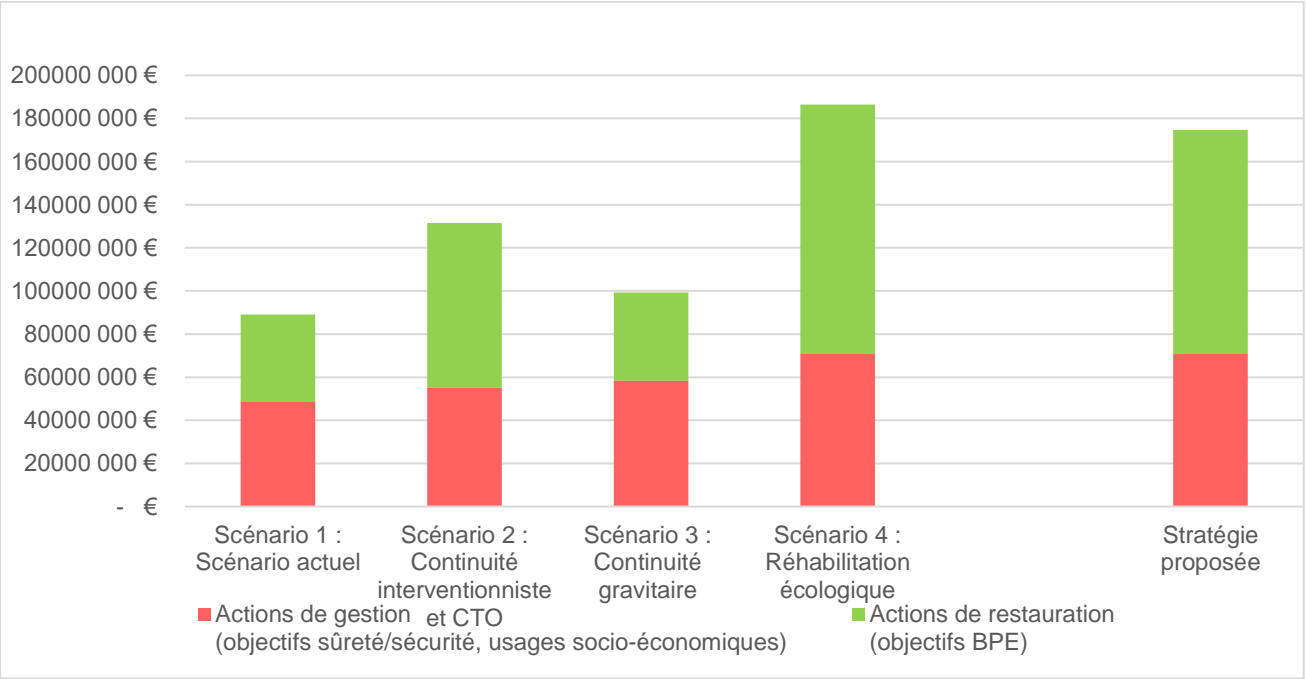


Figure 74 : Secteur V – Montant totaux 2050 pour chacun des scénarios

Tableau 46 : Secteur V – Bilan des coûts des scénarios et de la stratégie proposée

		Scénario 1 : Scénario actuel	Scénario 2 : Continuité interventionniste et CTO	Scénario 3 : Continuité gravitaire	Scénario 4 : Réhabilitation écologique	Stratégie proposée
Actions de gestion (objectifs sûreté/sécurité, usages socio-économiques)	Investissement (€HT)	- €	500 000 €	- €	500 000 €	500 000 €
	Fonctionnement (€HT/an)	1 730 000 €	1 950 000 €	2 090 000 €	2 510 000 €	2 510 000 €
	Montant 2050 (€HT)	48 440 000 €	55 100 000 €	58 520 000 €	70 780 000 €	70 780 000 €
Actions de restauration (objectifs BPE)	Investissement (€HT)	37 800 000 €	37 800 000 €	36 300 000 €	68 600 000 €	68 600 000 €
	Fonctionnement (€HT/an)	100 000 €	1 380 000 €	160 000 €	1 680 000 €	1 260 000 €
	Montant 2050 (€HT)	40 600 000 €	76 440 000 €	40 780 000 €	115 640 000 €	103 880 000 €
TOTAL avant impacts	Investissement (€HT)	37 800 000 €	38 300 000 €	36 300 000 €	69 100 000 €	69 100 000 €
	Fonctionnement (€HT/an)	1 830 000 €	3 330 000 €	2 250 000 €	4 190 000 €	3 770 000 €
	Montant 2050 (€HT)	89 040 000 €	131 540 000 €	99 300 000 €	186 420 000 €	174 660 000 €
	Montant 2050 actualisé (€HT)	121 279 177 €	186 198 936 €	142 998 151 €	268 216 168 €	250 197 033 €
	Evolution / Sc1	-	54%	18%	121%	106%
Impacts hydroélectricité mise en transparence barrage (coût d'impact €/an)		- €	- €	21 400 000 €	- €	- €
Impacts hydroélectricité débits morphogènes (coût d'impact €/an) **		- €	- €	- €	1 880 000 €	- €
Impacts navigation (coût d'impact €/an)		- €	- €	60 610 000 €	- €	- €
Impacts AEP (coût d'impact €/an)		- €	- €	- €	- €	- €

3.3.7 Secteur VI : Rhône aval entre Caderousse et le delta (UHC#20 à 25)

► Présentation du grand secteur

Le Secteur VI s'étend de la retenue de Caderousse (UHC#20-CAD) jusqu'aux embouchures du Grand Rhône et du Petit Rhône en mer Méditerranée (UHC#24-GRH et UHC#25-PRH).

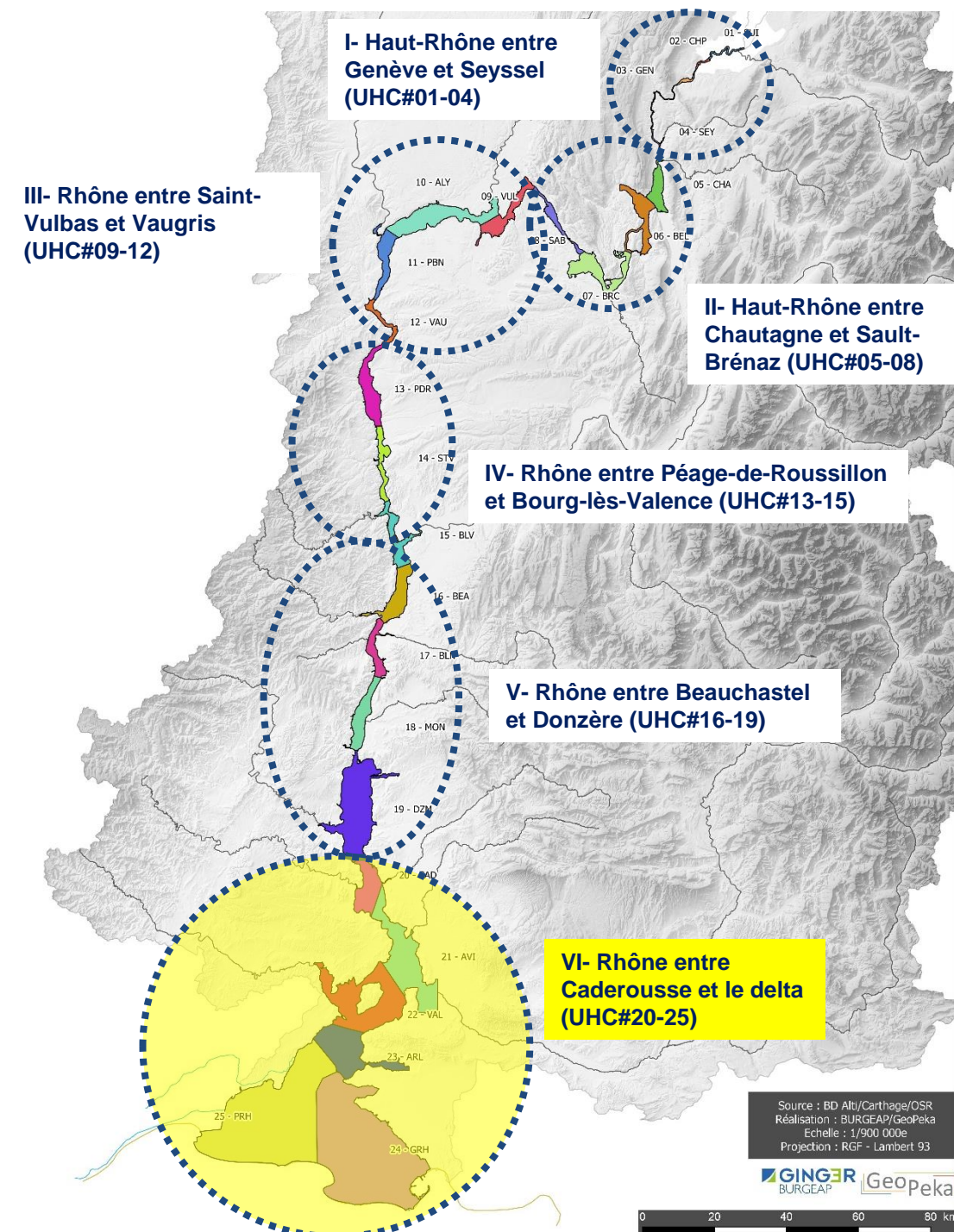


Figure 75 : Secteur VI – Localisation de Caderousse (UHC#20) au delta (UHC#24-25)

► Synthèse du fonctionnement hydrosédimentaire actuel

• Flux de sédiments grossiers

La retenue de Caderousse (20-CAD) démarre avec une capacité de charriage de 8 000 m³/an en aval de la restitution du canal de Mondragon, mais sans apports grossiers. Puis, cette capacité de charriage tombe à 1 000 m³/an à l'approche du barrage de Caderousse, ce qui favorise les dépôts de sable dans cette longue retenue. Le Vieux Rhône de Caderousse ne reçoit pas d'apports grossiers par le barrage de retenue, mais peut bénéficier les apports grossiers de la Cèze (6 000 m³/an). Cependant, sa capacité de charriage de 2 000 m³/an environ est insuffisante pour transiter les matériaux de la Cèze dont une partie est draguée au droit du seuil de la confluence.

En aval de la restitution de Caderousse, le Rhône n'a pas d'affluents ; il augmente sa capacité de charriage (15 000 m³/an), mais celle-ci ne peut porter que sur des sables. Elle chute de nouveau dans la retenue d'Avignon (21-AVI) (2 000 m³/an), ce qui favorise les dépôts de sables dans les branches des usines de Sauveterre et d'Avignon.

Le barrage de Villeneuve (21-AVI) permet la reprise des sables dans la retenue, mais le Vieux Rhône de Villeneuve (2 000 m³/an) ne reçoit pas plus d'apports grossiers. Le bras d'Avignon ne reçoit pas d'apports grossiers non plus (1 000 à 2 500 m³/an), l'Ouvèze provençale étant tarie dans son linéaire aval. Ainsi, seuls les sables transitent en aval de l'UHC d'Avignon, avec une faible capacité malgré la restitution (1 500 m³/an).

La retenue de Vallabrègues (22-VAL) bénéficie des apports de la Durance dont les apports grossiers sont limités à 6 000 m³/an et sont réinjectés dans la retenue après dragage. Ils sont supérieurs à ce que la retenue peut transiter (1 500 m³/an), celle-ci étant très sensible à la sédimentation de sables dans sa partie aval, malgré d'anciennes extractions sur l'essentiel du linéaire.

Le Vieux Rhône de Vallabrègues (22-VAL) ne reçoit pas d'apports grossiers depuis la retenue et sa capacité de charriage, influencée par le seuil de Beaucaire en aval, va en décroissant (3 000 à 300 m³/an). S'il a reçu historiquement des apports du Gardon, ce dernier est actuellement tari et un retour des sédiments devrait être effectif sous 2 à 3 décennies suite au comblement d'anciennes fosses d'extractions dans son linéaire aval.

Le Palier d'Arles (23-ARL) s'initie en aval de Beaucaire sans apports de sédiments grossiers ni depuis la retenue, ni depuis le Gardon, alors que sa capacité de charriage, liée à une pente naturelle sans influence d'une retenue, est relativement élevée (25 000 m³/an). Le linéaire fonctionne donc en érosion progressive, ce qui favorise la production de matériaux grossiers (20 mm) et leur dépôt à la diffluence Petit Rhône / Grand Rhône.

Des dragages ont lieu à cette diffluence et devant le port d'Arles-Nord afin d'assurer des profondeurs de mouillage de navire fluvio-maritimes (4,50 m). Plus en aval dans le Grand Rhône (24-GRH) peut transiter environ 20 000 m³/an (estimation toutefois imprécise et considérant une très grande proportion de sables). Ainsi, les matériaux de dragage qui sont clapés en aval d'Arles sont susceptibles de poursuivre leur trajet, tout au moins jusqu'au seuil de Terrin, qui marque une rupture dans le profil en long.

Du côté du Petit Rhône (25-PRH), la capacité de charriage porte également essentiellement sur du sable ; elle est plus grande sur le linéaire camarguais (5 000 m³/an) qu'au droit de la diffluence (2 000 m³/an) où peu de sables arrivent à pénétrer y compris en crue ; le Petit Rhône fonctionne donc en déstockage, a tendance à inciser dans ses méandres alors que les radiers sableux et ségonnaux ont tendance à sédimenter.

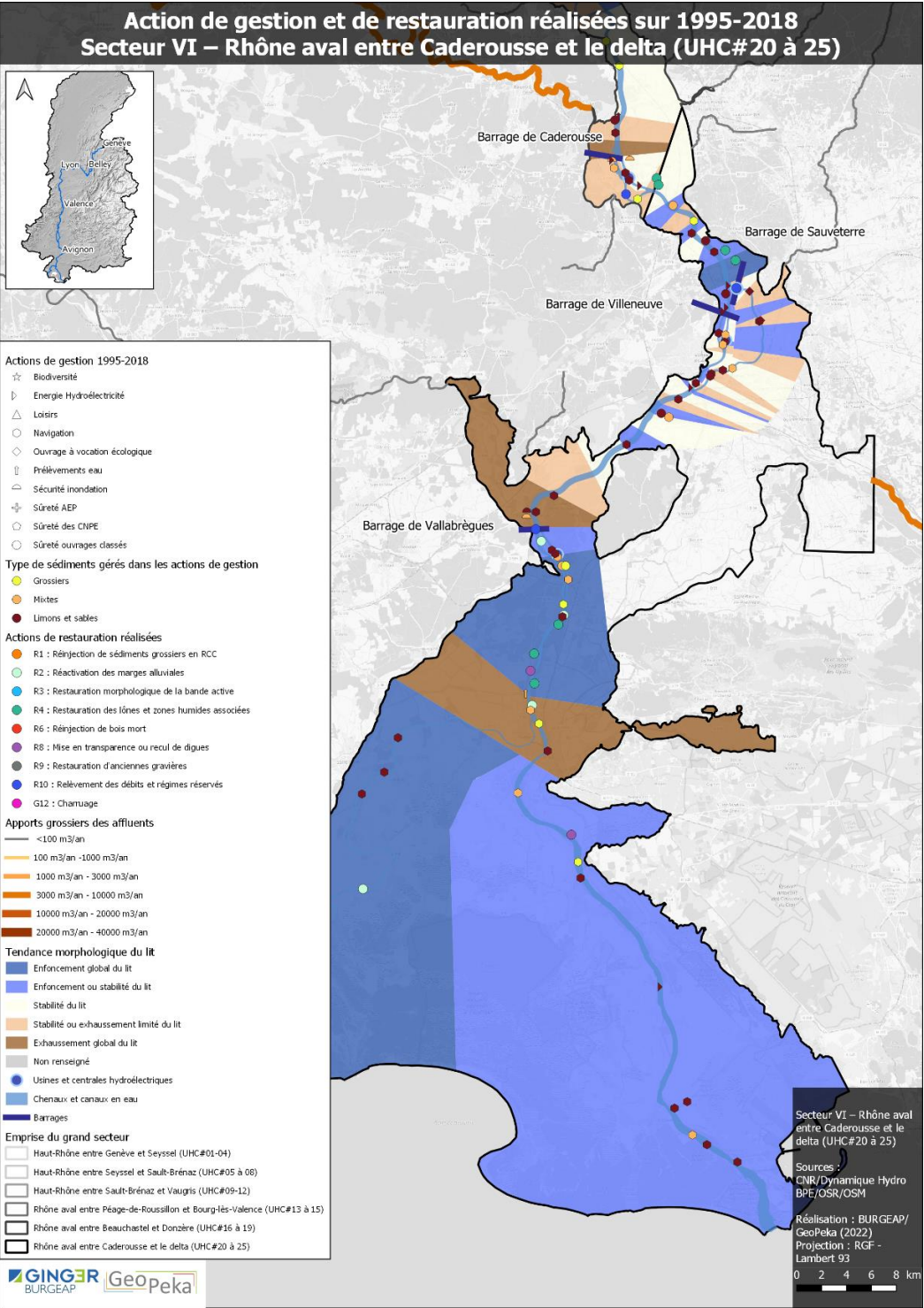
Les apports sédimentaires du Grand Rhône et du Petit Rhône au littoral se font essentiellement par suspension même si la fraction 200-500 µm semble se mouvoir par charriage. Les embouchures sont de type dominé par la houle et secondairement par les processus fluviaux. Les sables viennent directement nourrir le front deltaïque qui affleure à 6-8 m sous l'eau. Les sédiments les plus fins (limons) sont exportés assez loin en mer en raison de la forte stratification eaux douces/eaux salées qui limite les processus de floculation et de sédimentation ; ces particules fines sont à l'origine du prodelta. Avec les crues les plus importantes, le jet fluvial peut exporter des sédiments en mer sur de longues distances (vers des profondeurs rapidement supérieures à 30 m).

Le littoral en Camargue connaît par endroit des reculs significatifs : le secteur de la Petite Camargue (localisé de part et d'autre de l'embouchure du Petit Rhône) ; le secteur de Faraman (entre la pointe de Beauduc et l'embouchure actuelle du Rhône) ; le secteur du Pégoulie (à l'Est de l'embouchure du Grand Rhône). L'interaction des déficits avec l'évolution flux de sédiments du Rhône n'est ni univoque ni directe. Si la réduction des apports fluviaux depuis le 19^{ème} siècle est certaine, son rôle dans les déficits constatés sur les plages du littoral de Camargue reste à démontrer. Par exemple, on sait que les apports à la mer du Petit Rhône sont négligeables par rapport aux circulations littorales de part et d'autre de son grau (entre 0,3 et 0,7 hm³/an vers l'Espinette et entre 0,1 et 0,3 hm³/an vers Beauduc). Les principales sources d'alimentation des cellules excédentaires restent des prodeltas fossiles (Petit Rhône, bras de St Ferréol, bras de Fer, grau du Péroulier).

Flux de sédiments fins et sableux

Sur la période 2011-2016, le flux de MES moyen interannuel du Rhône à Beaucaire est de 6,0 Mt.

Le principal contributeur au flux de MES est la Durance (34 % en moyenne sur la période), suivie de l'Isère (30 %), du Haut-Rhône (11 %) et de la Saône (6 %). La contribution de la Durance est particulièrement variable, avec un flux qui varie de 0,3 Mt en 2012 (contribuant à 5 % du flux de MES à Beaucaire), à 4,9 Mt en 2016 (contribution de 58 %).



Bilan des sites de gestion et de restauration intégrés dans les scénarios

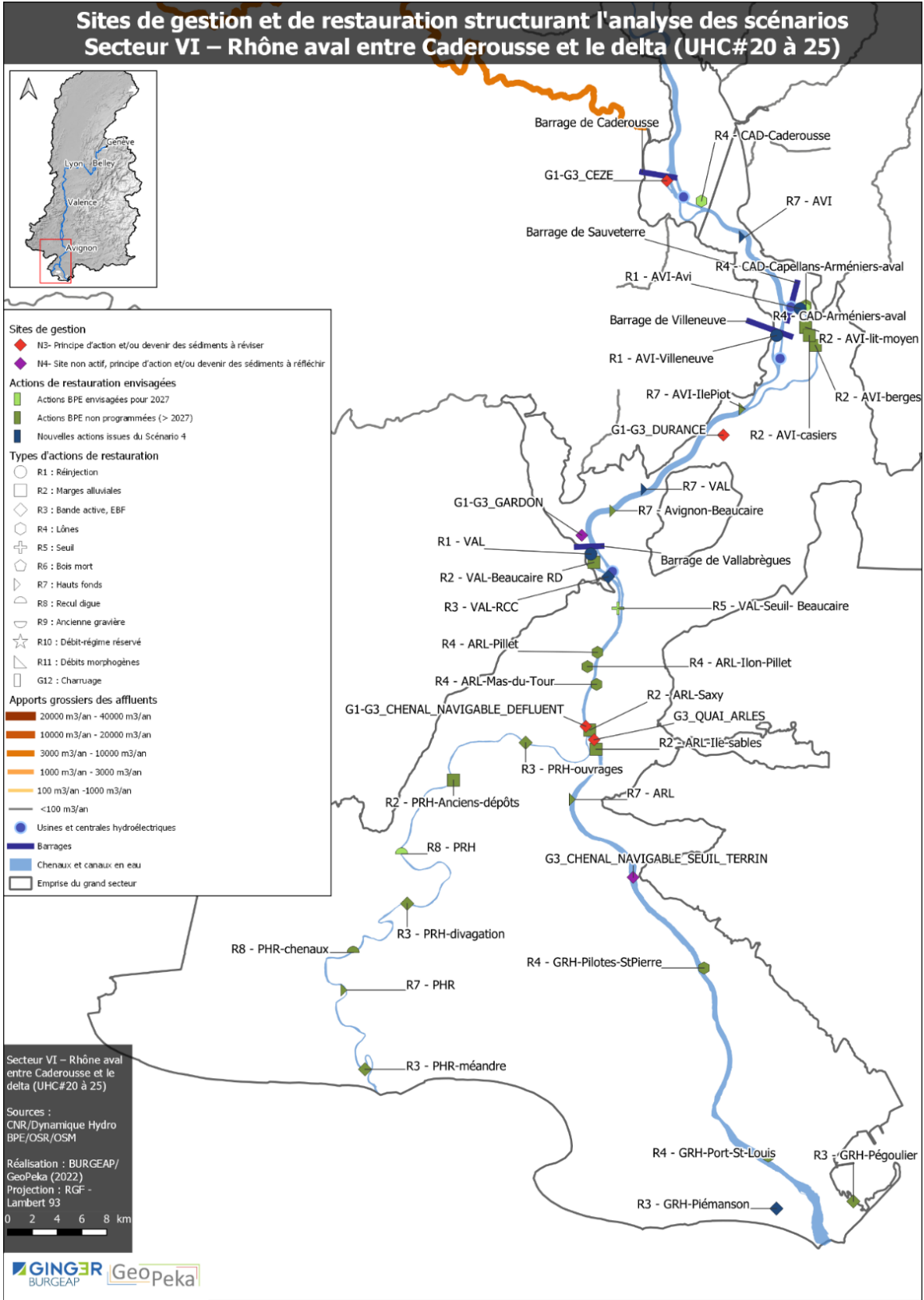


Figure 77 : Secteur VI – Carte des sites de gestion et restauration structurant les scénarios

Inventaire des zones déficitaires et intérêts écologiques

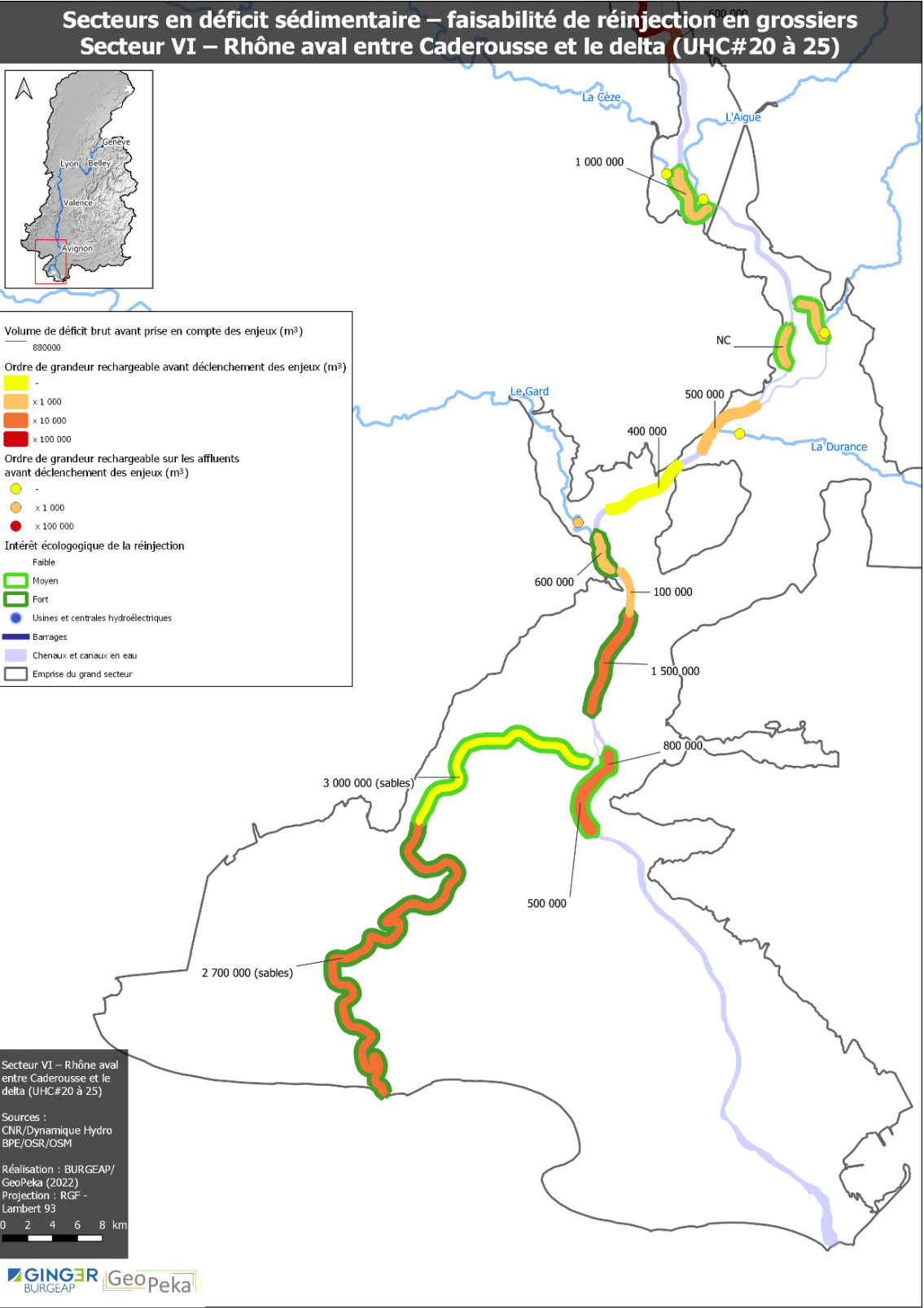


Figure 78 : Secteur VI – Cartes des sites déficitaires et des possibilités de réinjection

Scénario 1 « actuel »

Le secteur comprend peu de sites de gestion de niveau N3. Les matériaux de la Cèze sont généralement dragués à la drague aspiratrice, y compris les grossiers, avant d'être réinjectés dans la retenue d'Avignon, qui n'est pas spécialement en déficit mais qui présente des sur-profondeurs. Les matériaux grossiers de la Durance sont dragués et réinjectés dans la retenue de Vallabrègues qui peut les admettre dans la mesure où les volumes sont limités. Enfin, le secteur de la diffifluence (chenal navigable et quai Arles) fait l'objet de dragages importants liés aux apports de 40 000 m³/an en matériaux grossiers (20 mm) ; depuis 2012, ces matériaux sont réinjectés dans le Grand Rhône en aval d'Arles.

Les sites potentiels N4 sont localisés à la confluence du Gardon, où un retour des sédiments grossiers pourrait être attendue sous 2 à 3 décennies, et en amont du seuil de Terrin où l'accumulation des matériaux réinjectés en aval d'Arles pourrait conduire à devoir draguer pour entretenir le chenal navigable.

Les actions de restauration prévues pour 2027 comprennent des actions de restauration de îlons R4 (Caderousse, Bras des Arméniers), sur la suppression du seuil de Beaucaire (R5), et sur le recul de digues du Petit Rhône (R8). On notera que la suppression seule du seuil de Beaucaire est peu réaliste car elle aurait un impact fort sur les captages de Nîmes-Beaucaire situés en amont, en termes de cotes de niveau d'eau et de nappe ; ce scénario est donc noté négativement sur les enjeux sûreté et socio-économiques liés au captages AEP.

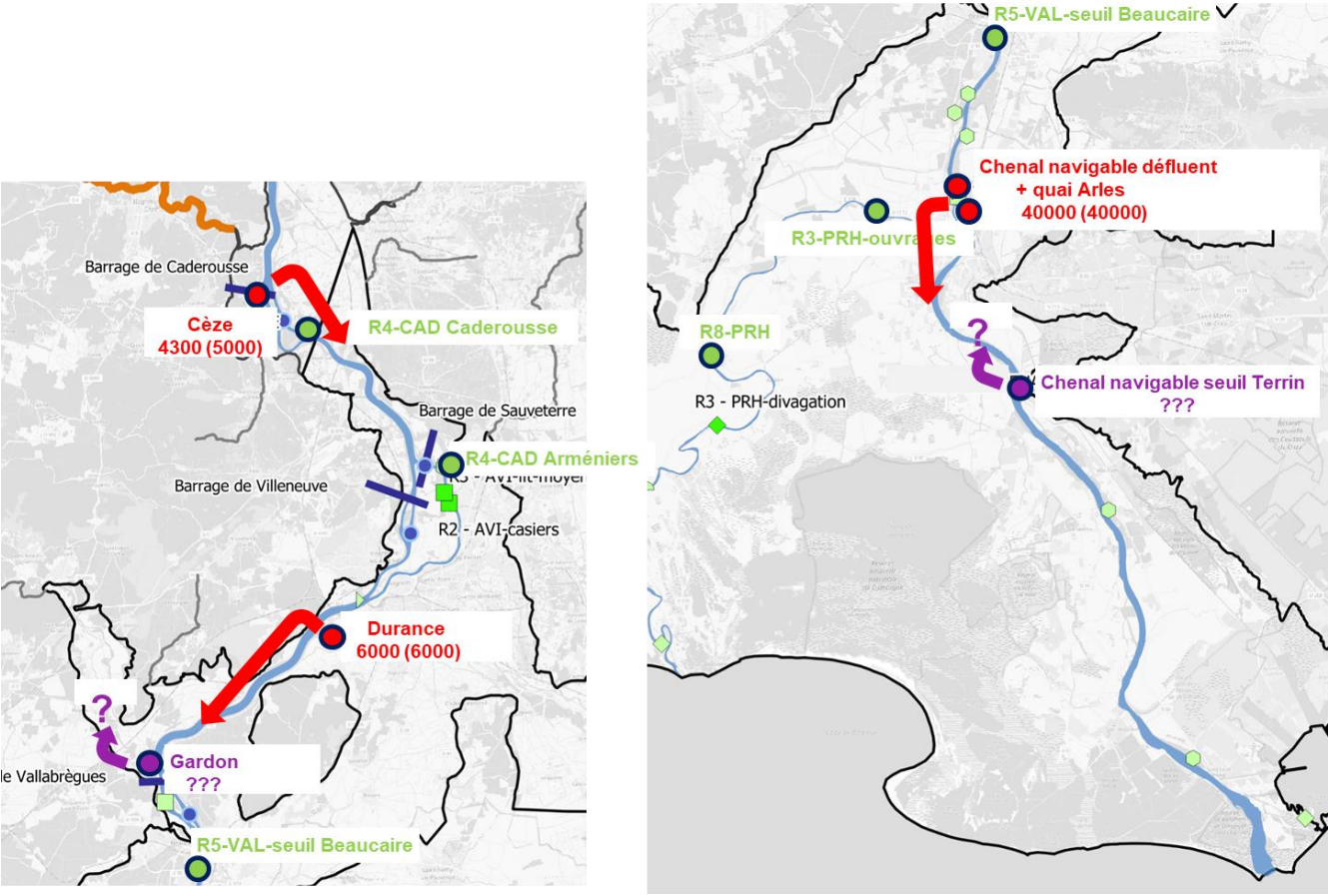


Figure 79 : Secteur VI – Carte de synthèse du Scénario 1

► Analyse multicritère des scénarios

Tableau 47 : Secteur VI – Analyse multicritère des scénarios

Indicateurs	Actuel	Scénario 1 Scénario actuel	Scénario 2 Continuité interventionniste et CTO	Scénario 3 Continuité gravitaire pour les sédiments grossiers	Scénario 4 Réhabilitation écologique	Stratégie proposée
Principes d'actions		Poursuivre les pratiques actuelles de gestion et de restauration (dont actions BPE 2027)	Maximiser la continuité sédimentaire avec des dragages / transferts de sédiments à la mesure de la capacité des RCC, tout en renforçant les CTO (navigation, hydroélectricité) au-delà des contraintes actuelles (irrigation, AEP,	Maximiser la continuité sédimentaire des matériaux grossiers grâce à la gestion gravitaire des sédiments dans les retenues et une optimisation de la gestion des ouvrages. Les CTO deviennent une variable d'ajustement	Réhabiliter les fonctionnalités et la résilience de l'hydrosystème afin de maximiser les gains écologiques et optimiser la gestion sédimentaire	
Fonctionnement hydrosédimentaire (bilan sédimentaire, processus)	-	0	+	-	++	++
A/ Biologie (habitats, espèces)	--	0	0	+	++	++
B/ Sûreté - sécurité	-	0	0	--	0	0
C/ Usages socio-économiques (CTO)	-	0	+	--	0	+
Faisabilité technique	0	0	0	--	-	0
Coût investissement (M€)						
Coût fonctionnement (M€/an)	0	0				
Coût impact (M€/an)						
Empreinte climat sites N3-N4 (tCO2e)	--	0	--	--	--	--
Bilan (note sur 3 enjeux A, B et C)	-4	0	+1	-3	+2	+3

► Description de la stratégie envisagée

Le Secteur VI comme ses prédécesseurs est en excédent, bien que dans des proportions moindres (+11 000 m³/an). Les enjeux écologiques en lien avec le fonctionnement hydrosédimentaire sont peu nombreux et concernent essentiellement des Vieux Rhône lenticques (Caderousse, Avignon, Vallabrègues) et le secteur courant du Palier d'Arles qui est relayé par le Petit et le Grand Rhône.

La stratégie proposée s'inspire des Scénarios 2 et 4 et cherche à optimiser la gestion des stocks sédimentaires grossiers. Certaines actions jugées peu réalistes en Scénario 4 (réinjection dans les RCC d'Avignon) sont écartées. Toutefois, ce sont les analyses de faisabilité qui permettront de réellement définir les ambitions à long terme, les priorités de mise en œuvre et, in fine, la trajectoire qui doit être donnée au Rhône dans ce secteur.

La stratégie proposée est déclinée d'amont en aval.

Dans la retenue de Caderousse, il n'y a pas de gestion d'alluvions grossières à engager particulièrement et les enjeux écologiques sont limités. La retenue pourrait uniquement faire l'objet d'une action de restauration de hauts fonds (R7) s'il existe des marges de manœuvre sur les lignes d'eau en crue ; les matériaux pour créer ces hauts fonds pourraient venir des dragages de la Cèze.

Le RCC de Caderousse reçoit les apports de la Cèze (4 300 à 5 000 m³/an) et ne peut les transiter du fait de la présence du seuil de la confluence et du fonctionnement lentique du RCC aval sous l'influence de la retenue d'Avignon. Plusieurs destinations sont à analyser pour ces matériaux (fosse dans le RCC de Caderousse, RCC d'Avignon, retenue de Caderousse, RCC de Vallabrègues, etc.). La destination la plus pertinente pourrait être finalement la lône de Caderousse (6 km de distance) qui doit faire l'objet d'une restauration par dragage mais aussi par rétrécissement de la surface en eau afin d'y augmenter les vitesses d'écoulement. Les dragages de la Cèze de façon récurrente conduiraient à un étalement dans le temps de l'action de restauration de la lône, mais il s'agit d'un bon exemple de synergie possible entre des actions de dragages d'entretien et des actions de restauration. La lône du Bras des Arméniers est concerné par le même type d'action plus en aval (20 km de distance) et pourrait recevoir également les apports de la Cèze.

La retenue d'Avignon ne présente pas d'enjeu de gestion en sédiments grossiers. Les enjeux écologiques sont limités également. La valeur écologique de la retenue pourrait être rehaussée en engageant des actions de restauration des hauts fonds (R7) dans des intrados qui ont déjà tendance à sédimenter. Rappelons que l'action R7 n'a pas qu'une vocation écologique : elle permet, en resserrant le chenal principal, de faciliter le transit des fines, et notamment des sables. La retenue d'Avignon n'est toutefois pas une retenue sensible à la sédimentation ; c'est l'une des rares retenues à être en déficit depuis la mise en eau des barrages.

Les RCC d'Avignon ne présentent pas de linéaires courants, et sont rapidement influencés par d'anciennes fosses d'extraction et la nécessité d'entretenir le chenal navigable vers le port du Pontet. Même si cela peut être étudié, il n'est donc pas retenu à ce stade le principe de procéder à des réinjections sédimentaires avec les matériaux de la Cèze. Cependant, du côté du Bras d'Avignon, l'uniformité des habitats montre qu'il y a un véritable intérêt à restaurer un lit moyen (R3) et les marges alluviales (anciens casiers) (R2) dans le linéaire entre l'usine de Sauveterre et le bassin de retournement du Pontet. La restauration devra être dimensionnée pour ne pas générer des flux sédimentaires grossiers, en compatibilité avec le chenal navigable et les enjeux de captages AEP ; dans ce cadre, si le remodelage des sections n'est pas suffisant, un seuil de fond pourrait être envisagé pour caler un fond alluvial rehaussé pour ce bras du fleuve, et favorable pour la connectivité latérale. Le reste des bras d'Avignon et de Villeneuve ne présente pas d'intérêt pour la gestion sédimentaire et la réhabilitation écologique des milieux. Toutefois, la restauration par diversification des milieux sur la pointe de l'Île Piot qui est prévue comme action d'atteinte du BPE, présente un intérêt, a fortiori dans la traversée urbaine.

Dans la retenue de Vallabrègues, les matériaux grossiers à gérer sont ceux de la Durance (6 000 m³/an), dont les quantités pourraient être en augmentation à l'avenir (sous quelques décennies) du fait des actions de restauration de l'espace de bon fonctionnement et des flux sédimentaires réalisés dans les linéaires amont. Ces matériaux pourraient être utilisés ponctuellement pour restaurer l'Île Piot vue précédemment (restauration de hauts fonds) ; sinon, ces matériaux n'ont plus vocation à être clapés dans la retenue où il renforce les phénomènes de sédimentation ; la destination à privilégier est le RCC de Vallabrègues dans le cadre d'actions de restauration ou le canal de restitution de l'usine de Vallabrègues, en incision tout comme le Palier d'Arles et dans lesquels les phénomènes d'érosion progressive pourraient impacter à terme la position altimétrique de l'écluse de Vallabrègues.

Le RCC de Vallabrègues, avec celui d'Avignon, et l'un des deux Vieux Rhône qui présentent un intérêt de restauration. Cependant, la configuration et les enjeux présents sur ce RCC rendent complexe une action de restauration basée sur l'effacement du seuil de Beaucaire comme envisagé dans la notice SDAGE du BPE (2014). En effet, ce seuil rehausse la ligne d'eau en débit réservé de 2 m environ et conditionne a priori le bon fonctionnement des captages AEP de Nîmes-Beaucaire situés 4,5 km en amont, sous le barrage de Vallabrègues, en soutenant les niveaux de la nappe alluviale. Ce RCC devrait donc faire l'objet d'une étude de faisabilité pour envisager une restauration basée sur l'abaissement ou l'arasement du seuil (R5), et combinée avec une recharge sédimentaire du lit (R1) et une restauration de la bande active (R3), de façon à compenser l'abaissement de la ligne d'eau de débit réservé et reconstituer des relations nappe/rivière satisfaisantes pour les captages. Le flux de charriage pourrait être de 6 000 m³/an sur la base des apports de la Durance (voire de la Cèze). Des débits morphogènes sous le barrage de retenue de Vallabrègues ne semblent pas utile compte tenu de la situation déficitaire actuelle et de la nécessité de réinjecter dans les mêmes proportions. Cette recharge sédimentaire s'appuierait sur les matériaux de la Durance, sur les matériaux dégagés de la restauration R3, mais aussi si besoin sur des matériaux remontés depuis la difffluence Petit / Grand Rhône, et à long terme sur les apports sédimentaires de retour sur le Gardon, qui n'auraient pas besoin d'être dragués. Ainsi, l'action R2 de restauration des marges et des casiers de rive droite prévue pour le BPE pourrait être développée avec des impacts maîtrisés sur la nappe et les captages AEP de Nîmes-Beaucaire. En résumé, il existe une possibilité de restauration du RCC de Vallabrègues, mais celle-ci doit être analysée finement et de façon concertée avec les acteurs de façon à ce qu'elle soit compatible avec tous les enjeux présents sur ce site (avis ARS et hydrogéologue agréé). Une gestion adaptative par étapes peut être privilégiée en cas d'incertitudes.

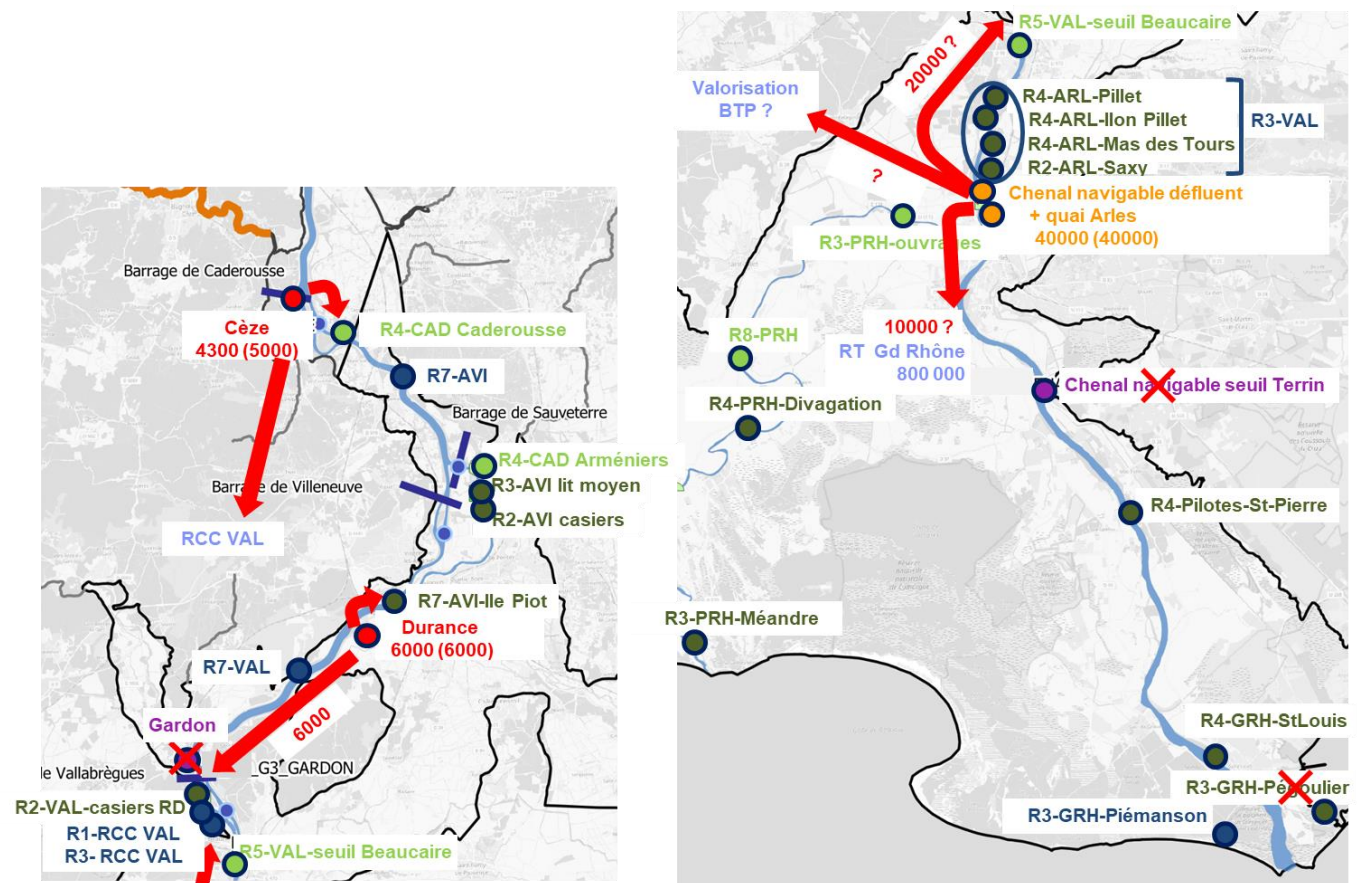


Figure 80 : Secteur VI – Carte de synthèse de la stratégie proposée

Le tronçon de Rhône total du Palier d’Arles est un tronçon particulier dans le fonctionnement hydrosédimentaire du fleuve. Il s’agit de l’un des rares tronçons de Rhône total qui ne soit pas sous l’influence d’une retenue en aval. C’est ainsi un tronçon qui génère un flux de charriage par érosion progressive et le diagnostic de Mission 2 (cf. fiches UHC#23-ARL) a bien montré que ces flux se tarissaient progressivement par basculement de la pente (incision en amont, exhaussement en aval). Dans la durée, et dans l’attente de données bathymétriques qui n’ont pu être consultées, il est important de vérifier que l’écluse de l’usine de Beaucaire « ne se décroche pas » d’un point de vue altimétrique ; contrairement au linéaire sous le barrage d’Iffezheim sur le Rhin (cf. Mission 5), le risque est faible car les pentes et énergies sont relativement atténuées ; cependant, c’est un risque réel qui doit être considéré dans la gestion sédimentaire à long terme, en particulier en cas d’occurrence d’une crue exceptionnelle qui majorerait les phénomènes d’érosion. Aussi, les actions de gestion devront aller dans le sens d’une recharge sédimentaire de la partie amont du Palier, soit par restauration d’un flux amont via le RCC de la Vallabrègues (cf. § précédent), soit par réinjection directe dans canal de restitution.

Le Palier d’Arles est concerné par plusieurs actions de restauration de îlônes (3 actions R4) et de démantèlement de casiers (1 action R2) qui invitent à avoir une vision globale sur ces actions et à les replacer dans le cadre d’une action de restauration de la bande active ou de l’espace de bon fonctionnement (R3), et ce, en fonction des flux sédimentaires qui seront restaurés sous les ouvrages de Vallabrègues.

A la diffluence du Petit et du Grand Rhône, les volumes à gérer sont de l’ordre de 40 000 m³/an. On pourrait s’attendre à ce qu’ils continuent à diminuer à l’avenir, mais cela devrait s’accompagner d’un pavage du lit qui ne serait pas une bonne évolution pour les habitats aquatiques du fleuve et rendrait moins efficace les restaurations R2, R3 et R4 vues précédemment. Ce flux de 40 000 m³/an a donc vocation à se stabiliser, voire à réaugmenter légèrement avec des actions de réinjection qui auront lieu en amont. La destination des matériaux dragués doit être réfléchie en fonction du comportement des zones déficitaires et des projets de restauration. A court terme, sans projet de restauration du RCC de Vallabrègues et incision problématique sous l’écluse de Vallabrègues, les matériaux peuvent continuer à être réinjectés en aval d’Arles, avec une surveillance de leur progression vers le seuil de Terrin où le chenal navigable pourrait être menacé. A moyen-long terme, les matériaux devront être réinjectés dans le RCC de Vallabrègues dans le cadre d’un projet de restauration et/ou dans le canal de restitution de l’usine de Vallabrègues afin d’atténuer l’incision par érosion progressive. Les volumes seront à distribuer selon les besoins : par exemple 20 000 m³/an pour le RCC de Beaucaire ou le canal de restitution, 10 000 m³/an en aval d’Arles, 10 000 m³/an en gestion à terre et revalorisation.

Dans le Grand Rhône, l’objectif à terme est de ne pas avoir à intervenir en dragage au niveau du seuil de Terrin car il faudrait remonter des sédiments grossiers qui ne pourraient transiter jusqu’au littoral. Sur la branche du Grand Rhône, les actions de restauration de îlônes (R4-Pilotes-St-Pierre, R4-Saint-Louis) peuvent être réalisée indépendamment de la gestion en matériaux grossiers, les sédiments devant sortir de ces opérations étant sableux et pouvant être remis au Rhône.

La restauration du bras de Pégoulie côté Est de l’embouchure ne paraît pas pertinente car elle conduirait à amener des flux sableux du côté où ils ont déjà tendance à s’accumuler (Golfe de Fos-sur-Mer). Il serait plus pertinent de restaurer le bras de Piémanson, qui est symétrique, côté Ouest et qui débouche sur une partie du littoral qui est en déficit. Dans cette extrémité aval du fleuve, tous les actions qui peuvent aller dans le sens de favoriser les dépôts sédimentaires dans l’espace du delta et de diminuer l’expulsion des sédiments au large sont les bienvenues. Le désendiguement du Rhône et la réactivation d’anciens bras ne semblent pas possibles plus en amont dans le delta du fait des enjeux présents (marais salants, rizières, manades, etc.) mais sur le principe, il resterait souhaitable de favoriser les débordements et les dépôts fluviaux du Rhône afin de diminuer la vulnérabilité du delta face aux effets long terme du changement climatique.

Sur le Petit Rhône, une grande partie des projets actuels repose sur les objectifs de recul de digues portés par le SYMADREM (R8-PRH), qui permettent de diminuer les aléas en crue et de restaurer des espaces intra-digues à forte valeur écologique. A ce stade, les projets ne tiennent pas compte du fonctionnement morphodynamique du Petit Rhône, qui est globalement en déficit sédimentaire depuis les crues de 2002-2003, et voit l’approfondissement des mouilles de concavité (qui peuvent favoriser l’émergence de brèches en crue) et une sédimentation dans les secteurs rectilignes. Le recul des digues devrait être favorable à un meilleur équilibre sédimentaire, avec moins de forces érosives en lit mineur, mais aussi peut-être des phénomènes de sédimentation de fines et de sables dans les nouveaux ségonnaux étendus dans les digues. La question des entrées sédimentaires sableuses dans le Petit Rhône reste toutefois entière et contradictoire entre deux attentes : le Petit Rhône a besoin de sables pour maintenir un bilan sédimentaire globalement équilibré ; le chenal navigable entre l’écluse de St-Gilles et la diffluence conserve d’autant mieux son mouillage à 2,50 m (voire 3 m à l’avenir) que les entrées sédimentaires sont faibles. Afin de conjuguer ces enjeux, et si les conditions hydrosédimentaires ne sont pas modifiées au défluent, la morphologie du lit mineur du Petit Rhône serait à retravailler, dans l’esprit des déflecteurs installés historiquement, avec un lit d’étiage navigable et resserré au sein d’un lit mineur emboîté. Une telle action ambitieuse et durable irait

dans le sens l’action R3-PRH-ouvrages prévue pour l’atteinte du BPE et visant à modifier les ouvrages déflecteurs pour la navigation pour diversifier les habitats du lit mineur.

Les actions complémentaires dans la partie aval du Petit Rhône (R4-PRH-Divagation, R3-PRH-Méandre) ne présentent pas d’obstacles de réalisation et seront favorisées par un meilleur équilibre sédimentaire du bras du fleuve.

Tableau 48 : Secteur VI – Synthèse de la stratégie proposée et des actions correspondantes

Type d’action	Description
Actions écartées	<ul style="list-style-type: none">• Transparence pour les sédiments grossiers des retenues de Caderousse, Avignon, Vallabrègues• Restitution de sédiments grossiers en retenue s’il existe un meilleur gain écologique dans un RCC proche (Cèze, Durance, diffluence Petit / Grand Rhône)
Actions retenues	<ul style="list-style-type: none">• Absence de modification significative des dragages de sédiments fins (G1-G2) (cf. fiches actions pour recommandations)• Transfert des matériaux de la Durance vers le canal de restitution de Vallabrègues ou le Palier d’Arles, puis vers le RCC de Vallabrègues une fois celui-ci restauré
Faisabilités à étudier	<ul style="list-style-type: none">• Analyse comparative de dragages (G1) et de chasses (G6) sur la retenue de Caderousse pour faire transiter les matériaux sableux• Détermination de la destination des sédiments de la Cèze la plus pertinente parmi toutes les solutions possibles, en coordination avec les actions de restauration de îlônes (R4-Caderousse, Bras des Arméniers) et d’éventuels besoins plus en aval (RCC de Vallabrègues)• Projet global de restauration R3 du RCC du bras d’Avignon complémentaire aux restaurations de marges (R2) déjà envisagées pour le BPE, sans pénaliser le chenal navigable en aval vers le port du Pontet• Réinjection des matériaux de la Durance dans le canal de restitution de Vallabrègues ou le Palier d’Arles• Projet global de restauration R3 du RCC de Vallabrègues complémentaire aux actions prévues de restauration des marges (R2) et d’effacement du seuil de Beaucaire (R5), et basé sur la restauration d’un flux de charriage grossier (R1) d’environ 6 000 m³/an avec les apports de la Durance, voire de la Cèze, et les apports de la restauration R3. Ce projet nécessite un dimensionnement fin et une association des acteurs locaux afin de rester compatible avec les enjeux des captages AEP de Nîmes-Beaucaire• Projet global de restauration R3 du Palier d’Arles intégrant les actions prévues de restauration des marges (R2) et des îlônes (R4), et basé sur la restauration d’un flux de charriage grossier de 20 000 à 40 000 m³/an• Projet de restauration du bras de Piémanson vs Bras de Pégoulie du Grand Rhône• Projet durable de restauration du lit d’étiage du Petit Rhône favorisant à la fois l’auto-entretien du chenal navigable et la diversification des habitats aquatiques• Modalités de transfert (route, voie d’eau) des sédiments dragués sur les différents sites, et de réinjection (clapage devant barrage, réinjection terrestre), notamment pour la retenue de Vallabrègues• Création de zones de hauts fonds (R7) dans les retenues de Caderousse, Avignon, Vallabrègues à partir d’une partie des volumes d’affluents qui ne seraient pas réinjectés• Faisabilité de réinjection de bois mort (R6) dans les RCC de Caderousse, Avignon, Vallabrègues (non prévu à ce stade)
Suivis à poursuivre / à engager	<ul style="list-style-type: none">• Flux de charriage dans les linéaires restaurés (Vallabrègues, Palier d’Arles) (hydrophone, géophone, RFID / suivi bathymétriques)• Bathymétrie précise de la diffluence et évolution au cours du temps ; fonctionnement hydrosédimentaire à la diffluence (répartition des flux solides) ; flux sableux entrants dans le Petit Rhône et effets des recul de digues sur le fonctionnement hydrosédimentaire• Suivi bathymétrique et état granulométrique du linéaire du Palier d’Arles, du secteur entre Arles et le seuil de Terrin• Suivi du trait de côte du littoral camarguais et du comportement de l’embouchure au cours du temps, notamment après les crues et les tempêtes

Tableau 49 : Secteur VI – Stratégie proposée – Description des actions

Bilan des coûts des scénarios

Secteur	UHC	Masse d'eau	Actions clés	ID	Stratégie proposée - description de l'action de gestion	Stratégie proposée - Devenir des sédiments grossiers	Catégorie
VI	20	FRDR2007	G1-G3	G1-G3_Ceze	Dragage sédiments mixtes 4 300 m³/an (max 5 000 m³/an)	- Retenue du barrage de Sauveterre - R CAD amont - RCC CAD - RCC AVI VIL (NC) - RCC AVI	Gestion N3
VI	22	FRDR2008	G1-G3	G1-G3_DURANCE	Dragage sédiments mixtes 6 000 m³/an (max 6 000 m³/an)	- Retenue du barrage de Vallabrègues - RCC VAL - CU VAL	Gestion N3
VI	22	FRDR2008B	G1-G3	G1-G3_GARDON	Plus de dragage nécessaire ?	- RCC VAL - CU VAL	Gestion N4
VI	23	FRDR2009	G1-G3	G1-G3_CHENAL_NAVIGABLE_DEFLUENT	Dragage sédiments mixtes G1-G3_CHENAL_NAVIGABLE_DEFLUENT + G3_QUAI_ARLES 40 000 m³/an (max 40 000 m³/an)	- RT Grand Rhône - RT Petit Rhône - RT Palier d'Arles - Valorisation BTP	Gestion N3
VI	23	FRDR2009	G3	G3_QUAI_ARLES	Dragage sédiments mixtes G1-G3_CHENAL_NAVIGABLE_DEFLUENT + G3_QUAI_ARLES 40 000 m³/an (max 40 000 m³/an)	- RT Grand Rhône - RT Petit Rhône - RT Palier d'Arles - Valorisation BTP	Gestion N3
VI	24	FRDR2009	G3	G3_CHENAL_NAVIGABLE_SEUIL_TERRI	Plus de dragage nécessaire ?	- RT Grand Rhône - RT Petit Rhône	Gestion N4
Secteur	UHC	Masse d'eau	Actions-clés	ID	Stratégie proposée - description de l'action de restauration	Stratégie proposée - Devenir des sédiments grossiers	Catégorie
VI	20-21	FRDR2007f	R4	R4 - CAD-Caderousse	Curage et réhabilitation de la lône de Caderousse pour reconnecter nappe et lône ; rétrécissement de 25% de la lône de Caderousse pour augmenter les vitesses d'écoulement	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
VI	20-21	FRDR2007f	R4	R4 - CAD-Capellans-Arméniers-aval	Restauration de la lône des Capellans et du bras des Arméniers aval	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
VI	20-21	FRDR2007f	R4	R4 - CAD-Arméniers-aval	Réduire la largeur de la partie aval du bras des Arméniers pour augmenter les vitesses et diversifier les faciès	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE 2027
VI	21-22	FRDR2008	R7	R7 - Avignon-Beaucaire	Aménagement ponctuel de protections de berges pour diversifier les faciès	A partir de matériaux issus de dragages	BPE post-2027
VI	21-22	FRDR2008	R7	R7 - VAL	Restaurer des hauts fonds	A partir de matériaux issus de dragages	BPE Sc4
VI	21	FRDR2008a	R2	R2 - AVI-berges	Diversifier les profils de berges et supprimer les anciens ouvrages hors lit	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
VI	21	FRDR2008a	R2	R2 - AVI-lit-moyen	Créer une zone de divagation et un lit moyen en RD par recul des digues	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
VI	21	FRDR2008a	R7	R7 - AVI-IlePiot	Diversification des milieux sur la pointe de l'Ile Piot	A partir de matériaux issus de dragages	BPE post-2027
VI	21	FRDR2008a	R2	R2 - AVI-casiers	Démonter les ouvrages Girardon	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
VI	21	FRDR2008a	R1	R1 - AVI-Avi	Recharge sédimentaire à l'aval du barrage de Sauveterre	A partir des matériaux dragués à ...	BPE Sc4
VI	21	FRDR2008a	R1	R1 - AVI-Villeneuve	Recharge sédimentaire à l'aval du barrage de Villeneuve	A partir des matériaux dragués à ...	BPE Sc4
VI	22	FRDR2008b	R2	R2 - VAL-Beaucaire RD	Ouverture des casiers de rive droite	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
VI	22	FRDR2008b	R5	R5 - VAL-Seuil-Beaucaire	Supprimer le seuil de Beaucaire	Remodelage du lit mineur	BPE 2027
VI	22	FRDR2008b	R1	R1 - VAL	Recharge sédimentaire à l'aval du barrage de Vallabrègues	A partir des matériaux dragués à ...	BPE Sc4
VI	22	FRDR2008b	R3	R3 - VAL-RCC	Restauration ambitieuse du RCC de Beaucaire	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE Sc4
VI	23-25	FRDR2009	R4	R4 - ARL-Mas-du-Tour	Restaurer la lône du Mas des Tours et la connecter à la nouvelle lône	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
VI	23-25	FRDR2009	R4	R4 - ARL-Pillet	Améliorer la connectivité de la lône du Pillet	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
VI	23-25	FRDR2009	R4	R4 - ARL-Illon-Pillet	Restaurer la lône de l'Illon du Pillet et sa connectivité	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
VI	23-25	FRDR2009	R2	R2 - ARL-Saxy	Vidanger le casier aval de Saxy	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
VI	23-25	FRDR2009	R2	R2 - ARL-Ile-sables	Favoriser la diversification des faciès au droit de l'atterrissement de l'Ile	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
VI	23-25	FRDR2009	R7	R7 - ARL	Aménagement ponctuel de protections de berges pour diversifier les faciès	A partir de matériaux issus de dragages	BPE post-2027
VI	23-25	FRDR2009	R3	R3 - PRH-ouvrages	Modifier les ouvrages pour la navigation pour améliorer la diversité des faciès	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE post-2027
VI	23-25	FRDR2009	R2	R2 - PRH-Anciens-dépôts	Enlever les dépôts de dragages antérieurs aux années 1990 dans la zone	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
VI	23-25	FRDR2009	R3	R3 - PRH-divagation	Laisser divaguer le Petit Rhône	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE post-2027
VI	25	FRDT19	R8	R8 - PRH	Recul systématique des digues	Réinjection des matériaux nobles	BPE 2027
VI	25	FRDT19	R8	R8 - PHR-chenaux	Créer des chenaux évacuateurs de crues pour restaurer un fonctionnement	Réinjection des matériaux nobles	BPE post-2027
VI	25	FRDT19	R3	R3 - PHR-méandre	Favoriser le recoupement du dernier méandre	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE post-2027
VI	25	FRDT19	R7	R7 - PHR	Aménagement ponctuel de protections de berges pour diversifier les faciès	A partir de matériaux issus de dragages	BPE post-2027
VI	24	FRDT20	R4	R4 - GRH-Pilotes-StPierre	Maintenir la connectivité des 2 lônes (Pilotes et Saint Pierre)	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
VI	24	FRDT20	R4	R4 - GRH-Port-St-Louis	Restaurer la lône en amont de Port St Louis	Réinjection des déblais dans un secteur déficitaire	BPE post-2027
VI	24	FRDT20	R3	R3 - GRH-Pégoulie	Remise en eau de l'ancien Grau de Pégoulie	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE post-2027
VI	24	FRDT20	R3	R3 - GRH-Piémanson	Remise en eau de l'ancien Grau de Piémanson	Remodelage du lit mineur et export en cas d'excédent	BPE Sc4

Tableau 50 : Secteur VI – Coûts des actions de gestion et de restauration

Action	N°	Unité	Scénario 1 : Scénario actuel	Scénario 2 : Continuité interventionniste et CTO	Scénario 3 : Continuité gravitaire	Scénario 4 : Réhabilitation écologique	Stratégie proposée
Dragage de sédiments fins et grossiers	G1-G2-G3-G4	Euro/an	1 490 000 €	1 100 000 €	1 110 000 €	1 100 000 €	1 100 000 €
dont sites N1-N2		Euro/an	350 000 €	350 000 €	180 000 €	350 000 €	350 000 €
dont sites N3-N4		Euro/an	1 140 000 €	750 000 €	930 000 €	750 000 €	750 000 €
Chasse de retenue	G5	Euro/an			- €		- €
Mise en transparence de barrage	G6	Euro/an			1 000 000 €		- €
Optimisation de la gestion des ouvrages pour réduire la sédimentation	G7	Euro/an			- €		- €
Optimisation des infrastructures pour réduire la sédimentation	G8	Euro			- €		- €
Zone de gestion sédimentaire en aval d'un RCC restauré	G9	Euro		500 000 €		500 000 €	500 000 €
Zone de gestion sédimentaire en aval d'un RCC restauré	G9	Euro/an		- €		- €	- €
Réduction ou déplacement du chenal navigable	G10	Euro			- €		- €
Redimensionnement des systèmes d'endiguement en fonction du retour des	G11	Euro			- €	- €	- €
Charruage-essartage	G12-G13	Euro/an	40 000 €	40 000 €		40 000 €	40 000 €
Réinjection de sédiments grossiers en RCC	R1	Euro/an	- €	460 000 €		1 710 000 €	1 410 000 €
issu des actions du BPE		Euro/an				370 000 €	370 000 €
complément issu des sites N3		Euro/an	- €	460 000 €	- €	1 340 000 €	1 040 000 €
Réactivation des marges alluviales	R2	Euro	- €	- €	- €	13 100 000 €	13 100 000 €
Restauration morphologique de la bande active	R3	Euro	- €	- €	- €	8 600 000 €	4 800 000 €
Restauration des îlons et zones humides associées	R4	Euro	1 000 000 €	1 000 000 €	1 000 000 €	4 000 000 €	4 000 000 €
Restauration de la continuité sédimentaire des ouvrages transversaux	R5	Euro	500 000 €	500 000 €	500 000 €	500 000 €	500 000 €
Réinjection de bois mort	R6	Euro				- €	- €
Restauration morphologique dans les retenues ou canaux usiniers	R7	Euro	- €	- €		3 500 000 €	3 500 000 €
Mise en transparence ou recul de digues	R8	Euro	10 000 000 €	10 000 000 €	10 000 000 €	12 000 000 €	12 000 000 €
Restauration d'anciennes gravières	R9	Euro	- €	- €	- €	- €	- €
Relèvement des débits et régimes réservés	R10	Euro/an	- €	- €	- €	- €	- €
Augmentation de la fréquence des débits morphogènes	R11	Euro/an	- €	- €	- €	- €	- €

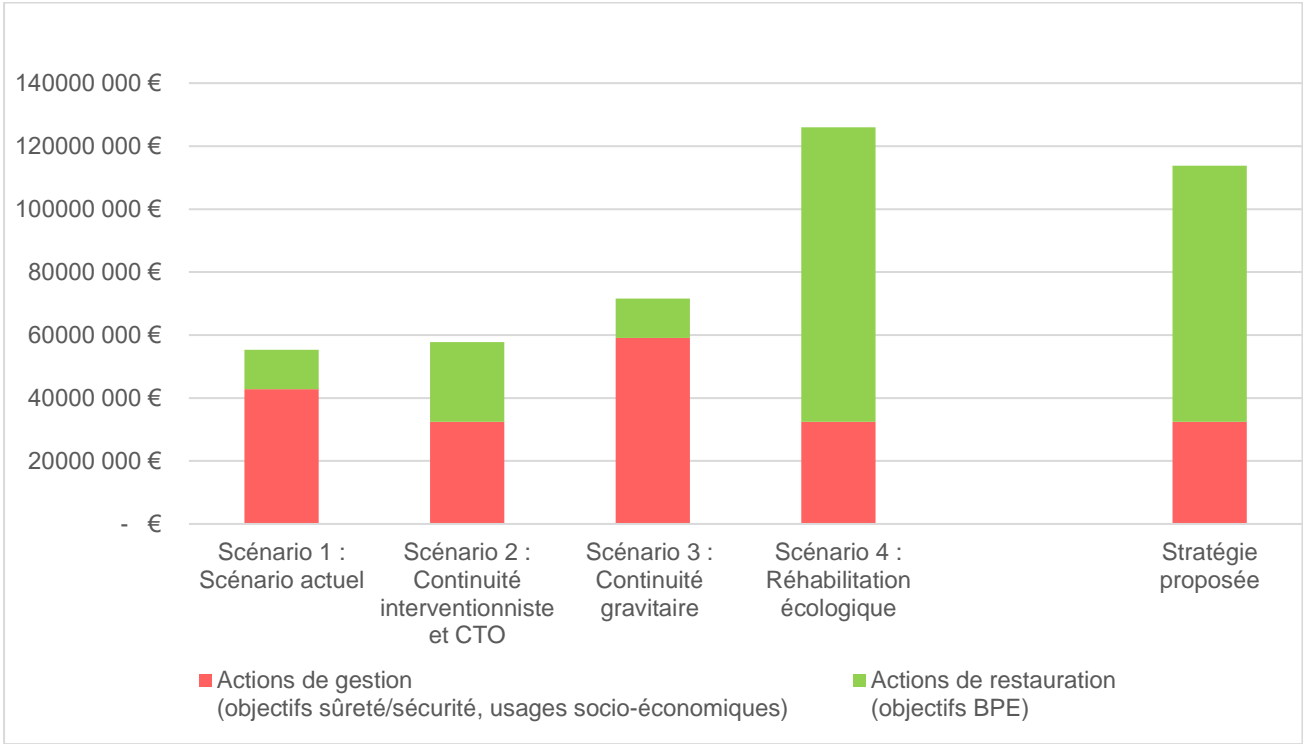


Figure 81 : Secteur VI – Montant totaux 2050 pour chacun des scénarios

Tableau 51 : Secteur VI – Bilan des coûts des scénarios et de la stratégie proposée

		Scénario 1 : Scénario actuel	Scénario 2 : Continuité interventionniste et CTO	Scénario 3 : Continuité gravitaire	Scénario 4 : Réhabilitation écologique	Stratégie proposée
Actions de gestion (objectifs sûreté/sécurité, usages socio-économiques)	Investissement (€HT)	- €	500 000 €	- €	500 000 €	500 000 €
	Fonctionnement (€HT/an)	1 530 000 €	1 140 000 €	2 110 000 €	1 140 000 €	1 140 000 €
	Montant 2050 (€HT)	42 840 000 €	32 420 000 €	59 080 000 €	32 420 000 €	32 420 000 €
Actions de restauration (objectifs BPE)	Investissement (€HT)	12 500 000 €	12 500 000 €	12 500 000 €	45 700 000 €	41 900 000 €
	Fonctionnement (€HT/an)	- €	460 000 €	- €	1 710 000 €	1 410 000 €
	Montant 2050 (€HT)	12 500 000 €	25 380 000 €	12 500 000 €	93 580 000 €	81 380 000 €
TOTAL avant impacts	Investissement (€HT)	12 500 000 €	13 000 000 €	12 500 000 €	46 200 000 €	42 400 000 €
	Fonctionnement (€HT/an)	1 530 000 €	1 600 000 €	2 110 000 €	2 850 000 €	2 550 000 €
	Montant 2050 (€HT)	55 340 000 €	57 800 000 €	71 580 000 €	126 000 000 €	113 800 000 €
	Montant 2050 actualisé (€HT)	79 783 739 €	83 352 632 €	106 525 760 €	181 412 610 €	163 677 478 €
	Evolution / Sc1	-	4%	34%	127%	105%

3.3.8 Synthèse des orientations pour le fleuve

Les parties qui suivent récapitulent les propositions émises dans les tableaux de synthèse des stratégies par grands secteurs (§.3.1 à 3.6), en distinguant les actions qui peuvent écartées, les actions qui peuvent être retenues, les actions nécessitant une analyse de leur faisabilité, ainsi que les suivis à poursuivre ou à engager. Les propositions sont regroupées par familles d'actions, selon les catégories d'actions-clés.

Pour le détail des analyses aboutissant à ces propositions, il est possible de se reporter à l'analyse détaillée des scénarios pour chaque grand secteur.

► Actions qui peuvent être écartées

- Transparence pour les sédiments grossiers des retenues (G6). Interrogation sur la faisabilité pour la retenue de Donzère-Mondragon, et dans une certaine mesure de la retenue du Pouzin (apports de l'Ouvèze) ;
- Continuité sédimentaire totale des flux les plus importants : 20 000 m³/an apportés par l'Arve, 30 000 m³/an provenant de l'Ain dans la traversée de l'agglomération lyonnaise ; 20 000 m³/an apportés par la Drôme ;
- Continuité des sédiments grossiers au-delà du seuil de Terrin, jusqu'à l'embouchure du Grand Rhône ;
- Réinjection sous les barrages de Génissiat et de Seyssel (R1) ;
- Restitution de sédiments grossiers en retenue s'il existe un meilleur gain écologique dans un RCC proche, notamment pour les dragages de Pont de la Loi, Peyrieu, Yzeron, Varèze, Cance, Bancel, Galaure, Doux, Mialan, Eyrieux, Drôme, Roubion, Cèze, Durance, confluence Petit / Grand Rhône.

► Actions qui peuvent être retenues

- Absence de modification significative des dragages de sédiments fins (G1-G2) (cf. fiches actions pour recommandations) ;
- APAVER (G5) et accompagnement par les ouvrages aval (avec poursuite des suivis et amélioration des protocoles) (G6) ;
- Poursuite des chasses de la Basse Isère selon le protocole initié en 2018 entre EDF et CNR, basé notamment sur une augmentation de la fréquence des chasses (G5) ;
- Réinjection des sédiments grossiers dans des RCC (R1), dont notamment :
 - Usses dans le RCC de Chautagne (3 500 à 4 000 m³/an) ;
 - Pont de la Loi dans le RCC de Belley (au minimum 1 000 à 2 000 m³/an) ;
 - Peyrieu dans le RCC de Brégnier Cordon, a minima avec quelques centaines de m³/an correspondant à la capacité de charriage actuelle, avec des volumes plus importants (2 à 4 000 m³/an) s'il existe une faisabilité de rehaussement du fond et de la ligne d'eau de débit réservé, voire une faisabilité de débits morphogènes ;
 - canal de Jonage après le dragage initial (4-5 000 m³/an) ;
 - Yzeron dans le RCC de Pierre-Bénite (250 m³/an) ;
 - Varèze et d'autres affluents de la retenue de Péage-de-Roussillon dans le RCC de Péage-de-Roussillon (750 à 1 500 m³/an) ;
 - Transfert des matériaux de la Durance (6 000 m³/an) vers le canal de restitution de Vallabrègues ou le Palier d'Arles, puis vers le RCC de Vallabrègues si celui-ci peut faire l'objet d'un projet global de restauration.

- Poursuite des actions de réactivation de marges (R2), notamment :
 - sur les RCC de Chautagne (en fonction des sites possibles), de Belley, Brégnier-Cordon ;
 - sur le RCC de Pierre-Bénite ;
 - sur le RCC de Donzère (lône de la Désirade prévue au Plan 5Rhône), etc.
- Restauration de la bande active (R3) du RCC de Péage-de-Roussillon en combinaison avec des actions de remodelage, de réinjection sédimentaire (R1) et d'amélioration des connexions de lônes (R4) ;
- Poursuite de restauration de lônes (R4) notamment sur le site de l'Etournel, sur le RCC de Chautagne, sur le RCC de Belley, sur le Rhône total en aval de Brégnier-Cordon, sur le RCC de Pierre-Bénite, sur le RCC de Donzère ;
- Poursuite de restauration / connexion de gravière en lit majeur (Chautagne) ;
- Plusieurs sites sont confirmés comme des sites de gestion des excédents d'alluvions grossières en queue de retenues (G9) : Pont de la Loi, Peyrieu, probablement Feyssine, chenal Lafarge, Pont-Saint-Esprit.

► Actions dont la faisabilité doit être précisée

- **Faisabilité et acceptation d'une accumulation continue de sédiments grossiers** dans les retenues de Verbois et Génissiat ?
- **Faisabilité de chasses (G6) pour les sables en comparaison avec des dragages (G1)**, notamment dans les retenues de Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon, Sault-Brénaz, Beauchastel, Caderousse, etc. de façon à inverser la tendance actuelle à l'accumulation de sédiments fins ;
- **Analyse détaillée coûts / bénéfices de la transparence du barrage de Donzère (G6)** en crue et en cas d'ouverture du barrage afin de déterminer 1) les possibilités de faire transiter gravitairement les sédiments grossiers issus du RCC de Montélimar et 2) les possibilités de remobilisation de matériaux clapés dans la retenue, provenant de la Drôme par exemple. Les impacts sur le CNPE de Tricastin devront être analysés. En cas d'insuffisance de transparence pour les 2 situations ou d'impacts trop importants sur les usages et la sûreté, les matériaux devront être réinjectés par des accès terrestres.
- **(Ré)-aménagements localisés (G8) pour améliorer les conditions de continuité sédimentaire :**
 - Au niveau de la brèche de Neyron permettant de limiter les débits solides entrants (5 à 10 000 m³/an) tout au restaurant les flux liquides (50% du débit réservé bas, soit 15 m³/s) ;
 - Analyse de la vulnérabilité du champ captant AEP de Crépieux Charmy et des capacités de résilience face à une continuité sédimentaire restaurée et une augmentation de l'inondabilité ;
 - Aménagement d'un épi ou déflecteur en amont du garage d'écluse amont de Pierre-Bénite, sensible à la sédimentation du fait de sa position en extrados (G1-G2) ;
 - Optimisation des infrastructures pour les limiter la sédimentation à hauteur du garage d'écluse amont de Bourg-lès-Valence. Il s'agit en effet du garage d'écluse qui nécessite les volumes de dragage les plus importants à l'échelle du fleuve, et ces phénomènes de sédimentation pourraient être diminués par des aménagement de type épis / déflecteurs en entrée amont ;
- **Détermination du lieu de gestion des sédiments (G9) en limite aval de Vieux Rhône ou queue de retenue** dans le cadre d'une restauration des flux sédimentaires, notamment sur les sites suivants :
 - en queue de retenue de Génissiat (aval site Etournel) ;
 - en entrée d'agglomération (fosse de la Feyssine ou retenue de Pierre-Bénite) ;
 - sur le RCC de Belley (seuil de Yenne ?) ;
 - dans la queue de retenue de Sault-Brénaz (pont de Groslée) ;
 - en limite aval du RCC de Pierre-Bénite ;
 - en limite aval du RCC de Péage-de-Roussillon ;
 - en limite aval du RCC de Baix-Le-Logis-Neuf ;
 - Puis détermination des destinations pertinentes pour les matériaux dragués.

• **Faisabilité de réinjection (R1), avec analyse de plusieurs solutions comparatives, dont notamment pour les sites suivants :**

- sous le barrage de Chancy-Pougny, à partir de sédiments dragués à la confluence de l'Arve (5 000 à 10 000 m³/an), à comparer à d'autres solutions (bassin versant de l'Arve notamment) ;
- matériaux du canal de Jonage vers différents sites d'intérêt écologique (canal de Miribel, retenue de Jons, Rhône de St-Vulbas, etc.) ;
- Analyse des quantités et modalités de réinjection de sédiments (R1) dans le RCC de Pierre-Bénite depuis le lieu de dragage en amont de Lyon (Feyssine ou retenue de Pierre-Bénite), à raison de 3-5 000 m³/an, voire 6-10 000 m³/an avec mise en place de débits morphogènes ;
- Analyse de sources d'alluvions complémentaires pour recharger le RCC de Péage-de-Roussillon à hauteur de 2 à 4 000 m³/an (hydrologie actuelle) : transfert des alluvions des affluents de la retenue de Vaugris (Garon, Gier, Sévenne, Gère ; 3 800 m³/an) ; faisabilité de stockage intermédiaire des apports des petits affluents de la retenue de Péage-de-Roussillon (environ 500 m³/an) ; transfert des matériaux de dragage des affluents de la retenue de St-Vallier (Bancel, Cance, Galaure ; jusqu'à 8 200 m³/an) ;
- Pour les affluents de la retenue de St-Vallier, analyse de la capacité de la retenue à admettre les apports de ces affluents par clapage (G4). Détermination de la faisabilité d'autres destinations : RCC de Péage de Roussillon, RCC de St-Vallier (?), gestion à terre ;
- Réinjection des matériaux de l'Eyrieux dans le RCC de Beauchastel ;
- Réinjection des matériaux de la Drôme pour partie dans le RCC de Baix-Le-Logis-Neuf (10 000 m³/an) et pour partie dans le RCC de Donzère (10 000 m³/an) ;
- Détermination de la destination des sédiments de la Cèze la plus pertinente parmi toutes les solutions possibles, en coordination avec les actions de restauration de lônes (R4-Caderousse, Bras des Arméniers) et d'éventuels besoins plus en aval (RCC de Vallabrègues) ;
- Pour tous ces sites, analyse des modalités de transfert (route, voie d'eau) des sédiments dragués vers les RCC et de réinjection (clapage devant barrage, réinjection terrestre).

• **Projets globaux et intégrés de restauration de linéaires :**

- Le Rhône total entre le barrage de Chancy-Pougny et le pont Carnot (R1, R3, R5, R6, R7) ;
- RCC de Chautagne (R1, R2, R3, R4, R5, R9, R11) afin de restaurer un flux grossier de 7 000 m³/an à minima, ou plus si l'ambition est de corriger le style fluvial ;
- RCC de Belley (R1, R2, R3, R4, R5, R11) incluant le devenir des seuils Fournier et de Lucey ;
- RCC de Brégnier Cordon (R1, R2, R3, R4, R5 R11) incluant potentiellement le devenir à terme du seuil des Molottes ;
- Rhône de Miribel (R1, R2, R3, R10) sous un flux de 30 000 m³/an provenant de l'Ain et susceptible de se tarir partiellement à long terme ;
- Projet global de restauration du RCC de Bourg-lès-Valence à partir d'une combinaison d'actions : R1 pour les matériaux du Doux et du Mialan, R2 pour les casiers de la Roche de Glun, R4 pour la lône de la Grand Traverse ;
- Projet global de restauration R3 du RCC de Baix-Le-Logis-Neuf complémentaire aux restaurations de marges (R2) et lônes (R4) déjà engagées, en travaillant sur la rive gauche et en incluant d'anciennes gravières dans l'espace de bon fonctionnement du fleuve. Les flux sédimentaires seraient de 5 à 15 000 m³/an, avec l'hydrologie actuelle (pertinence des débits morphogènes à vérifier), et seraient réceptionnés en aval du RCC sur un site G9 à aménager en surlargeur ;
- Projet global de restauration R3 du RCC de Montélimar complémentaire aux actions prévues de restauration des marges (R2) et de la confluence du Roubion (R3), et basé sur la restauration d'un flux de charriage grossier de 10 000 m³/an (dont 2 000 m³/an provenant du Roubion, avec des déblais réinjectés par l'action R3. Anticipation des volumes à draguer sur le site G9 chenal Lafarge (cotes objectifs) ;
- Projet global de restauration R3 du RCC de Donzère complémentaire aux actions prévues de restauration des marges (R2), des lônes (R4) et de la confluence avec l'Ardèche (R3), et basé sur la restauration d'un flux de charriage de 21 000 m³/an (+ 3 000 m³/an de l'Ardèche). Anticipation des volumes à gérer sur le site G9 de Pont-Saint-Esprit (cotes objectifs) et du devenir de ces matériaux (fosses RCC aval ou autre destination ?) ;

- En lien avec les actions précédentes, définition d'une répartition optimale dans le temps et dans l'espace des flux grossiers de l'Eyrieux, de la Drôme, de l'Ouvèze, du Roubion, de l'Escoutay et du chenal Lafarge ;
- Projet global de restauration R3 du RCC du bras d'Avignon complémentaire aux restaurations de marges (R2) déjà envisagées pour le BPE, sans pénaliser le chenal navigable en aval vers le port du Pontet ;
- Projet global de restauration R3 du RCC de Vallabrègues complémentaire aux actions prévues de restauration des marges (R2) et d'effacement du seuil de Beaucaire (R5), et basé sur la restauration d'un flux de charriage grossier (R1) d'environ 6 000 m³/an avec les apports de la Durance, voire de la Cèze, et les apports de la restauration R3. Ce projet nécessite un dimensionnement fin et une association des acteurs locaux afin de rester compatible avec les enjeux des captages AEP de Nîmes-Beaucaire ;
- Projet global de restauration R3 du Palier d'Arles intégrant les actions prévues de restauration des marges (R2) et des lônes (R4), et basé sur la restauration d'un flux de charriage grossier de 20 000 à 40 000 m³/an ;
- Projet de restauration du bras de Piémanson à comparer à la restauration du Bras de Pégoulie du Grand Rhône identifiée dans le programme BPE ;
- Projet durable de restauration du lit d'étiage et des flux sédimentaires du Petit Rhône, favorisant à la fois l'auto-entretien du chenal navigable et la diversification des habitats aquatiques
- **Restauration des confluences (R3)** de la Drôme et de l'Ardèche pour l'apron, avec des objectifs de restauration des habitats et de la continuité, ainsi que des modalités pour poursuivre les dragages des matériaux grossiers qui ne pourront atteindre la retenue quel que soit l'aménagement
- **Réinjection de bois mort (R6)** sur le site de l'Etournel, dans les RCC de Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon, dans le Rhône de Miribel restauré, dans le RCC de Pierre-Bénite, dans le RCC de Péage de Roussillon, dans les RCC de Baix-Le-Logis-Neuf, Montélimar, Donzère ;
- **Création de zones de hauts fonds (R7), notamment :**
 - dans la retenue de Vaugris à partir des matériaux du Garon, du Gier, de la Sévenne et de la Gère
 - dans les retenues de Péage de Roussillon, de St-Vallier, de Bourg-lès-Valence à partir d'une partie des volumes d'affluents qui ne seraient pas réinjectés ;
 - dans les retenues de Beauchastel, Montélimar à partir d'une partie des volumes d'affluents qui ne seraient pas réinjectés
 - dans les retenues de Caderousse, Avignon, Vallabrègues à partir d'une partie des volumes d'affluents qui ne seraient pas réinjectés
- **Analyse de la faisabilité de débits morphogènes (R11) dans des RCC, en particulier en fonction des volumes de réinjection (R1) qui pourraient être pérennisés dans des projets globaux, dont notamment pour :**
 - les RCC de Chautagne (> 7 000 m³/an), Belley (4-6 000 m³/an), Brégnier-Cordon (2-4 000 m³/an) ;
 - le RCC de Pierre-Bénite (à hauteur de 6-10 000 m³/an) ;
 - le RCC de Péage de Roussillon (à hauteur de 6 000 à 10 000 m³/an) et de l'arasement / effacement du seuil de Peyraud (qui est prévu pour l'atteinte du BPE en termes de continuité biologique) ;
 - le RCC de Bourg-lès-Valence, s'il y a un intérêt dans le cadre d'un projet global de restauration ;
 - le RCC de Baix-le-Logis-Neuf, où capacité de charriage actuelle pourrait toutefois être suffisante ;
 - le RCC de Donzère, pour lequel la capacité de charriage actuelle pourrait également être suffisante, ainsi que, en fonction des formes alluviales restaurées et d'une caractérisation des habitats aquatiques, d'une augmentation des débits réservés.
- **Opportunité de restauration des marges alluviales (R2)** sur le Rhône de St-Vulbas en lien avec de potentielles réinjections sédimentaires (canal de Jonage, autres sites)
- **Détermination des modalités de gestion court et long terme des dépôts** dans les marges des canaux de Belley et Brégnier-Cordon (Lac du Lit au Roi, plan d'eau de Cuchet), avec plusieurs stratégies de gestion possible : G1-G2, R7, G8, G10.
- **Restauration de hauts fonds (R7)**, notamment dans les retenues de Verbois, Chancy-Pougny, Génissiat, Belley, Brégnier-Cordon, Sault-Brénaz, Jons, Pierre-Bénite, Vaugris, Péage de Roussillon, St-Vallier, Montélimar, Caderousse, Avignon, Vallabrègues.

► Principaux suivis à poursuivre ou à engager

• Suivis généraux

- Données granulométriques : a minima 1 point par tronçon homogène et densification selon les gradients attendus, notamment entre les RCC courants et lenticues ;
- Habitats aquatiques (faciès, substrats) ;
- Peuplements invertébrés et piscicoles ;
- Etc. (cf. Mission 9 pour l'exhaustivité des suivis nécessaires ou envisagés) ;

• Suivis bathymétriques :

- Les retenues, dont les retenues avant/après APAVER, en particulier en cas d'occurrence de crue décennale ou supérieure ;
- Linéaire de l'Ain et du Rhône sur l'ensemble du Secteur III, dont les comblements dans les Vieux Rhône de Neyron et la fosse de la Feyssine ;
- Vitesse de sédimentation du site de l'Etournel, en matériaux grossiers dans les zones en eau, en matériaux fins sur les marges ;
- Secteurs particuliers comme la diffluence Petit-Rhône / Grand Rhône, le Grand Rhône en amont du seuil de Terrin et à l'embouchure, le Petit Rhône, etc. temps ; fonctionnement hydrosédimentaire à la diffluence (répartition des flux solides) ; flux sableux entrants dans le Petit Rhône et effets des recul de digues sur le fonctionnement hydrosédimentaire ;
- Suivi du trait de côte du littoral camarguais et du comportement de l'embouchure au cours du temps, notamment après les crues et les tempêtes

• Suivis bathymétrique et apports sédimentaires d'affluents (hydrophone, géophone, RFID / suivi bathymétriques), notamment pour

- les apports de l'Arve en amont de la confluence ;
- le devenir des matériaux de l'Allondon et de la Laire dans la retenue de Chancy-Pougny ;
- les apports du Fier et du Chéran dans la retenue de Vallières ;
- les apports de l'Ain, en lien avec les actions de réinjection sédimentaire du SR3A ;
- le retour des sédiments et la progression du front sédimentaire du Gardon ;

• Flux de charriage (hydrophone, géophone, RFID / suivi bathymétriques), notamment :

- sur le Rhône total au pont de Pougny ;
- dans les RCC actuels et restaurés de Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon ;
- dans les RCC actuels et restaurés du Rhône de Miribel, RCC de Pierre-Bénite, Péage de Roussillon ;
- dans les RCC actuels et restaurés de Baix-Le-Logis-Neuf, Montélimar, Donzère ;
- dans le RCC actuel et restauré de Vallabrègues, et dans le Palier d'Arles) ;

• Suivi de la transparence de retenues :

- Poursuite du suivi de la retenue de Jons ;
- Analyse de la transparence des matériaux clapés de l'Ouvèze ardéchoise à travers le barrage du Pouzin (RFID) ;
- Analyse de la transparence de la retenue de Donzère en cas de mise en œuvre d'un test ou d'actions de mise en transparence.



Figure 82 : Restauration des marges alluviales (R2) le long du RCC de Péage de Roussillon (Ile des Graviers, AERMC)



Figure 83 : Le bateau hydrographique « Frédéric Mistral » pour les suivis bathymétriques (CNR)

Bilan des coûts globalisés

Les coûts totaux de chaque scénario sur le Rhône dans sa globalité ont été calculés en faisant la somme des coûts de chaque scénario dans chaque secteur.

Les coûts sont donnés en €/an dans le cas des coûts de fonctionnement et en € dans le cas des coûts d'investissements. La somme des coûts des actions mises en œuvre est ensuite présentée dans le Tableau 52 et permet d'illustrer la différence entre les coûts avant impact et les coûts d'impacts. Finalement, au total les montants 2050 non actualisés des 4 scénarios sont repris en Figure 84. Le graphique permet de distinguer les coûts des actions de gestion de ceux des actions de restauration. Les montants 2050 qui sont présentés correspondent au montant qui aura été dépensé d'ici 2050 (comprenant les investissements initiaux et les entretiens annuels).

A partir de ces éléments, les conclusions suivantes peuvent être établies :

- Sans compter les coûts des impacts :
 - ce sont les actions du scénario 4 qui présentent le montant le plus élevé avec 721 M€ (montant 2050) ;
 - le scénario 2 conduirait à 46% d'augmentation des coûts par rapport au scénario 1 ;
 - le scénario 3 conduirait à 27% d'augmentation des coûts par rapport au scénario 1 ;
 - le scénario 4 conduirait à 117% d'augmentation des coûts par rapport au scénario 1 ;
- En comptabilisant les coûts des impacts dans le total :
 - le scénario 3 serait le plus couteux à cause des pertes économiques pour les secteurs de la navigation et de l'hydroélectricité qui s'élèvent à plus de 630 M€/an au total ;
 - le scénario 3 est le seul qui a un impact négatif sur la navigation, soit 486 M€/an.
- La stratégie proposée conduirait à 86% d'augmentation des coûts par rapport au scénario 1. Les coûts d'impacts sont estimés à environ 6 M€/an, en grande partie liés aux débits morphogènes.

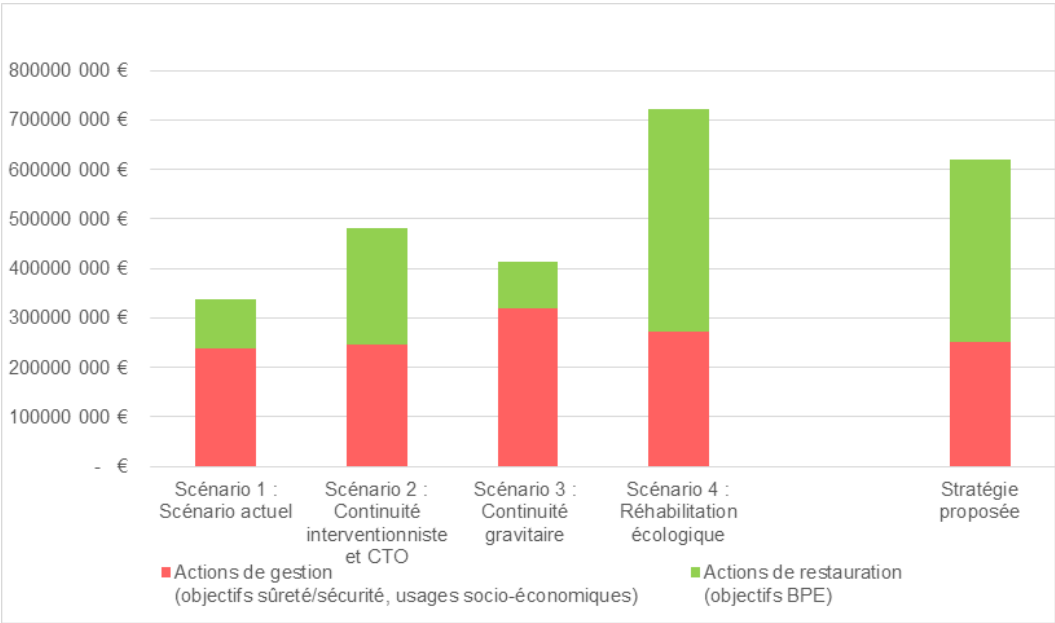


Figure 84 : Tous secteurs confondus – Montant totaux 2050 pour chacun des scénarios

Tableau 52 : Tous secteurs confondus - Coûts des actions de gestion et de restauration

Action	N°	Unité	Scénario 1 : Scénario actuel	Scénario 2 : Continuité interventionniste et CTO	Scénario 3 : Continuité gravitaire	Scénario 4 : Réhabilitation écologique	Stratégie proposée
Dragage de sédiments fins et grossiers	G1-G2-G3-G4	Euro/an	5 890 000,00 €	4 650 000,00 €	3 350 000,00 €	4 650 000,00 €	4 650 000,00 €
dont sites N1-N2		Euro/an	2 540 000,00 €	2 540 000,00 €	1 290 000,00 €	2 540 000,00 €	2 540 000,00 €
dont sites N3-N4		Euro/an	3 350 000,00 €	2 110 000,00 €	2 060 000,00 €	2 110 000,00 €	2 110 000,00 €
Chasse de retenue	G5	Euro/an	1 050 000,00 €	1 050 000,00 €	- €	1 050 000,00 €	1 050 000,00 €
Mise en transparence de barrage	G6	Euro/an	1 375 000,00 €	1 375 000,00 €	8 000 000,00 €	1 375 000,00 €	1 375 000,00 €
Optimisation de la gestion des ouvrages pour réduire la sédimentation	G7	Euro/an			- €		- €
Optimisation des infrastructures pour réduire la sédimentation	G8	Euro			2 500 000,00 €		2 500 000,00 €
Zone de gestion sédimentaire en aval d'un RCC restauré	G9	Euro		1 500 000,00 €		1 500 000,00 €	1 500 000,00 €
Zone de gestion sédimentaire en aval d'un RCC restauré	G9	Euro/an		1 440 000,00 €		2 360 000,00 €	1 560 000,00 €
Réduction ou déplacement du chenal navigable	G10	Euro			- €	- €	- €
Redimensionnement des systèmes d'endiguement en fonction du retour des	G11	Euro			- €	- €	- €
Charruage-essartage	G12-G13	Euro/an	210 000,00 €	210 000,00 €		210 000,00 €	210 000,00 €
Réinjection de sédiments grossiers en RCC	R1	Euro/an	280 000,00 €	5 220 000,00 €	230 000,00 €	7 110 000,00 €	5 160 000,00 €
issu des actions du BPE		Euro/an	280 000,00 €	280 000,00 €	- €	3 230 000,00 €	2 570 000,00 €
complément issu des sites N3		Euro/an	- €	4 940 000,00 €	230 000,00 €	3 880 000,00 €	2 590 000,00 €
Réactivation des marges alluviales	R2	Euro	34 700 000,00 €	34 700 000,00 €	34 700 000,00 €	61 500 000,00 €	61 500 000,00 €
Restauration morphologique de la bande active	R3	Euro	4 500 000,00 €	4 500 000,00 €		78 500 000,00 €	74 700 000,00 €
Restauration des îlots et zones humides associées	R4	Euro	14 700 000,00 €	14 700 000,00 €	14 700 000,00 €	22 000 000,00 €	22 000 000,00 €
Restauration de la continuité sédimentaire des ouvrages transversaux	R5	Euro	500 000,00 €	500 000,00 €	500 000,00 €	5 000 000,00 €	2 500 000,00 €
Réinjection de bois mort	R6	Euro				1 100 000,00 €	800 000,00 €
Restauration morphologique dans les retenues ou canaux usiniers	R7	Euro	- €	- €		12 000 000,00 €	12 000 000,00 €
Mise en transparence ou recul de digues	R8	Euro	12 000 000,00 €	12 000 000,00 €	12 000 000,00 €	14 000 000,00 €	12 000 000,00 €
Restauration d'anciennes gravières	R9	Euro	800 000,00 €	800 000,00 €	800 000,00 €	800 000,00 €	800 000,00 €
Relèvement des débits et régimes réservés	R10	Euro/an	200 000,00 €	200 000,00 €	200 000,00 €	200 000,00 €	200 000,00 €
Augmentation de la fréquence des débits morphogènes	R11	Euro/an	100 000,00 €	100 000,00 €	100 000,00 €	1 000 000,00 €	400 000,00 €










Tableau 53 : Tous secteurs confondus – Bilan des coûts des scénarios et de la stratégie proposée

		Scénario 1 : Scénario actuel	Scénario 2 : Continuité interventionniste et CTO	Scénario 3 : Continuité gravitaire	Scénario 4 : Réhabilitation écologique	Stratégie proposée
Actions de gestion (objectifs sûreté/sécurité, usages socio-économiques)	Investissement (€HT)	- €	1 500 000 €	2 500 000 €	1 500 000 €	4 000 000 €
	Fonctionnement (€HT/an)	8 525 000 €	8 725 000 €	11 350 000 €	9 645 000 €	8 845 000 €
	Montant 2050 (€HT)	238 700 000 €	245 800 000 €	320 300 000 €	271 560 000 €	251 660 000 €
Actions de restauration (objectifs BPE)	Investissement (€HT)	81 900 000 €	81 900 000 €	77 400 000 €	216 900 000 €	208 300 000 €
	Fonctionnement (€HT/an)	580 000 €	5 520 000 €	530 000 €	8 310 000 €	5 760 000 €
	Montant 2050 (€HT)	98 140 000 €	236 460 000 €	92 240 000 €	449 580 000 €	369 580 000 €
TOTAL avant impacts	Investissement (€HT)	81 900 000 €	83 400 000 €	79 900 000 €	218 400 000 €	212 300 000 €
	Fonctionnement (€HT/an)	9 105 000 €	14 245 000 €	11 880 000 €	17 955 000 €	14 605 000 €
	Montant 2050 (€HT)	336 840 000 €	482 260 000 €	412 540 000 €	721 140 000 €	621 240 000 €
	Montant 2050 actualisé (€HT)	483 291 445 €	705 508 452 €	611 962 869 €	1 049 888 500 €	900 501 064 €
	Evolution / Sc1	-	46%	27%	117%	86%
Impacts hydroélectricité mise en transparence barrage (coût d'impact €/an)		1 175 000 €	1 175 000 €	141 540 000 €	1 175 000 €	1 175 000 €
Impacts hydroélectricité débits morphogènes (coût d'impact €/an) **		2 330 000 €	2 330 000 €	2 330 000 €	13 390 000 €	4 860 000 €
Impacts navigation (coût d'impact €/an)		- €	- €	486 700 000 €	- €	- €
Impacts AEP (coût d'impact €/an)		- €	- €	- €	AD	AD

Synthèse des effets de la stratégie proposée

La stratégie proposée permet de remplir les objectifs assignés en Mission 6, notamment pour l’atteinte du bon potentiel / bon état écologique, sans remettre en question les enjeux de sûreté-sécurité et tout en limitant les impacts sur les enjeux socio-économiques. A ce titre, le Tableau 16 récapitule les objectifs visés dans le cadre de la stratégie proposée.

Tableau 54 : Bilan des objectifs visés de la stratégie proposée

		Dégradation du niveau de satisfaction	Statu quo	Amélioration du niveau de satisfaction	Forte amélioration du niveau de satisfaction
					
Enjeu					
Biodiversité	Bon potentiel écologique	 <ul style="list-style-type: none">• Objectifs gradués dans le temps :<ul style="list-style-type: none">• Respect à court terme (2027) des objectifs du SDAGE 2022-2027 (atteinte du BPE pour 18 masses d'eau sur 26)• Atteinte du BPE pour toutes les masses d'eau• Vision vers un objectif supérieur au BPE			
	Biodiversité milieux humides et terrestres	 <ul style="list-style-type: none">• Restauration des fonctions d'espace de bon fonctionnement de l'hydrosystème du fleuve			
Sûreté- sécurité	Ouvrages hydrauliques	 <ul style="list-style-type: none">• Respect de la sûreté des ouvrages			
	CNPE	 <ul style="list-style-type: none">• Respect de la sûreté des CNPE (à vérifier pour l'action G6 au barrage de Donzère vis-à-vis du CNPE du Tricastin)			
	AEP	 <ul style="list-style-type: none">• Respect de la sûreté des ouvrages AEP<ul style="list-style-type: none">• maîtrise des enjeux de relation nappe / rivière• adaptations éventuelles des installations AEP de Crépieux-Charmy en fonction de leur vulnérabilité au flux sédimentaire actuel ou réduit par le réaménagement de la brèche de Neyron			
	Zones inondables	 <ul style="list-style-type: none">• Atténuation des aléas en zones inondables• Réduction des niveaux de protection dans les RCC au cas par cas :<ul style="list-style-type: none">• Minimisation des impacts en zone à enjeux forts ou mise en place de mesures adaptatives (protections locales, etc.)• Augmentation des lignes d'eau de l'ordre de 0,20 m (ou plus, si faisabilité) de façon à permettre de restaurer le matelas alluvial des Vieux Rhône			
Usages socio- économiques	Usages à CTO (navigation, hydroélectricité)	 <ul style="list-style-type: none">• Adaptation de la production hydroélectrique aux débits morphogènes sur 6 RCC• En cas de faisabilité de continuité sédimentaire au barrage de Donzère, adaptation de la navigation à 6 jours de transport solide actif par an, soit environ 2 semaines d'ouverture de barrage			
	Usages sans CTO (AEP, irrigation, loisirs)	 <ul style="list-style-type: none">• Définition de CTO pour les usages spécifiés AEP et irrigation (« volume utilisable », « marnage faible court terme »)• Adaptation des usages au fonctionnement sédimentaire			

Les effets de la stratégie se traduisent par les grandes lignes directrices suivantes :

- Le rétablissement de continuités sédimentaires sur certains linéaires ;
- Des bénéfices importants en vue de l’atteinte du bon potentiel écologique ;
- Des bilans sédimentaires globaux qui montrent un risque de tension en matériaux grossiers à l’avenir ;
- Des considérations technico-économiques à préciser ;
- La nécessité de viser une valeur et une durée de vie

Le rétablissement de continuités sédimentaires sur certains linéaires

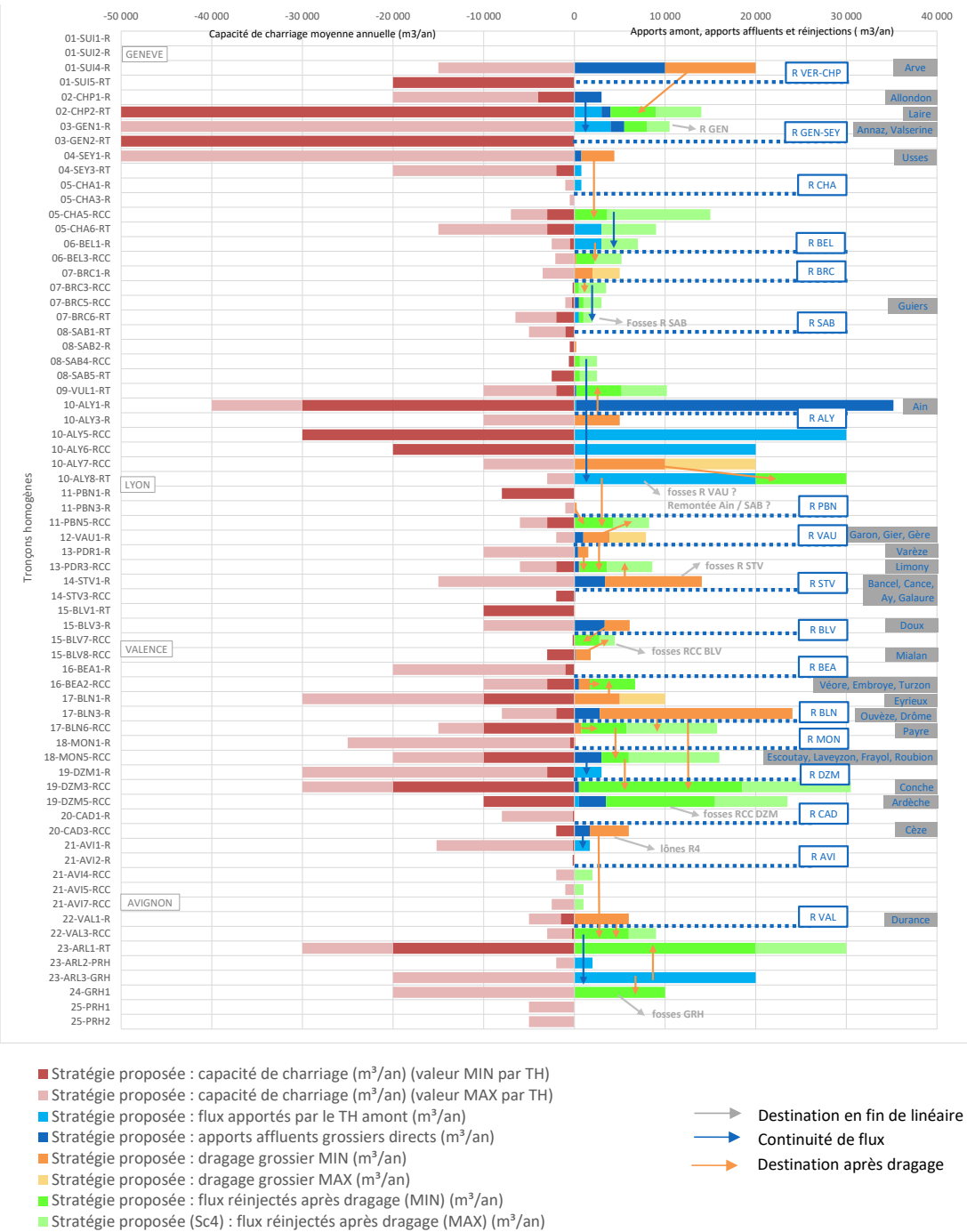


Figure 85 : Stratégie proposée : capacités de charriage en matériaux grossiers (gauche / rouge) ; apports des affluents et flux grossiers actuels constatés (droite / bleu-orange-vert)

Le graphique précédent illustre l'évolution des flux sédimentaires grossiers le long du fleuve dans le cadre de la stratégie proposée, en comparaison de la situation actuelle (cf. Figure 14).

Le constat global est qu'il ne serait pas possible de mettre en œuvre une continuité grossière globale sur le Rhône, analysée à travers le Scénario 3, d'une part parce qu'elle n'a jamais existé dans le passé pour des causes géomorphologiques (ombilics glaciaires), et d'autre part parce que, si elle était mise en œuvre par ouvertures périodiques des barrages, elle conduirait à des impacts socio-économiques (navigation, hydroélectricité) et sécuritaires (CNPE) majeurs qui remettraient en question l'existence de ces usages (électricité renouvelable, transports respectueux de l'environnement). Toutefois, la continuité sédimentaire est effective pour les fines et les sables et peut être améliorée, et pour les grossiers, elle peut être restaurée par portions pour des gains écologiques intéressants.

Avec la stratégie proposée, des flux seraient restaurés sur 8 Vieux Rhône (05-CHA, 06-BEL, 07-BRC, 11-PBN, 12-PDR, 17-BLN, 18-MON, 19-DZM) en complément de celui du canal de Miribel (10-ALY) qui est déjà effectif. Trois autres petits RCC pourraient bénéficier d'une continuité partielle (16-BEA, 17-BLV) ou dépendante de la faisabilité des actions (22-VAL). Au total, les flux restaurés sur des RCC seraient de 80-90 km au lieu de 30 km dans l'état actuel. En complément, 3 portions de Rhône total verraient leurs flux sédimentaires grossiers restaurés et pérennisés : Chancy-Pougny, Bugey, Palier d'Arles, soit pour un linéaire total de 40 à 50 km.

Des bénéfices importants en vue de l'atteinte du bon potentiel écologique

Si la définition du BPE reste dans les standards actuels (Notice SDAGE, 2014), toute action supplémentaire, éventuellement plus efficiente, permettra de viser un potentiel écologique plus haut que celui initialement envisagé. Dans ces conditions, le Bon Potentiel Ecologique devrait être dépassé à l'horizon 2050 pour 12 masses d'eau sur 26 : 05-CHA, 06-BEL, 07-BRC, 10-ALY, 11-PBN, 12-PDR, 15-BLV, 16-BEA, 17-BLN, 18-MON, 19-DZM, 22-VAL. La Figure 133 illustre cette situation de façon indicative (aucun calcul n'a été mené puisqu'il faudrait pour cela que des taux de participation à l'atteinte du BPE soient attribués à chaque action).

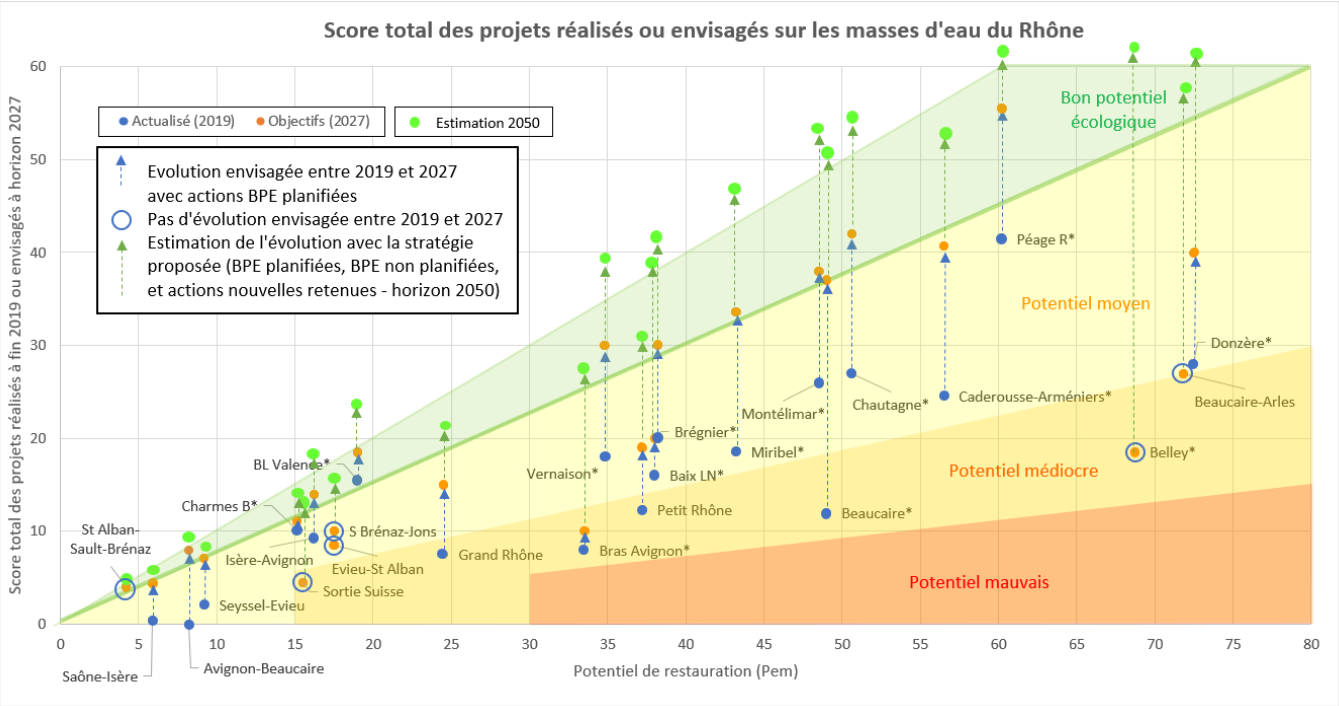


Figure 86 : Illustration des tendances probables des scores de potentiel écologique des masses d'eau à l'horizon 2050 avec la stratégie proposée

Des bilans sédimentaires globaux qui montrent un risque de tension en matériaux grossiers à l'avenir

Puisque les bilans sédimentaires sont positifs à l'échelle de chaque grand secteur et que, selon la réglementation, les alluvions doivent être en priorité conservés au sein des milieux aquatiques dans le cadre des plans de gestion, cela signifie qu'il existe des risques à long terme de saturation de chaque grand secteur en matériaux grossiers. La saturation serait donnée par le déclenchement d'enjeux sûreté-sécurité et socio-économiques, selon les analyses menées en Mission 3 et reprises en Mission 6 pour la construction des scénarios.

Aussi un premier niveau d'analyse des bilans sédimentaires globaux et par grands secteurs a été mené afin de déterminer les échéances à partir desquelles il existerait des risques de saturation en sédiments grossiers.

Le bilan global à l'échelle de tout le fleuve montre que la somme des volumes des destinations possibles (Vieux Rhône, zones déficitaires telles que les anciennes fosses d'extraction, retenues en mesure d'accepter des excédents) est de 11 hm³. Ce volume reste un ordre de grandeur à vérifier site par site par des études hydrauliques adéquates. Compte tenu des apports des affluents à hauteur de 150 000 m³/an, cela représente un stock potentiel avant saturation et déclenchement des enjeux de 70 années. Cette échéance se décline entre 30 et 390 ans selon les grands secteurs, et montre la nécessité de gérer à l'avenir les stocks sédimentaires grossiers.

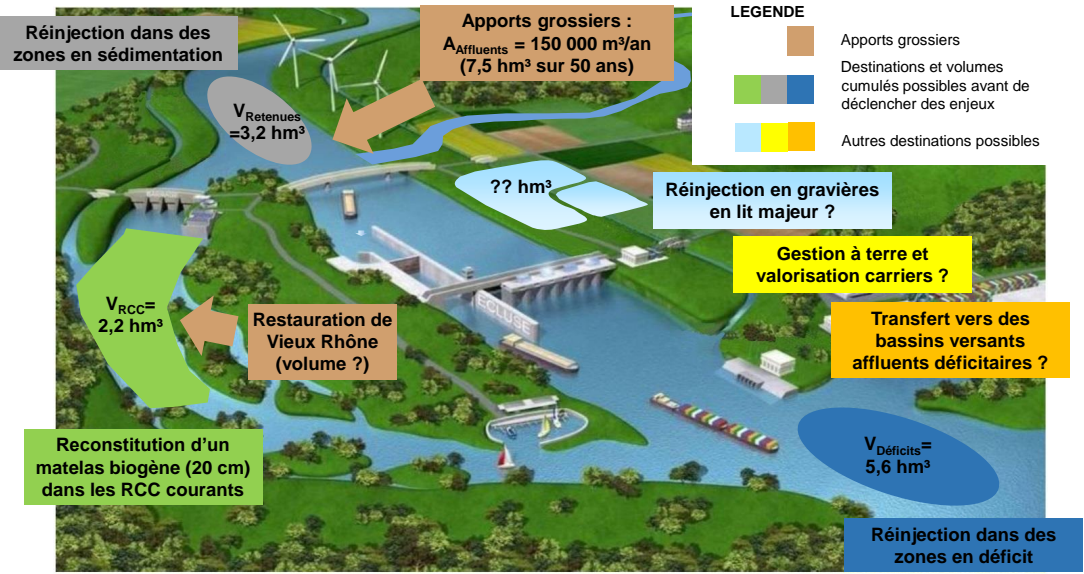


Figure 87 : Schéma synthétique du concept de bilan sédimentaire pour les sédiments grossiers

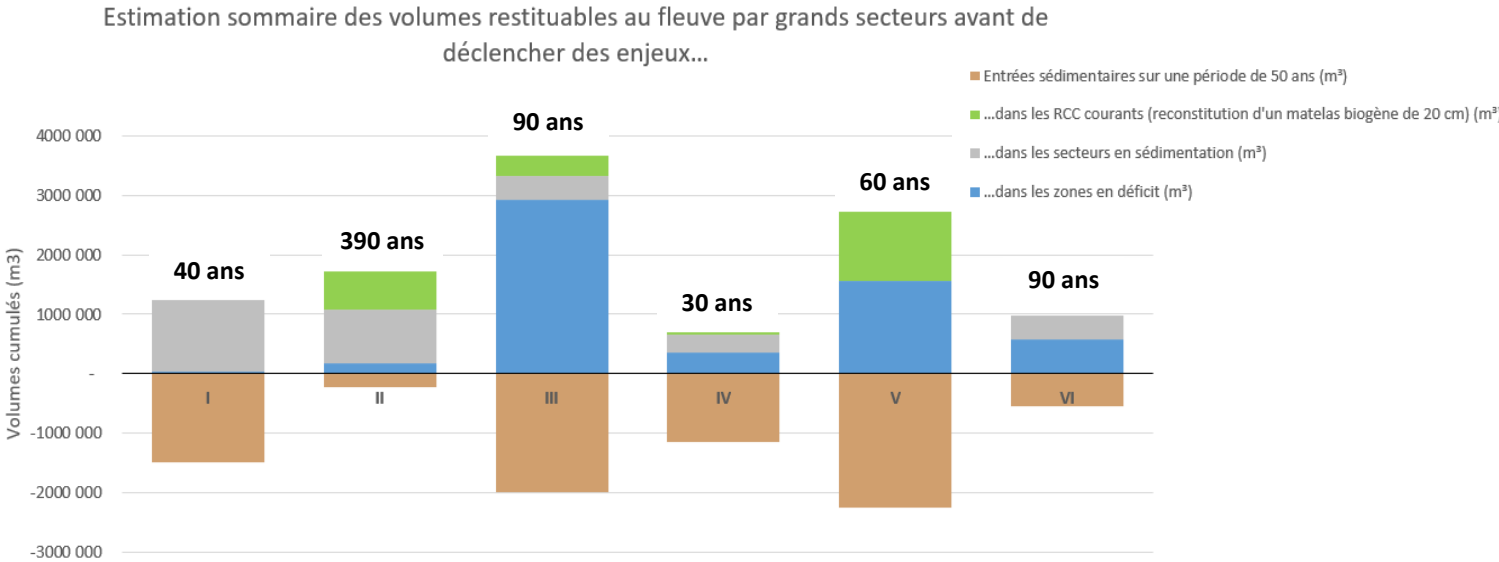


Figure 88 : Equilibre entre apports grossiers et volumes restituables et estimation des échéances avant déclenchement des enjeux

• Des considérations technico-économiques à préciser

L'analyse des scénarios ayant conduit à la stratégie proposée montre que l'intégration d'une restitution des sédiments plus profitables sur le plan écologique qu'une restitution en retenue conduit à des coûts majorés. Globalement, les coûts d'entretien de la stratégie proposée (14,6 M€/an) sont supérieurs de 60% à la situation actuelle représentée par le Scénario 1 (9,1 M€/an).

Sur la seule gestion des matériaux grossiers représentés par les sites N3-N4, le coût des dragages restitution G3-G4 passe de 3,3 M€/an à 2,1 M€/an du fait de l'abandon de la restitution en retenues pour la majorité des sites, et dans le même temps, les coûts de réinjection R1 passent de 0,3 à 5,2 M€/an. Aussi globalement, la gestion des sites N3-N4 passe de 3,6 à 7,3 M€/an, ce qui représente une augmentation de plus de 100%.

A l'avenir, il serait souhaitable de définir des distances maximales admissibles pour transporter des sédiments afin de maîtriser les coûts et les bilans GES des opérations. Les surcoûts pourraient être assortis d'un critère sur l'intérêt écologique de la réinjection. Aussi, en phase avec les propositions émises pour la stratégie proposée, nous pensons que les distances maximales suivantes devraient être respectées :

- Pour une réinjection avec intérêt écologique fort : 40 à 50 km maximum par voie routière ou voie fluviale (coûts et bilan GES globalement équivalents) ; la majoration de coût liée au transport est alors de 30 à 40 €/m³. Cette distance peut éventuellement être allongée par voie ferrée (la faisabilité et les coûts étant à vérifier), dont les coûts de transport sont a priori plus faibles (mais nécessitent plus d'infrastructures) ;
- Pour une réinjection avec intérêt écologique moyen : 20 à 30 km maximum par voie routière ou voie fluviale (coûts et bilan GES globalement équivalents) ; la majoration de coût liée au transport est alors de 15 à 25 €/m³.
- Pour une réinjection avec intérêt écologique nul ou négligeable : 10 km maximum par voie routière ou voie fluviale (coûts et bilan GES globalement équivalents). La majoration de coût liée au transport est alors de 8 €/m³. Ce type de situation équivaut aux restitutions de type G4 dans les retenues telles que pratiquées ces dernières années sur plusieurs sites.

Les distances précédentes sont déjà ambitieuses et modifient en grande partie la gestion actuelle pour les principaux sites avec matériaux grossiers (sites N3 et N4), avec des coûts supérieurs comme mentionnés précédemment. En effet, ces sites doivent aujourd'hui gérer 165 000 m³ d'alluvions par an (site N3) et demain ces volumes pourraient s'élever à 60 000 m³ de plus, soit 225 000 m³/an. La Mission 4 a montré que les volumes restitués au Rhône sur 1995-2018 s'élevaient en moyenne à 42 000 m³/an ; ce chiffre est passé à 80 000 m³/an sur 2015-2019. Les volumes restitués sont donc en croissance constante depuis la mise en plan du PGPOD de CNR en 2011 et ont vocation à se renforcer avec la stratégie proposée.

Au niveau économique, on retiendra que ce qui permettra de maîtriser les coûts sera notamment lié à la limitation des transferts de charge entre modes de transport et stockages intermédiaires. Il sera donc bienvenu :

- lorsqu'un dragage a lieu en milieu fluvial (pelle sur ponton, barge à clapets) que les matériaux soient transportés par voie fluviale et s'approchent au plus près du lieu de réinjection avec la barge, et qu'idéalement, les matériaux soient clapés en amont du barrage de retenue pour le RCC visé, de façon à éviter un transport sur camion pour dépotage et régalaage dans le lit du RCC. Des études de faisabilité doivent être menées pour vérifier la possibilité de claper les matériaux en amont de barrage, en termes de reprise des sédiments (si besoin en testant des RFID) et en termes d'enjeux de sûreté pour les barrages, leur génie civil et leurs équipements.
- lorsqu'un dragage a lieu par milieu terrestre (pelle à terre, remplissage de camions), que les matériaux soient transportés par voie terrestre et s'approchent au plus près du lieu de réinjection, à savoir le RCC qui serait rechargé après dépotage et régalaage des matériaux.

Dans la durée, si les bilans sédimentaires exposés en partie §.4.2.2 continuent à s'avérer positifs et mettent en tension les grands secteurs et les UHC vis-à-vis des enjeux de sûreté et socio-économique, il faudra rechercher des solutions parmi les destinations complémentaires proposées en partie précédente : vers d'anciennes gravières ou plans d'eau ; vers des bassins versants affluents ; vers la filière des granulats. Une vision d'ensemble serait souhaitable sur ces volets à l'échelle des grands secteurs et des UHC ; pour la filière des granulats, il pourrait être opportun, sans que les alluvions deviennent une ressource pérenne, que les volumes excédentaires soient intégrés dans la réflexion des schéma régionaux de carrières.

• La nécessité d'augmenter la valeur écologique et une durée de vie des sédiments grossiers

Globalement, l'analyse des conditions de mise en œuvre des objectifs d'atteinte du bon potentiel menée au cours de la Mission 7 montre qu'il est nécessaire de s'appuyer au maximum sur les synergies entre les actions de gestion et les actions de restauration. Cela revient in fine à augmenter la « valeur écologique » et la « durée de vie » des graviers dans l'hydrosystème, et en particulier dans le lit mineur où les matériaux grossiers sont un élément structurant des fonctionnalités (formes alluviales, habitats aquatiques, zones de frayères, filtration des eaux, autoépuration, écoulements hyporhéiques, etc.). Ainsi, selon ces principes, illustrés par la Figure 89 :

- **Un gravier dragué dans une confluence ou une queue de retenue a vocation à être réinjecté** (action R1) dans un RCC à proximité, ou tout au moins à une distance raisonnable ;
- **Une fois dans un RCC, et si possible le plus en amont possible et dans un RCC d'une longueur courante significative, le gravier a vocation à transiter** lors des crues, participer à la création de formes alluviales, d'un matelas biogène, de frayères, etc. Afin de ralentir sa course dans le RCC et augmenter sa « durée de vie écologique », des actions de restauration sont menées : restauration de la bande active (R3, élargissement du lit, remodelage des volumes) ; réactivation des marges (R2) par enlèvement des anciennes protections et éléments de chenalisation ; restauration de îlots (R4), recul de digues (R8) ;
- **Au besoin, et si les quantités de sédiments permettent de rehausser les fonds, les seuils faisant obstacles à la continuité sédimentaire sont abaissés ou effacés** afin de rallonger le parcours du gravier et toujours augmenter sa « durée de vie écologique » ;
- **Par ailleurs, des actions R11 d'augmentation de la fréquence des débits morphogènes peuvent être réalisées** si les quantités de graviers apportées sont cohérentes avec les capacités de charriage (action R1) et si les berges ont pu être libérées des protections en place (action R2) afin de participer à la mobilité et à la recharge sédimentaire ;
- **Le gravier atteint ainsi la fin du RCC courant et entre dans la partie du RCC influencée par la retenue aval.** Les premiers calculs montrent que les temps de transfert sont de plusieurs décennies, variables selon la longueur du RCC et l'hydrologie. A ce niveau, soit il atteint une ancienne fosse d'extraction ; soit son accumulation nécessite une gestion sur un site G9 ;
- **La question suivante est importante : que doivent devenir les sédiments dragués sur le site G9 ?** cette question trouve sa réponse dans l'équilibre sédimentaire global du secteur. Les alternatives de destination sont les suivantes et doivent être analysées au cas par cas : une réinjection dans une fosse à proximité ; un transfert vers un autre RCC ; une réutilisation dans une ancienne gravière, en réhabilitation écologique ; un transfert vers un cours d'eau affluent en déficit ; une réutilisation en tant que granulat.

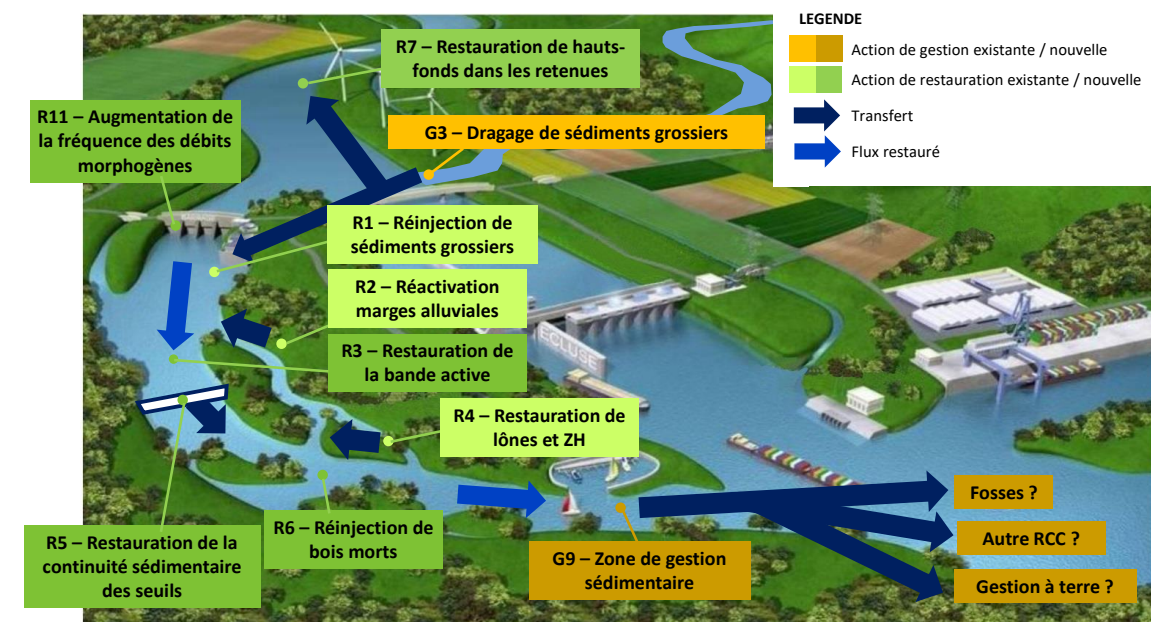


Figure 89 : Schéma d'illustration des actions-clés nécessaires pour augmenter la « valeur écologique » et la « durée de vie » des graviers

3.4 Mission 8 : Eléments méthodologiques pour la déclinaison opérationnelle de la stratégie

La stratégie proposée doit envisager le stade opérationnel et pour cela il est nécessaire de conjuguer des principes émis avec une vision globale en actions locales réalistes. La Mission 8 permet de passer à ce stade en proposant des outils méthodologiques qui ont pu être développée dans le cadre de la présente étude ou repris d'autres études, notamment des travaux scientifiques de l'OSR.

Pour cela, la Mission 8 tente d'apporter des éléments permettant de répondre aux questions suivantes :

- Quel est le cadre réglementaire des actions ?
- Quels sont les coûts unitaires à retenir pour les actions-clés ?
- Comment améliorer les actions de gestion courantes ?
- Comment imaginer des solutions innovantes de gestion ?
- Comment faire progresser les actions courantes de restauration ?
- Quelles nouvelles actions de restauration envisager ?
- Quels outils pratiques pour une réinjection sédimentaire
- Comment réaliser un choix d'action entre plusieurs solutions ?
- Quels autres sujets à traiter dans le futur ?

La Mission 8 inclut également un rapport annexe comprenant les fiches actions-clés retenues en Mission 6, testées en Mission 7 et confortées en Mission 8.

Le présent rapport de synthèse comprend quelques illustrations du rapport de Mission 8.

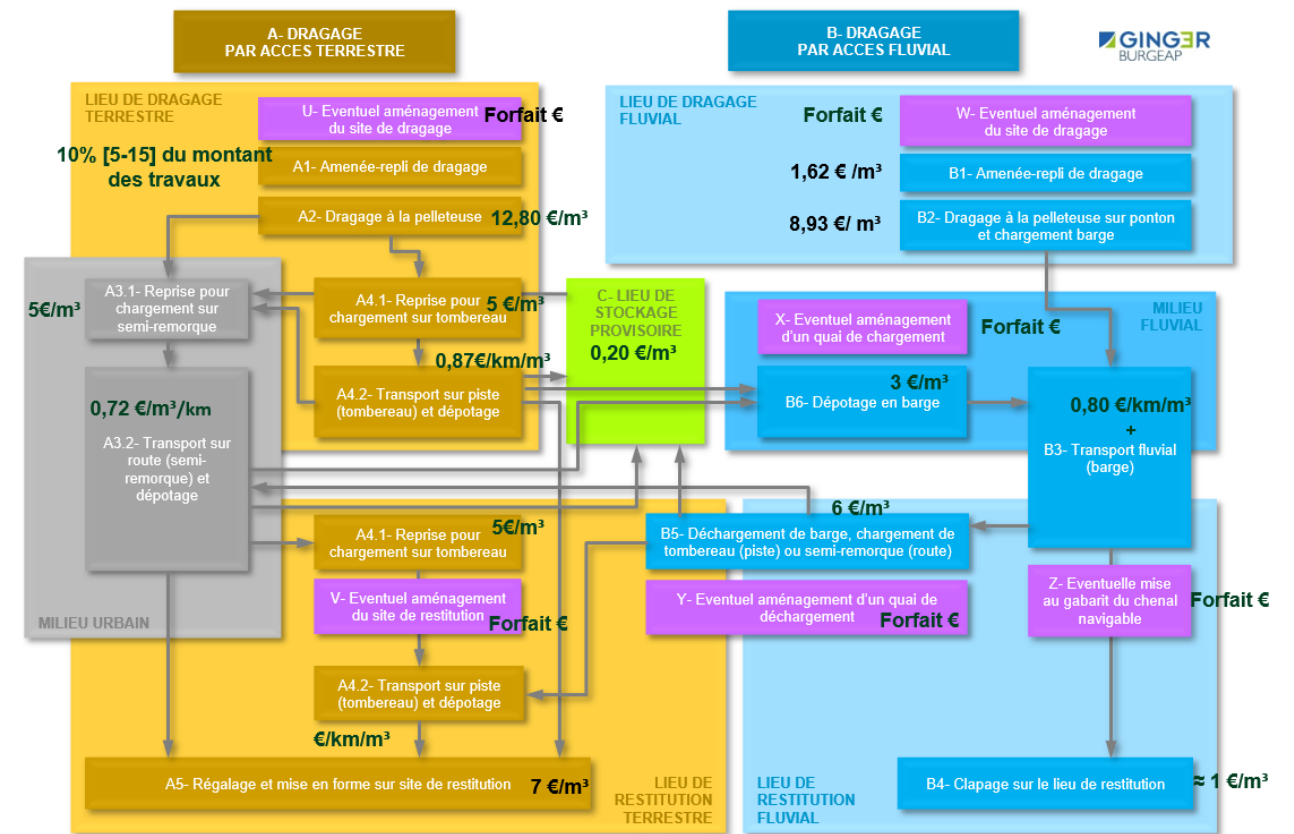


Figure 91 : Synoptique des coûts de dragages, transports et restitutions de sédiments grossiers

Ce schéma permet d'identifier puis d'estimer les coûts unitaires des opérations de dragage (en milieu terrestre ou alluvial), de transport et de réinjection en matériaux grossiers

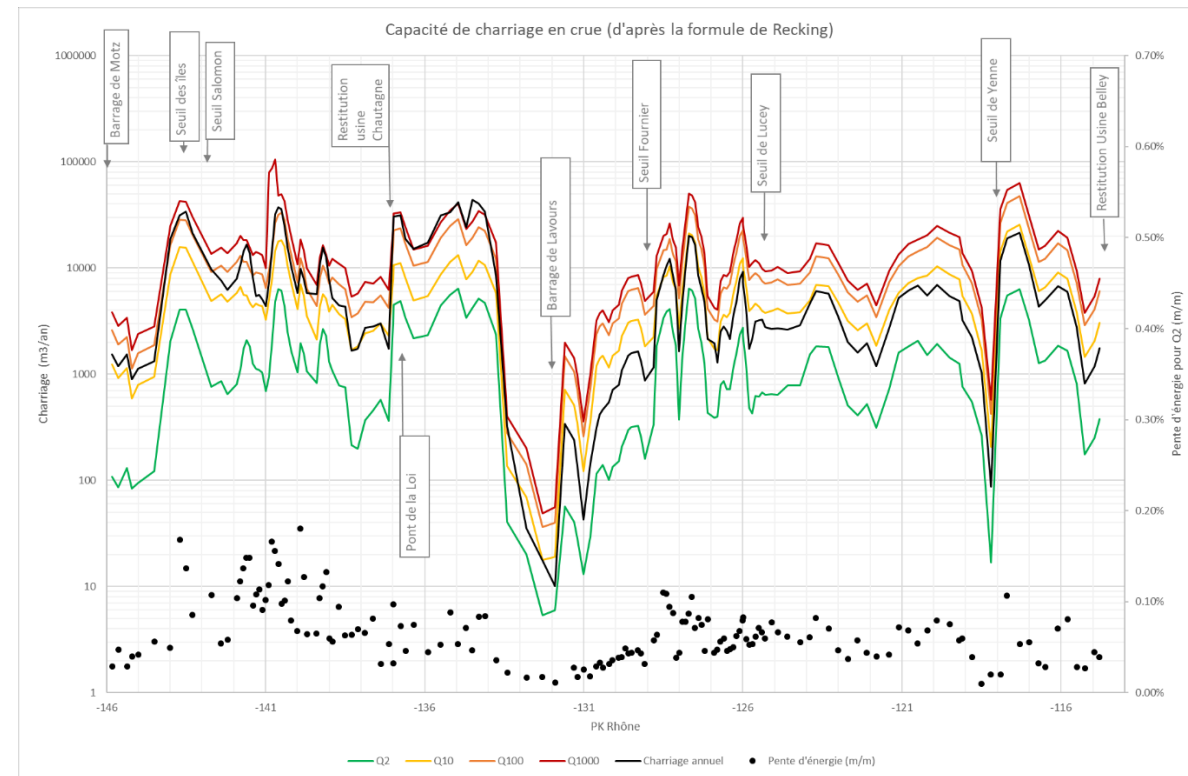


Figure 90 : Capacités de charriage calculées en crue

Un tel calcul vient compléter les calculs de capacité de charriage en moyenne annuelle

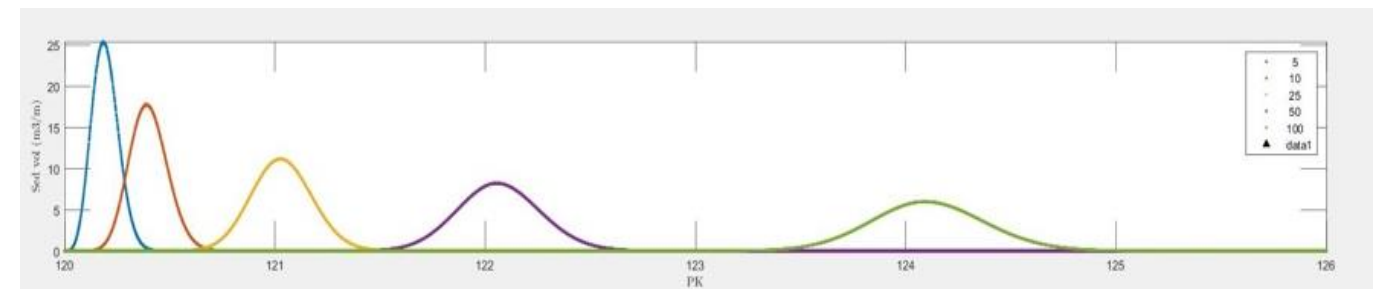
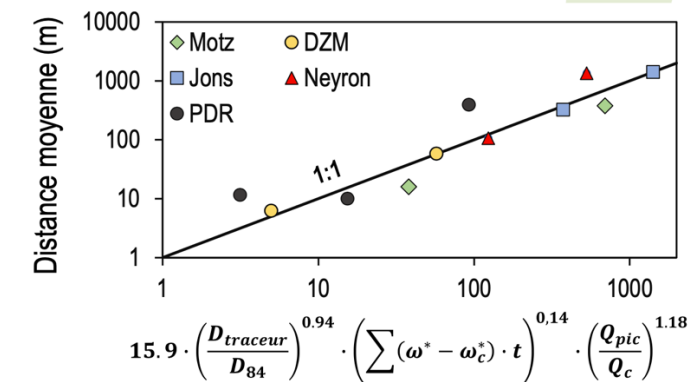


Figure 92 : Modèle expérimental pour déterminer les vitesses de diffusion d'une masse sédimentaire réinjectée. Exemple d'application sur le RCC de Montélimar

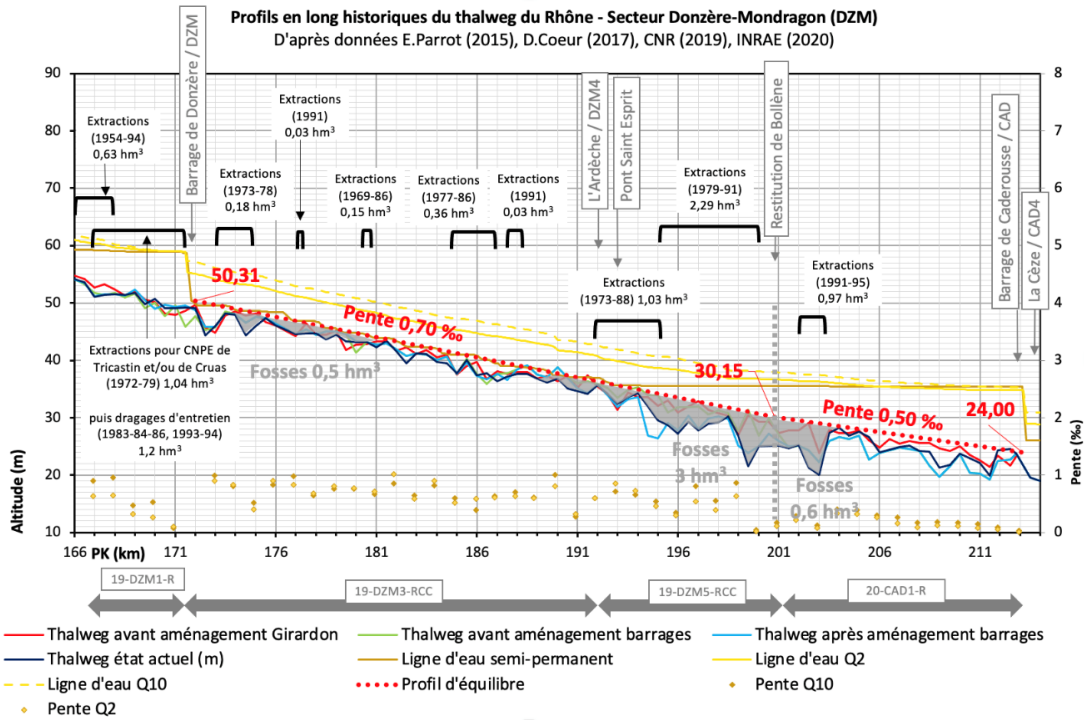


Figure 93 : Illustration du travail réalisé sur les pentes « équilibre » par UHC

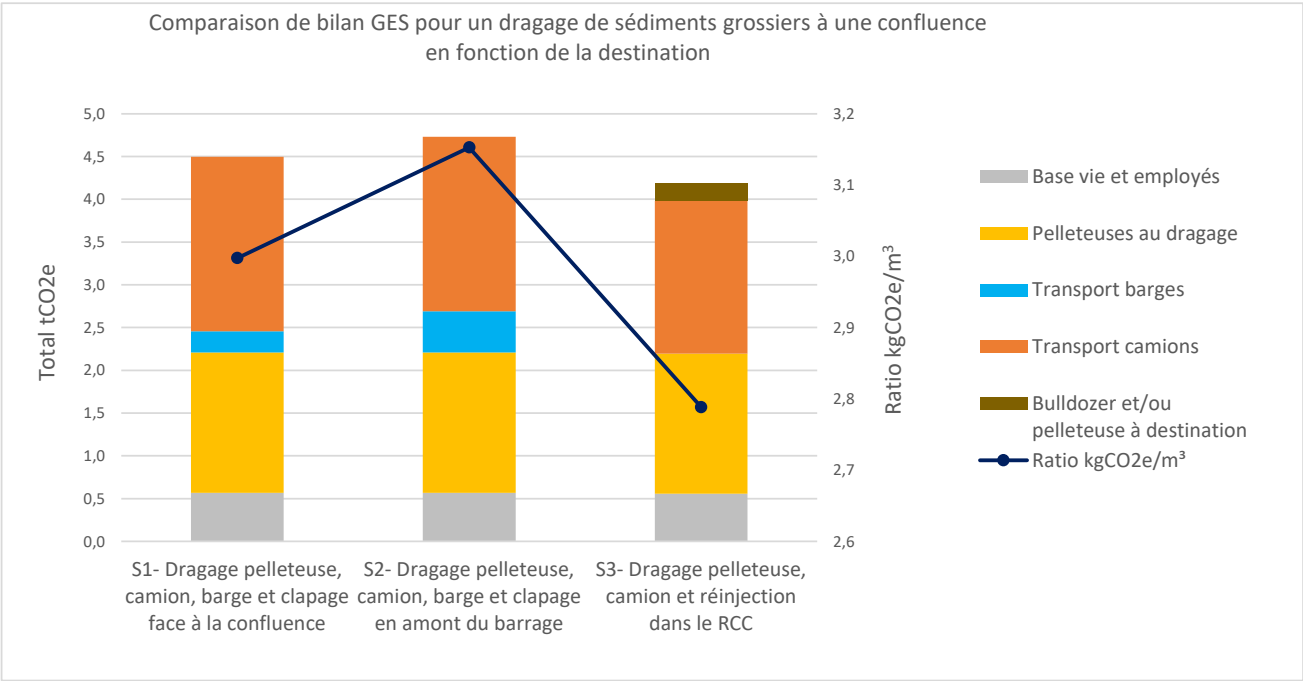


Figure 94 : Exemple d'analyse du bilan GES de différentes solutions (restitution des matériaux grossiers de l'Yzeron)

Indicateurs	Solution 1 G3_FOSSE_FEYSSINE	Solution 2 G3_RETENUE_LYON
Principes d'actions	Dragage de sédiments grossiers dans la fosse de la Feyssine avant qui ne se stockent dans la traversée de Lyon et la retenue de Pierre-Bénite	Dragage de sédiments grossiers dans la retenue de Lyon une fois que la fosse de la Feyssine est comblée et/ou transparente
Technique	Dragage par voie terrestre ou voie fluviale. Devenir des matériaux identique pour les deux solutions (non discriminant)	Dragage par voie fluviale. Devenir des matériaux identique pour les deux solutions (non discriminant)
Fonctionnement hydrosédimentaire (bilan sédimentaire, processus)	0	+
A/ Biologie (habitats, espèces)	-	++
B/ Sûreté - sécurité	+	--
C/ Usages socio-économiques (CTO)	+	--
Faisabilité technique	+	-
Coût total (M€HT)	0	En moyenne 0,35 à 1,05 M€/an
Coût au m³ (€/m³)	0	35 €/m³
Empreinte climat totale (tCO2e)	0	20 à 60 tCO2e/an
Empreinte climat au m³ (kgCO2e/m³)	0	2,0 kgCO2e/m³
Bilan (note sur 3 enjeux A, B et C)	+1	-2

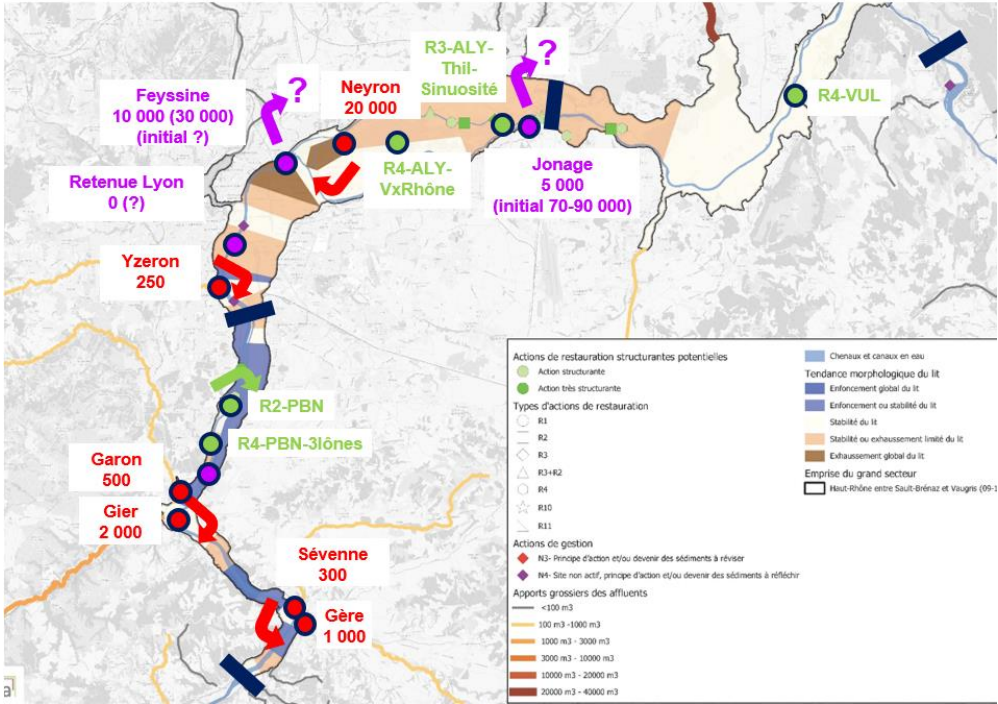


Figure 95 : Exemple d'AMC synthétique : comparaison des sites de dragages N4 de la fosse de la Feyssine et de la retenue de Lyon

FICHES ACTIONS - Schéma directeur de gestion sédimentaire du Rhône - DREAL, CNR, EDF, Agence de l'eau

REACTIVATION DES MARGES ALLUVIALES						RMA	R2		
Type d'action		Restauration				Sédiments concernés : <div><div></div><div></div><div></div></div>			
Enjeux principaux		Biodiversité ; Sûreté-sécurité							
Moyens mis en œuvre		Restaurer les habitats de la bande active ; Reconnecter le lit mineur et les berges ; Supprimer les contraintes latérales							
A/ Echelles spatiales et temporelles						B/ Etat de l'art			
Echelle d'intervention		Echelle des effets		Fréquence d'intervention		Durabilité de l'action			
Echelle spatiale	Site	Site	Echelle temporelle	Fréquent (1-2 ans)	Court terme (1-2 ans)				
	Tronçon homogène (TH)	Tronçon homogène (TH)		Moyennement fréquent (3-5 ans)	Moyen terme (3-5 ans)				
	Unité hydrographique cohérente (UHC)	Unité hydrographique cohérente (UHC)		Peu fréquent (5-10 ans)	Long terme (> 5 ans)				
	Multi-UHC	Multi-UHC		Rare (> 10 ans) ou unique	Très long terme (>> 10 ans)				
	Bassin versant	Bassin versant							
C/ Objectifs et localisations									
Type d'enjeux	Objectifs d'intervention	Tronçon homogène	Localisation action de gestion	Localisation action de restauration					
Enjeux socio-économiques	Navigation (N)	Retenue (R)	Bande active de Vieux Rhône	Lit courant					
	Hydroélectricité (H)	Canal usinier (CU)	Chenal navigable	Plan d'eau de retenue					
	Prélèvements eau (P)	Vieux Rhône (RCC)	Retenue, queue de retenue	Bancs					
	Loisirs (L)	Rhône total (RT)	Barrage de retenue (ou de dérivation)	Berges et marges alluviales					
Enjeux sûreté-sécurité	Sûreté ouvrages classés (S)	Affluent (A)	Garage d'écluse, barrage-usine-écluse	Confluence					
	Sécurité inondation (I)		Port, darse, quai, etc.	Systèmes d'endiguement classés					
	Sûreté CNPE (U)		Halte fluviale, embouquement, rampe, etc.	Lônes					
	Sûreté AEP (A)		Confluence, diffluence	Gravières					
Ecologie	Ouvrage à vocation écologique (E)	Code BPE : B1, B2, B3, B4	Prise d'eau (CNPE, AEP, irrigation, etc.)	Zones humides					
	Bon état/potentiel écologique (BPE)	P3, P6	Base de loisirs, bassin de joute, etc.	Seuil					
	Biodiversité (B)	Code PDM : MIA0203	Monitoring (échelle limni, station alerte, etc.)	Autre					
			Ouvrages annexes (contre-canal, siphon, etc.)						
			Autres (passe à poissons, etc.)						
D/ Effets potentiels avant séquence ERC									
Indicateurs		Effets négatifs		Effets positifs					
Morphologie (bilan sédimentaire et processus)	- diminution de la capacité de charriage et de l'activité sédimentaire du fait de l'élargissement - risque potentiel de colmatage accentué		- remobilisation des sédiments stockés dans les ouvrages Girardon - ralentit les flux de sédiments grossiers (baisse de la capacité) - restauration de la mobilité latérale - restauration des processus érosion/dépôt - diversification de la granulométrie						
Biologie (habitats et espèces)	- risque de mobilisation de sédiments pollués - risque de destruction de certains habitats (forêts alluviales) et espèces protégées et patrimoniales fixées sur les marges alluviales - risque de réduction de la surface des habitats alluviaux humides lenticues et de la biodiversité au profit d'habitats d'eaux courantes dans des sections droites si tous les épis sont enlevés - risque colonisation EEE		- diversification des formes fluviales et donc des habitats terrestres et amphibiens et des espèces liées - augmentation diversité granulométrie, habitats aquatiques et amphibiens (selon de degré de connectivité) - recréation de milieux humides, d'annexes - potentiellement plus de densités/diversité mais dépend des configurations - restauration du compartiment terrestre - disparition de secteurs envahis par des EEE (exemple renouée du Japon)						
Usages socio-économiques	- risque potentiel pour des usages situés en aval (apport sédimentaire fin/sableux) pour navigation, usages récréatifs - risque potentiel sur l'activité pêche récréative du fait des impacts potentiels sur les milieux aquatiques - évolution de la valeur paysagère		- pêche récréative du fait des gains sur les habitats aquatiques - usages récréatifs (canoë, etc.) du fait des gains sur la diversité des milieux - Effet sur AEP par décolmatage de berge ?						
Sûreté - sécurité	- hypothèse : dimensionné avec un impact local nul sur risques hydrauliques, CNPE, AEP - risque potentiel de majoration des lignes d'eau en crue en aval si remobilisation de sédiments et dépôts		- conservation, voire restauration, de la capacité hydraulique (respect CC)						
E/ Séquence ERC									
Mesures d'évitement (E)		Mesures de réduction (R)		Mesures de compensation (C)		Mesures d'accompagnement		Recommandations complémentaires	
- Vérification de l'absence de pollution dans les sédiments (concentration HAP et PCB), ou gestion adaptée en cas de pollution avérée - Eviter les stations d'espèces protégées et patrimoniales - Eviter les secteurs colonisés par les EEE où l'éradication n'est pas envisageable		- balisage si espèces patrimoniales - déplacement espèces au besoin (nécessité dossier CNPN si espèces protégées) - adaptation de la période des travaux par rapport à la faune		- dossier CNPN si destruction d'espèces végétales protégées + transfert d'espèces - dossier CNPN si destruction d'espèces animales protégées ou de leur biotope		- suivi des espèces transférées - suivi des EEE après intervention - suivi de la recolonisation des habitats alluviaux et des espèces - possibilité de reconnecter les casiers entre eux en créant un écoulement parallèle au chenal		- les matériaux grossiers à évacuer peuvent faire l'objet d'un tri et être réinjectés dans le même RCC, dans sa partie amont. Si les volumes sont conséquents possibilité de remodeler le lit depuis les berges pour varier les formes - réfléchir à la manière de faire. Laisser 1 épi en amont pour permettre le développement d'habitats humides ? Voir aussi si possible de laisser en place et de façon alternée (RD/RG) certains épis/casiers afin d'augmenter la sinuosité et donc la diversité des formes d'écoulements (faciés, granulométrie,...)	

Figure 96 : Exemple de fiche action (action-clé R2 « réactivation des marges alluviales » ; page 1/2)

FICHES ACTIONS - Schéma directeur de gestion sédimentaire du Rhône - DREAL, CNR, EDF, Agence de l'eau

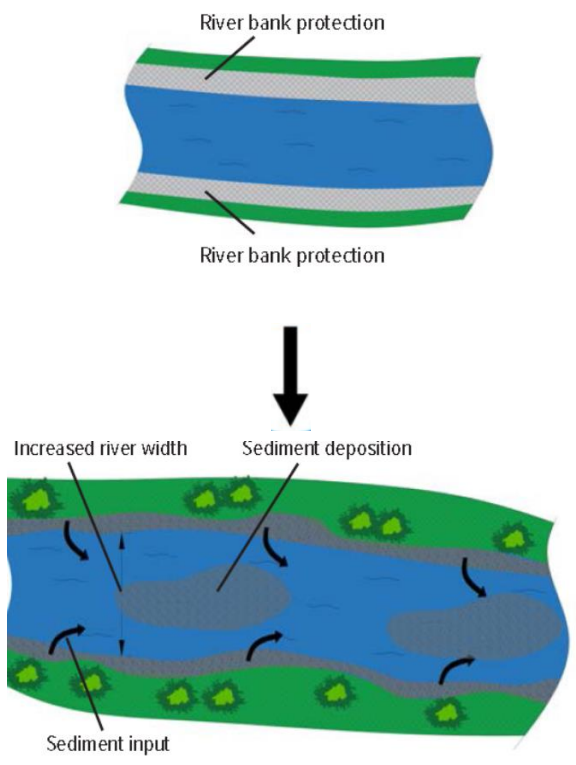




REACTIVATION DES MARGES ALLUVIALES		RMA	R2
F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art		J/ Bonnes pratiques	K/ Exemples sur le Rhône
Objectifs de l'opération	Atteinte du bon potentiel / bon état écologique Objectif biodiversité : diversifier les habitats de transition eau/berge, permettre une recharge sédimentaire active et activer les processus d'autoépuration dans le matelas alluvial Objectif sûreté-sécurité : réexposer les berges à l'érosion et la mobilité latérale		Plusieurs exemples : casiers de Serrières, île des Gravières (PDR), Pont-st-Esprit (DZM), casier Dions, Malaubert (DZM), Cornas (BLV), etc. 
Techniques d'intervention	Terrassement, enlèvement d'anciennes protections (aménagements Girardon), réouverture de bras superficiels ou phréatiques Couplé éventuellement avec réinjection sédimentaire (cf. R3) Si besoin, protections minérales ou végétales en limite d'espace restauré Génie écologique, gestion des EEE		
Principales contraintes d'exécution	Qualité des sédiments (seuil QSM, physico-chimie, seuils LEMA, décret 2014), qualité de l'eau en aval du rejet (MES) Espaces naturels (Natura 2000, APB, ENS, ZNIEFF, zones humides, frayères) Espèces floristiques ou faunistiques protégées, espèces exotiques envahissantes Période de frai et de migration des espèces piscicoles		
Devenir des sédiments	Réinjection de sédiments fins dans le courant principal Réinjection des sédiments grossiers dans un secteur déficitaire (partie amont d'un RCC, linéaire de RT) Exceptions : gestion à terre si pollution		
Indicateurs de réalisation	Linéaire rendu connectif/libéré/décorseté		
Indicateurs de résultat	Diversité des formes alluviales, faciès d'écoulement, profil en long objectif ; Linéaire d'érosion active ; Indices structuraux des peuplements, proportion de juvéniles et/ou espèces de petite taille ; Proportion d'espèces lithophiles/psammophiles ; Richesse spécifique ; Proportion d'habitats pionniers des grèves et bancs alluviaux et espèces associées ;		
Points de vigilance complémentaire	Prise en compte recommandations scientifiques (OSR, RhônEco) : processus, dimensionnement annexes, suivis Concertation avec les différents cercles (scientifiques, gestionnaires, usagers, associations, riverains, autres MOA, etc.) : projet de territoire, utilité sociale, (ré-)organisation du territoire Démarche bas carbone : situation historique, situation actuelle, travaux, situation future Pertinence des actions au regard des perspectives de baisse de la ressource en eau et de son rechauffement		
G/ Dossiers réglementaires			
	Plan de gestion (type L215-15, PGPOD) Fiche d'incidence de dragage Dossier Loi sur l'Eau (3.1.1.0, 3.1.2.0, 3.1.4.0, 3.1.5.0, 3.2.6.0, 3.3.5.0) Examen au cas par cas Evaluation environnementale Dossier d'exécution Code de l'Energie	Dossier d'incidences NATURA 2000 Dossier de défrichement Dossier CNPN de dérogation de destruction d'espèce protégée Demande de Déclaration d'Intérêt Général (DIG) Dossier ICPE (2515, 2517) Autre	
Commentaires : Les opérations de restauration des marges alluviales sont inscrites dans les plan quinquennaux (Plan 5 Rhône). Les travaux projetés s'apparentent généralement à une modification de l'aménagement concédé; dans ce cas, un dossier d'exécution pour la modification des ouvrages concédés doit donc être constitué au titre de l'article R.521-40 du Code de l'Energie			
H/ Coûts		L/ Exemples internationaux (Mission 5)	
Critères de variabilité des prix	Volume total de terrassement (déblais/remblais) : ouvrages Girardon, stockés, etc. Nature, pollution, volumes des sédiments et leur devenir Génie écologique, dont gestion des EEE	- 1/ Rhin : suppression d'épis et de protections de berge - 2/ Meuse : restauration complète du lit de la Meuse dans un objectif hydraulique (Q250) et écologique, suppression de protections de berge - 3/ Danube : restauration de marges alluviales combinée avec la recharge sédimentaire du chenal navigable - 6/ Isar : restauration de l'espace de bon fonctionnement en agglomération, avec des enjeux de sécurité	
Prix unitaire	910 €/ml d'anciens ouvrages Girardon démantelés [230 ; 1 625] sur 2010-2018 (à valeur euro constant) (source : Mission 4) soit 56 €/m3 [10 ; 190] d'engrochement démantelé Pour le chiffrage des opérations R2 à venir, nous avons utilisé les chiffrages de projets récents (PDR : Ile des Gravières, casiers de Serrières) ou de projets en cours en valeur médiane au stade AVP (PBN : Secteurs Jaricot et Ciselande ; BLN : Géronton, Gouvernement, Quarantaine, etc.) en ramenant les coûts globaux à un prix unitaire au mètre. Les coûts unitaires évoluent de 1 000 à 1 750 €/ml et seront donc retenus pour référence et adaptés au contexte et à la complexité des actions.		
Chiffres clés pour le Rhône	Période 2010-2018 : 8 opérations 6,9 M€ (pour les coûts connus de 5 opérations) ; 9 projets en cours en 2020		
Coûts indirects et coûts non monétaires	Pour les opérations récentes ou en cours, les projets prennent de l'ampleur par rapports aux projets initiaux car la restauration de îlons est intégrée aux actions de réactivation des marges par démantèlement des anciens ouvrages Girardon.	La Meuse dans le secteur de Meers avant/après travaux (Kurstjens & Van Looy, 2020) L'Isar en aval du pont de Brudermühl avant/après travaux	
			
I/ Bibliographie			
Schéma directeur de réactivation des marges alluviales (Gaydou, 2013) IS Rivers 2021 (Ch. MOIROUD) : https://www.youtube.com/watch?v=uGJ9nOPExIE Réhabilitation îlons DZM (Gangloff, CCDSF) : https://fr.calameo.com/books/0036636393992044b03dd			

Figure 97 : Exemple de fiche action (action-clé R2 « réactivation des marges alluviales » ; page 2/2)

3.5 Mission 9 : Proposition d’une méthodologie de mise à jour du schéma directeur

L’objectif de la Mission 9 est de réfléchir aux modalités de mise à jour des orientations de gestion esquissées en Mission 6, puis consolidées en Missions 7 et 8. Cette ultime phase de la méthodologie de travail vise également à proposer le circuit décisionnel nécessaire à cette mise à jour.

Le rapport de Mission 9 comprend les parties suivantes :

- Types de données et de producteurs de données ;
- Données et indicateurs nécessaires à la mise en place et au suivi du Schéma Directeur de Gestion Sédimentaire ;
- Besoins et enjeux de connaissance ;
- Proposition pour une méthodologie d’actualisation.

Les tableaux qui suivent récapitulent les principales bases de données et listes établies dans la Mission 9

Tableau 55 : Bases de données utilisées ou créées pour les besoins du SDGS

Thématique	Base de données utilisées et/ou mises en forme pour les besoins du SDGS
Bases de données hydrosédimentaires	<ul style="list-style-type: none"> Bases de données UHC et TH Hydrologie caractéristique : étiages, modules, Qr, crues, courbes débits classés Contribution des affluents (hydrologie, MES, charriage) Hydraulique : lignes d’eau en crues (Q2, Q5, Q10, Q100, Q1000) Granulométrie et granulométrie maximale mobilisable Contribution sédimentaire des affluents (MES, charriage) Bathymétrie et bilans sédimentaires Modélisation hydraulique en crues (modèle MAGE – INRAE, modèles CNR) Capacité de charriage moyenne annuelle et modèle GTM Capacité de charriage en crues Flux de sables sur l’axe Rhône
Bases de données en écologie	<ul style="list-style-type: none"> Zonages d’inventaires et réglementaires Habitats naturels (sites Natura 2000 et réserves naturelles) Données faune-flore (Site Naïades pour la partie aquatique hors poissons) Données piscicoles (RhônEco et BD ASPE (OFB) et graphiques associés Suivi bon potentiel écologique (BPE) et bon état écologique (BEE) Corridors écologiques
Bases de données en sûreté-sécurité	<ul style="list-style-type: none"> Ouvrages classés, textes de référence et cartographie Emprise des zones inondables (scénario fréquent, rare, extrême) Vulnérabilité et enjeux en zone inondable
Base de données sur les usages socio-économiques	<ul style="list-style-type: none"> Navigation marchande, croisières fluviales, navigation de plaisance Energies : hydroélectrique, CNPE Prélèvements d’eau : AEP, irrigation, industrie Tourisme : bases de loisirs, bassins de joute, Via Rhône Sédiments : sites de stockage transitoire, carriers
Base de données opérationnelles	<ul style="list-style-type: none"> Base de données dragages (selon mise à jour SDGS) Base de données restauration : lônes, marges, réinjections, etc. Suivi des APAVER, suivi des chasses de la Basse Isère

Tableau 56 : Acteurs concernés et types de données produites par les acteurs de la vallée du Rhône

Acteurs	Rôle	Jeux de données
DREAL	Etablit avec l’Etat les doctrines de cadrage et les fait appliquer ; Commande, en lien avec d’autres partenaires les études de référence	Mesures en continu des débits, Suivis environnementaux sur sites Natura 2000 (indirectement)
Agence de l’eau	Élabore les doctrines de cadrage ; Commande, en lien avec d’autres partenaires les études de référence (BPE, changement climatique, …) ; Gère le réseau de surveillance (qualité de l’eau et des milieux)	Mesures physico-chimiques (eau, sédiment) Mesures hydrobiologiques (hors poissons) Mesures hydrologiques
OFB	Élabore les doctrines de cadrage et les fait appliquer ; Commande, en lien avec d’autres partenaires des études thématiques	Référentiel des obstacles à l’Écoulement (ROE) Mesures hydrobiologiques (poissons) Suivi apron
CNR	Production de données pour répondre aux besoins de l’exploitation et du cahier des charges Commande des études et des suivis auprès de bureaux d’études	Mesure en continu des débits ; Bathymétrie ; Bilans sédimentaires ; Études locales : modélisations hydrauliques locales ; transport sédimentaire, suivis environnementaux ; Avis à la batellerie
EDF	Production de données pour répondre aux besoins de l’exploitation et du cahier des charges Commande des études et des suivis auprès de bureaux d’études	Mesure en continu des débits ; Bathymétrie ; Bilans sédimentaires ; Études locales : modélisations hydrauliques locales ; transport sédimentaire, suivis environnementaux (CNPE notamment) ;
SFMCP	Production de données pour répondre aux besoins de l’exploitation et du cahier des charges	Bathymétrie du Rhône Bilans sédimentaires
SIG Genève	Production de données pour répondre aux besoins de l’exploitation et du cahier des charges	Bathymétrie du Rhône Bilans sédimentaires
VNF	Production de données pour répondre aux besoins de l’exploitation et du cahier des charges	Bathymétrie
OSR	Recherche scientifique pluridisciplinaire, fondamentale et appliquée	Mesure en continue MES et polluants ; Modélisation hydrosédimentaire ; Suivis localisés multisites (évolution historiques, quantification des stockages, traçages sédimentaires, etc.)
RhonEco	Recherche scientifique pluridisciplinaire, fondamentale et appliquée	Suivis hydrologiques et hydrobiologiques Suivi sédimentologique (lône)
OHM	Recherche scientifique pluridisciplinaire, fondamentale et appliquée	Pluridisciplinaire
Collectivités sur le Rhône	Production de données pour répondre à des problématiques locales	Étude et suivi divers
Collectivités sur les affluents	Production de données pour répondre à des problématiques locales	Étude et suivi divers

Tableau 57 : Liste des enjeux de connaissance sur le volet hydrosédimentaire

Thématique à approfondir	Intérêts des approfondissements	Méthodes à prévoir
Granulométrie	Compléments de données dans certains secteurs non analysés. Actualisation et densification de la donnée afin de mieux apprécier les évolutions longitudinales de la granulométrie	Actualisation et densification des sondages granulométriques de 2012-2013 (utilisés pour la thèse de Parrot, 2015) : <ul style="list-style-type: none"> - identification des zones à échantillonner de manière prioritaire - utilisation des recommandations méthodologiques proposées par l'OSR Axe 2 Action 2.2
Contribution sédimentaire des affluents en MES	Préciser et actualiser les contributions des affluents dans la balance MES du bassin versant	Poursuite des travaux de l'OSR (cf. action B1 OSR6) Incitation à la mise en place de mesure auprès des structures gestionnaires des affluents : homogénéisation des méthodes ou des métadonnées + bancarisation.
Contribution sédimentaire des affluents en charriage	Préciser et actualiser les contributions des affluents et leurs évolutions à l'avenir	Estimations et/ou actualisation des flux en charge de fond des affluents, notamment en matériaux grossiers et en anticipation d'un éventuel retour de sédiments après comblement de fosses d'extraction Études diagnostic par BV, calcul, suivis topo-bathymétriques rapprochés, de prélèvements de charriage in situ, mesures hydrophones/géophones. Incitation à la mise en place de mesures auprès des structures gestionnaires des affluents : homogénéisation des méthodes ou des métadonnées + bancarisation.
Bilan sédimentaire	Actualiser et préciser les bilans sédimentaires de certains tronçons mal connus (notamment certains Vieux Rhône, Grand Rhône, Petit Rhône). Intégration des données Dynamique Hydro depuis 2019. Etablissement de bilans sédimentaires globalisés par Grands Secteurs et UHC, afin de terminer les marges de manœuvre avant déclenchement des enjeux	Suivis et comparaisons bathymétriques Suivis des profils en long thalweg et profils moyens. Bilans des volumes entrants, sortants, des volumes importés ou exportés
Analyse de la transparence effective de certaines retenues pour les grossiers Possibilités de clapage devant le barrage	S'il a été démontré que la retenue de Jons est transparente au charriage, les autres retenues ne présentent pas les mêmes processus. La retenue de Donzère, et dans une moindre mesure celle du Pouzin, offre des possibilités de continuité pour les sédiments grossiers qui devrait être étudiée, en conditions de crues décennales ou supérieures, et/ou en conditions de hautes eaux et de mise en transparence des barrages. Enfin, d'une manière générale, il est nécessaire d'envisager la faisabilité de clapage de sédiments grossiers en amont immédiat de barrages de retenue pour qu'ils soient repris et remobilisés dans le RCC en aval	Suivi bathymétrique fréquent, Mesures granulométriques en retenue, Suivi de la charge grossière par transpondeurs RFID ou stations hydrophone/géophone (méthode à valider/consolider) Simulations hydrauliques numériques, voire modèle physique
Chasse vs dragages	Pour certains ouvrages du Haut-Rhône (Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon, Sault-Brénaz) et du Rhône aval (Beauchastel Caderousse), les retenues ont tendance à accumuler les sédiments fins et sableux, notamment suite aux APAVER ou chasse de Basse Isère. La réalisation de « chasses » à la place de dragages ou de non intervention doit être étudiée et comparée à la solution « dragages »	Caractérisation hydrosédimentaire Modélisation hydraulique, modélisation d'érosion en modèle physique, etc.

Thématique à approfondir	Intérêts des approfondissements	Méthodes à prévoir
Capacité de charriage moyenne annuelle calculée avec granulométrie en transit	L'utilisation de la granulométrie de fond de chaque profil a permis de calculer la « capacité de charriage par remobilisation des matériaux de fond ». L'intégration d'une granulométrie en transit, homogène par tronçon, permettrait de mieux appréhender le transit réel et le devenir de matériaux réinjectés	Compléments des jeux de données de mesures granulométriques ; Calcul de capacités de charriage avec granulométrie des bancs d'alluvions ou des apports d'affluents. Établissement de profils en long de ces capacités de charriage
Modèle GTM de capacité de charriage	Les paramètres du modèle GTM de capacité de charriage pourraient être adaptés en fonction des UHC afin de mieux caractériser la répartition des flux par classes granulométriques.	Adaptation / calage des paramètres du modèle GTM en fonction des caractéristiques de chaque UHC.
Capacité de charriage en crue	Permettrait d'évaluer la capacité des retenues à remobiliser les sédiments accumulés lors des crues, question à laquelle les calculs de capacité de charriage en moyenne annuelle ne peuvent répondre	Calcul de capacité maximale de charriage et/ou de volume remobilisé pour des crues de différentes intensités (Q2, Q5, Q10, Q30, Q100).
Flux de sables sur l'axe Rhône	Préciser et valider les flux de sables qui sont méconnus sur l'ensemble du linéaire. Mieux définir les interactions positives et négatives avec les compartiments biologiques	Mesures de transport de sables, à partir : de suivis bathymétriques (établissement de bilans sédimentaires), par mesures hydro-acoustiques : consolidation des protocoles (OSR 6 action A1) ; création d'un réseau de mesure en continu sur le Rhône aval (Isère-Arles) OSR 7 Préciser les besoins de sable en lien avec l'atteinte du Bon Potentiel Ecologique

BIBLIOGRAPHIE

Pour la Phase 1, voir rapport REAUCE04647-01_SDGS_Rhône_Biblio-glossaire_Vf.

Pour la Phase 2, pour « Bibliographie » en fin de rapports de Missions 6, 7, 8 et 9.

TABLEAUX

Tableau 1 : Récapitulatif de l'ensemble des livrables de l'étude	3
Tableau 2 : Sectorisation en Unités Hydrographiques Cohérentes (UHC)	9
Tableau 3 : Rôle des principaux acteurs du fleuve Rhône	10
Tableau 4 : Contraintes techniques obligatoires pour la navigation	24
Tableau 5 : Contraintes techniques obligatoires pour la production d'énergie	25
Tableau 6 : Contraintes techniques obligatoires pour la production d'énergie	25
Tableau 7 : Récapitulatif des motifs d'intervention et des mesures de gestion sédimentaire	26
Tableau 8 : Synthèse des éléments de comparaison pour les 3 principaux cours d'eau (Rhin, Meuse, Danube)	31
Tableau 9 : Synthèse des éléments de comparaison pour les cours d'eau complémentaires (Columbia, Durance, Isar, Pô)	31
Tableau 10 : Synthèse des éléments issus des documents d'orientation à retenir pour le schéma directeur	32
Tableau 11 : Grandeurs hydrologiques susceptibles d'évoluer avec le changement climatique	35
Tableau 12 : Tableau enjeux-objectifs-moyens du schéma directeur	36
Tableau 13 : Synthèse des actions-clés retenues pour le schéma directeur	38
Tableau 14 : Correspondance entre les actions BPE (2014) et les actions-clés du SDGS	38
Tableau 15 : Délimitation des grands secteurs d'analyse des scénarios de gestion et de restauration	42
Tableau 16 : Synthèse des marges de manœuvre à tester dans le cadre des scénarios	44
Tableau 17 : Synthèse des apports grossiers des affluents et tendance évolutive à long terme (2050)	46
Tableau 18 : Catégories des sites de restauration d'après leur planification	47
Tableau 19 : Catégories des sites de gestion établies avant l'analyse des scénarios	47
Tableau 20 : Synthèse des données d'analyse pour la continuité du charriage dans les retenues	49
Tableau 21 : Etat de sédimentation des retenues en amont des barrages (situation 2019)	50
Tableau 22 : Secteur I – Analyse multicritère des scénarios	55
Tableau 23 : Secteur I – Synthèse de la stratégie proposée et des actions correspondantes	57
Tableau 24 : Secteur I – Stratégie proposée – Description des actions	57
Tableau 25 : Secteur I – Coûts des actions de gestion et de restauration	58
Tableau 26 : Secteur I – Bilan des coûts des scénarios et de la stratégie proposée	58
Tableau 27 : Secteur II – Analyse multicritère des scénarios	62
Tableau 28 : Secteur II – Synthèse de la stratégie proposée et des actions correspondantes	65
Tableau 29 : Secteur II – Stratégie proposée – Description des actions	65
Tableau 30 : Secteur II – Coûts des actions de gestion et de restauration	66
Tableau 31 : Secteur II – Bilan des coûts des scénarios et de la stratégie proposée	66
Tableau 32 : Secteur III – Analyse multicritère des scénarios	70
Tableau 33 : Secteur III – Synthèse de la stratégie proposée et des actions correspondantes	73
Tableau 34 : Secteur III – Stratégie proposée – Description des actions	73
Tableau 35 : Secteur III – Coûts des actions de gestion et de restauration	74
Tableau 36 : Secteur III – Bilan des coûts des scénarios et de la stratégie proposée	74
Tableau 37 : Secteur IV – Analyse multicritère des scénarios	78
Tableau 38 : Secteur IV – Synthèse de la stratégie proposée et des actions correspondantes	80
Tableau 39 : Secteur IV – Stratégie proposée – Description des actions	80
Tableau 40 : Secteur IV – Coûts des actions de gestion et de restauration	81
Tableau 41 : Secteur IV – Bilan des coûts des scénarios et de la stratégie proposée	81
Tableau 42 : Secteur V – Analyse multicritère des scénarios	85

Tableau 43 : Secteur V – Stratégie proposée – Description des actions	87
Tableau 44 : Secteur V – Synthèse de la stratégie proposée et des actions correspondantes	87
Tableau 45 : Secteur V – Coûts des actions de gestion et de restauration	88
Tableau 46 : Secteur V – Bilan des coûts des scénarios et de la stratégie proposée	88
Tableau 47 : Secteur VI – Analyse multicritère des scénarios	92
Tableau 48 : Secteur VI – Synthèse de la stratégie proposée et des actions correspondantes	94
Tableau 49 : Secteur VI – Stratégie proposée – Description des actions	95
Tableau 50 : Secteur VI – Coûts des actions de gestion et de restauration	95
Tableau 51 : Secteur VI – Bilan des coûts des scénarios et de la stratégie proposée	96
Tableau 52 : Tous secteurs confondus - Coûts des actions de gestion et de restauration	100
Tableau 53 : Tous secteurs confondus – Bilan des coûts des scénarios et de la stratégie proposée	100
Tableau 54 : Bilan des objectifs visés de la stratégie proposée	101
Tableau 55 : Bases de données utilisées ou créées pour les besoins du SDGS	108
Tableau 56 : Acteurs concernés et types de données produites par les acteurs de la vallée du Rhône	108
Tableau 57 : Liste des enjeux de connaissance sur le volet hydrosédimentaire	109

FIGURES

Figure 1 : Illustrations représentatives du fleuve Rhône	5
Figure 2 : Réseau hydrographique du Rhône et de ses affluents	6
Figure 3 : Exemples de secteurs à enjeu sédimentaire sur le fleuve Rhône (1)	7
Figure 4 : Exemples de secteurs à enjeu sédimentaire sur le fleuve Rhône (2)	7
Figure 5 : Diagramme de présentation des 3 familles d'enjeux (écologie, sureté-sécurité, socio-économie) en fonction des deux principaux moteurs du fleuve (flux liquides et solides)	8
Figure 6 : Illustration synthétique des aménagement historiques interagissant avec le fonctionnement hydrosédimentaire	8
Figure 7 : Illustration synthétique des types de zones en excédent (dépôts) et en déficit (érosion, incision)	8
Figure 8 : Sectorisation en UHC	9
Figure 9 : Cartographie des flux de MES avant aménagement et dans l'état actuel (Mission 2)	14
Figure 10 : Profil en long des flux de MES avant aménagement et dans l'état actuel (Mission 2)	14
Figure 11 : Cartographie de la capacité de charriage moyenne annuelle avant aménagement et dans l'état actuel (Mission 2)	15
Figure 12 : Profil en long de la capacité de charriage moyenne annuelle avant aménagement et dans l'état actuel (Mission 2)	15
Figure 13 : Profil en long des flux de transport solide par charriage et MES	17
Figure 14 : Bilan du continuum sédimentaire du fleuve Rhône par tronçons homogènes en moyenne annuelle (capacité en charriage total et flux grossiers)	17
Figure 15 : 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)	21
Figure 16 : Synthèse cartographique des sites de dragage pour les enjeux de navigation	22
Figure 17 : Synthèse cartographique des sites de dragage pour les enjeux de sûreté-sécurité	22
Figure 18 : Caractérisation des effets bruts potentiels des actions de gestion	28
Figure 19 : Caractérisation des effets bruts potentiels des actions de restauration	29
Figure 20 : Bassins versants des principaux fleuve européens	30
Figure 21 : Illustration des principes de la construction des classes de potentiel écologique	33
Figure 22 : Potentiel écologique des masses d'eau du Rhône en 2019 et objectifs pour 2027	33
Figure 23 : Etat écologique des masses d'eau (donne 2019, AERMC)	34
Figure 24 : Objectifs d'état et potentiel écologiques des masses d'eau (SDAGE 2022-2027)	34
Figure 25 : Classification des stratégies de gestion des sédiments en vue du maintien de la capacité des réservoirs (Kondolf et al, 2014)	35
Figure 26 : Apports moyens annuels des affluents en sédiments grossiers (Mission 2)	35

Figure 27 : Equilibre nécessaire entre les enjeux écologiques, sûreté-sécurité et socio-économiques	36
Figure 28 : Logigramme permettant de définir les actions-clés à partir des enjeux, et définitions associées des différentes étapes	37
Figure 29 : Synthèse illustrée des actions-clés de « gestion »	39
Figure 30 : Synthèse illustrée des actions-clés de « restauration »	40
Figure 31 : Délimitation des grands secteurs d'analyse des scénarios de gestion et de restauration.....	43
Figure 32 : Cohérence des grands secteurs avec le fonctionnement hydrosédimentaire actuel.....	43
Figure 33 : Définition synthétique des objectifs des scénarios de gestion et de restauration.....	45
Figure 34 : Carte de localisation des actions de gestion structurantes de niveau N3 et N4	48
Figure 35 : Carte de localisation des actions de restauration structurantes	48
Figure 36 : Schéma de principe des conditions de continuité du charriage dans les retenues	49
Figure 37 : Exemple de continuité sédimentaire effective au sein de la retenue de Jons (UHC#10-ALY)	49
Figure 38 : Exemple de continuité sédimentaire non effective au sein de la retenue de Vaugris – présence d'anciennes fosses d'extraction (UHC#11-PBN).....	49
Figure 39 : Légende des cartes de présentation des scénarios.....	51
Figure 40 : Secteur I – Localisation de Genève (UHC#01) à Seyssel (UHC#04)	52
Figure 41 : Secteur I – Carte des tendances morphologiques et des actions menées jusqu'en 2018	53
Figure 42 : Secteur I – Carte des sites de gestion et restauration structurant les scénarios	53
Figure 43 : Secteur I – Cartes des sites déficitaires et des possibilités de réinjection	54
Figure 44 : Secteur I – Carte de synthèse du Scénario 1	54
Figure 45 : Secteur I – Carte de synthèse de la stratégie long terme proposée	57
Figure 46 : Secteur I – Montant totaux 2050 pour chacun des scénarios	58
Figure 47 : Secteur II – Localisation de Chautagne (UHC#05) à Sault-Brénaz (UHC#08).....	59
Figure 48 : Secteur II – Carte des tendances morphologiques et des actions menées jusqu'en 2018	60
Figure 49 : Secteur II – Carte des sites de gestion et restauration structurant les scénarios	60
Figure 50 : Secteur II – Cartes des sites déficitaires et des possibilités de réinjection.....	61
Figure 51 : Secteur II – Carte de synthèse du Scénario 1	61
Figure 52 : Secteur II – Carte de synthèse de la stratégie long terme proposée.....	63
Figure 53 : Secteur II – Montant totaux 2050 pour chacun des scénarios	66
Figure 54 : Secteur III – Localisation de Saint-Vulbas (UHC#09) à Vaugris (UHC#12).....	67
Figure 55 : Secteur III – Carte des tendances morphologiques et des actions menées jusqu'en 2018	68
Figure 56 : Secteur III – Carte des sites de gestion et restauration structurant les scénarios	68
Figure 57 : Secteur III – Cartes des sites déficitaires et des possibilités de réinjection	69
Figure 58 : Secteur III – Carte de synthèse du Scénario 1	69
Figure 59 : Secteur III – Carte de synthèse de la stratégie proposée	72
Figure 60 : Secteur III – Montant totaux 2050 pour chacun des scénarios	74
Figure 61 : Secteur IV – Localisation de Péage de Roussillon (UHC#13) à Bg lès Valence (UHC#15).....	75
Figure 62 : Secteur IV – Carte des tendances morphologiques et des actions menées jusqu'en 2018	76
Figure 63 : Secteur IV – Carte des sites de gestion et restauration structurant les scénarios	76
Figure 64 : Secteur IV – Cartes des sites déficitaires et des possibilités de réinjection	77
Figure 65 : Secteur IV – Cartes de synthèse du Scénario 1	77
Figure 66 : Secteur IV – Carte de synthèse de la stratégie proposée.....	79
Figure 67 : Secteur IV – Montant totaux 2050 pour chacun des scénarios	81
Figure 68 : Secteur V – Localisation de Beauchastel (UHC#16) à Donzère-Mondragon (UHC#19).....	82
Figure 69 : Secteur V – Carte des tendances morphologiques et des actions menées jusqu'en 2018.....	83
Figure 70 : Secteur V – Carte des sites de gestion et restauration structurant les scénarios.....	83
Figure 71 : Secteur V – Cartes des sites déficitaires et des possibilités de réinjection	84
Figure 72 : Secteur V – Carte de synthèse du Scénario 1	84
Figure 73 : Secteur V – Carte de synthèse de la stratégie proposée.....	86
Figure 74 : Secteur V – Montant totaux 2050 pour chacun des scénarios	88
Figure 75 : Secteur VI – Localisation de Caderousse (UHC#20) au delta (UHC#24-25)	89
Figure 76 : Secteur VI – Carte des tendances morphologiques et des actions menées jusqu'en 2018.....	90
Figure 77 : Secteur VI – Carte des sites de gestion et restauration structurant les scénarios	90
Figure 78 : Secteur VI – Cartes des sites déficitaires et des possibilités de réinjection	91
Figure 79 : Secteur VI – Carte de synthèse du Scénario 1	91
Figure 80 : Secteur VI – Carte de synthèse de la stratégie proposée.....	93
Figure 81 : Secteur VI – Montant totaux 2050 pour chacun des scénarios	96

Figure 82 : Restauration des marges alluviales (R2) le long du RCC de Péage de Roussillon (Ile des Gravieres, AERMC)	99
Figure 83 : Le bateau hydrographique « Frédéric Mistral » pour les suivis bathymétriques (CNR)	99
Figure 84 : Tous secteurs confondus – Montant totaux 2050 pour chacun des scénarios.....	100
Figure 85 : Stratégie proposée : capacités de charriage en matériaux grossiers (gauche / rouge) ; apports des affluents et flux grossiers actuels constatés (droite / bleu-orange-vert).....	101
Figure 86 : Illustration des tendances probables des scores de potentiel écologique des masses d'eau à l'horizon 2050 avec la stratégie proposée.....	102
Figure 87 : Schéma synthétique du concept de bilan sédimentaire pour les sédiments grossiers	102
Figure 88 : Equilibre entre apports grossiers et volumes restituables et estimation des échéances avant déclenchement des enjeux.....	102
Figure 89 : Schéma d'illustration des actions-clés nécessaires pour augmenter la « valeur écologique » et la « durée de vie » des graviers	103
Figure 90 : Capacités de charriage calculées en crue	104
Figure 91 : Synoptique des coûts de dragages, transports et restitutions de sédiments grossiers.....	104
Figure 92 : Modèle expérimental pour déterminer les vitesses de diffusion d'une masse sédimentaire réinjectée. Exemple d'application sur le RCC de Montélimar	104
Figure 93 : Illustration du travail réalisé sur les pentes « équilibre » par UHC	105
Figure 94 : Exemple d'analyse du bilan GES de différentes solutions (restitution des matériaux grossiers de l'Yzeron)	105
Figure 95 : Exemple d'AMC synthétique : comparaison des sites de dragages N4 de la fosse de la Feyssine et de la retenue de Lyon	105
Figure 96 : Exemple de fiche action (action-clé R2 « réactivation des marges alluviales » ; page 1/2)	106
Figure 97 : Exemple de fiche action (action-clé R2 « réactivation des marges alluviales » ; page 2/2)	107

