



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

Version finale – juin 2022

Réf : CEAUCE172551 / REAUCE05640-01



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 Mission 9

Proposition d'une méthodologie de mise à jour du schéma directeur

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	30/06/2022	01	BURGEAP : F. LAVAL GEOPEKA : G. FANTINO ARALEP : J.-P. MALLET MOSAÏQUE ENVT : E. BOUCARD	G. GILLES J.-F. FRUGET		F. LAVAL	

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : CEAUCE172551 / REAUCE05640-01
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



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-clé et des scénarios par grands secteurs ;
 - Mission 8 – Eléments méthodologiques pour la déclinaison opérationnelle de la stratégie de gestion et de restauration ;
 - Mission 9 – Proposition d'une méthodologie de mise à jour du schéma directeur.

Le présent rapport constitue le rapport de la Mission 9.

Cette mission s'est déroulée entre avril et juin 2022, en parallèle des Mission 6, 7 et 8.

Le travail a été mené conjointement par les membres du groupement, à savoir BURGEAP, GEOPEKA, ACTEON, ARALEP et MOSAÏQUE pour l'ensemble de la mission. La cohérence de l'ensemble est assurée par BURGEAP.

L'objectif de cette 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.

L'utilité et l'importance de cette phase sont liées principalement au fait que le Rhône est un objet géographique vivant, qui évolue sans cesse. L'analyse réalisée sur plusieurs années pour mener à bien cette étude s'est basée sur diverses données collectées, pour certaines, à un instant « t » et dont la validité est périssable. Aussi, les conclusions d'aujourd'hui peuvent être différentes demain. Il est ainsi nécessaire de prévoir les mécanismes de mise à jour de cette étude afin de s'inscrire dans une logique de gestion adaptative.

Les jeux de données dont nous parlons sont très diversifiés. Il peut s'agir de données de base (descripteurs de l'état du système), de résultats d'analyse (calculs et interprétations réalisés sur ces données de base) ou encore d'indicateurs de suivi (données permettant l'évaluation d'une action de gestion ou de restauration). Ces différentes catégories se confondent parfois où une donnée de base ou un calcul peut être aussi un indicateur.

Le Rhône et son état sédimentaire sont liés à des multiples facteurs, dont certains jouent sur des échelles de temps court-terme (bilans météorologiques annuels, pratiques de gestion sur le corridor) mais où d'autres sont liés à des évolutions plus longues (pratiques de gestion sur les affluents, évolutions climatiques). Les données nécessaires à l'étude des dynamiques sédimentaires sont donc changeantes. Il s'avère alors nécessaire d'identifier les différentes échelles de temps de ces évolutions pour déterminer les temporalités de mise à jour du Schéma Directeur de Gestion Sédimentaire.

La production de ces données fait intervenir de nombreux acteurs de la vallée rhodanienne. A l'heure actuelle, chacun produit les données dont il a besoin, ou dont il a la charge. Il sera donc utile de comprendre le rôle de ces intervenants et de leurs interactions dans le réseau de gestionnaires et de scientifiques. Cette cartographie des producteurs de données aidera à répondre efficacement aux problèmes de complétude des données existantes ou à les collecter dans un futur plus ou moins proche. Nous cernerons ainsi mieux les acteurs potentiels qui pourront combler les besoins de connaissance.

Au-delà la question de la production de données, cette Mission 9 vise également à proposer une méthodologie organisationnelle de cette mise à jour du Schéma Directeur de Gestion Sédimentaire.

Pour citer ce document :

Laval F., Fantino G., Mallet J.-P., Boucard E., Gilles G. (2022). Etude préalable au schéma directeur de gestion sédimentaire du fleuve Rhône du lac Léman jusqu'à la mer Méditerranée. Phase 2 – Elaboration du schéma de gestion sédimentaire et mise à jour. Rapport de Mission 9 – Proposition d'une méthodologie de mise à jour du schéma directeur. Groupement de bureaux d'études BURGEAP-GEOPEKA-ACTEON-ARALEP-MOSAÏQUE Environnement-DELTARES. Secrétariat technique : DREAL, CNR, EDF, Agence de l'Eau.

SOMMAIRE

1.	Types de données et de producteurs de données	5
1.1	Les différents types de données	5
1.1.1	Données thématiques.....	5
1.1.2	Descripteurs de base et résultats d’analyse	5
1.1.3	Données opérationnelles et données de recherche.....	5
1.1.4	Jeux de données globaux vs études locales	5
1.2	Les différents acteurs producteurs de données	5
1.2.1	Les services d’État : DREAL, Agence de l’Eau, OFB, etc.....	5
1.2.2	Les « exploitants » ou concessionnaires	5
1.2.3	Les organismes ou programmes de recherche.....	5
1.2.4	Les collectivités locales	5
1.2.5	Les bureaux d’études	5
1.3	Synthèse acteurs et des données produites à l’heure actuelle sur le Rhône.....	6
2.	Données et indicateurs nécessaires à la mise en place et au suivi du Schéma Directeur de Gestion Sédimentaire	7
2.1	Bases de données constituées pour les besoins de la Phase 1	7
2.2	Données et indicateurs « de routine » nécessaires pour le suivi des actions proposées dans le SDGS.....	8
2.2.1	Définition d’indicateurs.....	8
2.2.2	Indicateurs de réalisation et résultats	8
2.2.3	Indicateurs d’objectif	10
3.	Besoins et enjeux de connaissance	10
3.1	Besoin de connaissance en matière d’hydrologie, d’hydraulique	11
3.2	Besoin de connaissance sur le volet biologie	11
3.3	Besoin de connaissance sur le bon potentiel écologique	11
3.4	Besoin de connaissance sur le volet hydro-sédimentaire.....	11
3.5	Etudes de faisabilité des actions.....	12
3.6	Renforcement de la bancarisation et une capitalisation des connaissances.....	12
4.	Proposition pour une méthodologie d’actualisation	14
4.1	Des mises à jour à plusieurs échelles pour différentes raisons	14
4.1.1	Mise à jour des doctrines et des cadres d’action	14
4.1.2	Évaluation des effets des actions	14
4.1	Modalités et fréquences de mise à jour du SDGS	14
4.1.1	Proposition de schéma organisationnel pour la mise à jour du SDGS.....	14
4.1.2	Fréquence de mise à jour	15

1. Types de données et de producteurs de données

Sur un fleuve comme le Rhône, le volume de données existantes est colossal (cf. Mission 1), mais la mobilisation de ces informations est souvent assez difficile en raison de la diversité des formats, des objectifs pour lesquelles elles ont été produites, ou de leur manque d'homogénéité à l'échelle spatiale du corridor rhodanien. Réfléchir à la mise à jour du Schéma Directeur de Gestion Sédimentaire pose la question de ces données, de leur forme ainsi que des acteurs qui les produisent et/ou les utilisent.

1.1 Les différents types de données

1.1.1 Données thématiques

Le premier angle d'analyse que l'on peut porter sur les données est relatif aux thématiques traitées. La gestion sédimentaire, si elle s'intéresse en premier lieu aux sédiments (répartition spatiale, taille, composition, pollution), se préoccupe également des conditions de mobilisation des particules via l'étude des forces les déplaçant (hauteurs d'eau, vitesses, débits, puissances) mais aussi du contenant de ces flux (géométrie du lit). D'une manière encore plus générale, l'étude des dynamiques sédimentaires s'intéressent aux conditions de production sédimentaire sur le bassin versant (évolution de l'occupation du sol par exemple ou pratiques de gestion sur les affluents) mais aussi aux conséquences directes des surplus ou des déficits sédimentaires. Ces dernières touchent à des domaines variés allant de l'état des écosystèmes aquatiques et semi-aquatiques (qualité biologique, physico-chimique, ...) à celui des ouvrages et des aménagements ou des usages riverains (données dites « socio-économiques »).

1.1.2 Descripteurs de base et résultats d'analyse

Il existe des données que l'on peut catégoriser comme « données de base » qui correspondent à des descripteurs de l'état morpho-sédimentaire du fleuve. Il s'agit concrètement des données concernant les débits, la géométrie du chenal (en coupe et en plan), de l'état granulométriques du fond, etc... Ces données de base diffèrent de jeux de données plus élaborés qui sont le fruit de calculs ou d'interprétations établis à partir des données de base. Ces résultats demandent donc un investissement plus important pour leur acquisition en termes de temps de travail ou d'expertise.

1.1.3 Données opérationnelles et données de recherche

Il est également possible de distinguer les données en fonction des objectifs auxquelles elles répondent. Certains jeux de données sont produits afin de répondre à des objectifs de surveillance environnemental (suivi hydrologique, suivi de l'état des masses d'eau dans le cadre de la DCE par exemple) ou de définition ou de pilotage d'opérations de gestion ou de restauration. Ces données répondent souvent à des questions concrètes auxquelles certains acteurs doivent répondre à court terme. Ces données, dans la mesure où elles sont régulièrement produites sont souvent acquises selon des procédures et des protocoles définies. La recherche scientifique utilise parfois ces jeux de données, mais il est également courant qu'elle ait besoin de produire ces propres jeux d'information, soit par méconnaissance de l'existant, mais aussi parce que la rigueur scientifique nécessite une méthodologie plus robuste, clairement connue, et/ou vérifiée.

1.1.4 Jeux de données globaux vs études locales

Toutes les données produites sur le Rhône ne sont évidemment pas exhaustives à l'échelle du corridor dans son ensemble. La règle en la matière est plutôt le contraire et les jeux de données portant sur la quasi-totalité des UHC sont plutôt rares.

1.2 Les différents acteurs producteurs de données

La production de données sur les dynamiques sédimentaires se réalise dans un cadre multi-partenarial animés par une diversité d'acteurs.

1.2.1 Les services d'État : DREAL, Agence de l'Eau, OFB, etc.

Ce groupe d'acteurs possède un rôle particulier dans la production de donnée sur le Rhône. S'ils produisent des descripteurs de base, à l'image des mesures hydrologiques réalisées par le SCHAPI ou le réseau de surveillance

de l'Agence de l'Eau RMC, ces données ne sont pas spécifiquement dédiées à la gestion sédimentaire. De fait, ils sont plus commanditaires que producteurs, via le pilotage d'études précises (Bon Potentiel Ecologique, impact du réchauffement climatique, etc.) ou de programmes de recherche (OSR, RhônEco).

1.2.2 Les « exploitants » ou concessionnaires

Les concessionnaires du domaine public fluvial produisent également des données, souvent dédiés à des utilisations spécifiques (hydroélectricité, navigation). Ainsi par exemple, la prévision d'une production électrique appelle à une bonne connaissance des débits et de leur évolution et le maintien d'une voie navigable nécessite la réalisation de bathymétries régulières. Ces données sont donc généralement directement utilisées et ont une portée très opérationnelle. Elles sont parfois collectées ou produites de manière quasi-exhaustive, comme c'est souvent le cas pour les bathymétries, ou plus occasionnellement les bilans sédimentaires. Toutefois, les jeux de données ont souvent une échelle plus locale (celle de l'UHC ou du site de gestion) car, soit l'exploitant n'a qu'une petite partie du fleuve en concession, soit les problématiques sont locales. Les exploitants produisent parfois les données eux-mêmes (bureau d'étude interne, service météorologique), auquel cas les protocoles employés sont plus ou moins homogènes, mais il arrive également que les mesures soient sous-traitées à des bureaux d'études externes qui, alors, peuvent employer des méthodologies de travail qui peuvent leur être propres.

1.2.3 Les organismes ou programmes de recherche

Sur le Rhône, il existe un important historique de recherche pluridisciplinaire, né dans le cadre des ex-PIREN (Programme Interdisciplinaire de Recherche sur l'Environnement), pris en relais ensuite par la Zone Atelier Bassin du Rhône (ZABR) du CNRS. Cette formation de recherche regroupe plusieurs équipes de recherche des régions AURA et PACA. Elle a impulsé plusieurs programmes de recherche sur le fleuve dont l'ex-programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône (aujourd'hui nommé RhônEco), l'Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR) et l'Observatoire Homme/Milieus de la Vallée du Rhône (OHM-VR). Ces programmes visent à croiser recherche et demande opérationnelle. Les scientifiques tentent de répondre à des questionnements scientifiques en apportant également un éclairage pour les services d'État mais aussi les concessionnaires, réunion collectivement pour soutenir ces programmes. Les données produites sont tantôt exhaustives à l'échelle du corridor tantôt locales, mais elles apportent toujours des éléments de connaissances novateurs et qui font ensuite référence. Par exemple, nous pouvons citer la campagne granulométrique sur l'ensemble du corridor (Parrot, 2015). Ces données dépassent souvent les simples descripteurs par des analyses plus poussées, comme c'est le cas du modèle MAGE 1D développé par l'INRAE et auquel ont été greffées les analyses du transport solide conduites par D. Vázquez-Tarrío (CNRS/ENS de Lyon).

1.2.4 Les collectivités locales

Les collectivités locales riveraines du Rhône sont un groupe d'acteurs particulier dans le processus de création de données. En effet, les thématiques qu'elles traitent sont très variées, mais toujours locales. Les ancrages et les enjeux territoriaux expliquent d'ailleurs la diversité des problématiques traitées. La prise de compétence GEMAPI a mieux organisé les missions des collectivités, notamment au niveau de la gestion des ouvrages de protections ou la gestion des espaces naturels, mais rarement pour la gestion sédimentaire. La plupart du temps, les collectivités recourent à des prestataires externes, des bureaux d'études, pour produire les informations dont elles ont besoin. Les données produites portent souvent sur des aspects non directement liés à la gestion sédimentaire (qui revient de fait souvent aux concessionnaires). A ce titre, il est possible de distinguer les collectivités gérant des espaces liés au fleuve lui-même des collectivités sur les affluents. Dans le continuum spatial des connaissances, une forte rupture au niveau de l'interface affluents/Rhône a été constatée pendant l'élaboration du Schéma Directeur de Gestion Sédimentaire : les acteurs du Rhône connaissant peu les apports sédimentaires des affluents et les acteurs des bassins versants méconnaissant le fonctionnement hydrosédimentaire du Rhône. Les associations de protection de la nature peuvent être rattachées à cette catégorie d'acteurs, avec de fortes similarités en ce qui concerne la question de la production des données.

1.2.5 Les bureaux d'études

Les bureaux d'études travaillent pour les comptes des autres acteurs (Service d'Etat, concessionnaires, collectivités locales, plus rarement pour les organismes de recherche) et produisent généralement des études locales en fonction des besoins opérationnels de leur client. Les jeux de données produits dans le cadre des études ou des suivis sont souvent le fruit de méthodologies diverses et variées. Dans certains cas, certains protocoles d'acquisition sont normés soit parce qu'ils sont encadrés par l'existence d'une norme (données physico-chimiques ou hydrobiologiques par exemple) soit parce qu'il existe, entre les différents acteurs du Rhône (chercheurs, exploitants et bureaux d'études) une culture commune sur ces mesures.

1.3 Synthèse acteurs et des données produites à l'heure actuelle sur le Rhône

Le tableau suivant propose, par type d'acteurs, une synthèse des types de données, utiles pour la gestion sédimentaire.

Tableau 1 : Acteurs concernés et types de données produites par les acteurs de la vallée du Rhône

Acteurs	Thématiques	Rôle	Jeux de données	Type de données
DREAL	Toutes ; Hydrologie (SCHAPI)	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)	Production de descripteurs de base au titre de la surveillance réglementaire
Agence de l'eau	Gestion de la ressource Hydrologie ; Hydromorphologie et transport sédimentaire Qualité physico-chimique Environnement/Écologie/Ecotoxicologie	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	Production de descripteurs de base au titre de la surveillance réglementaire ; Finance des études de référence et la production scientifique
OFB	Environnement/Écologie/Ecotoxicologie	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	Production d'études et de suivis localisés et thématiquement ciblés Production des données « poissons » à l'échelle des réseaux de mesure (RCS principalement)
CNR	Hydroélectricité ; Navigation ; Hydrologie ; Hydraulique Hydromorphologie et transport sédimentaire Environnement/Écologie	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	Production de jeux de données à finalité opérationnelle avec des protocoles déterminés. Données existantes souvent sur une large échelle (plusieurs UHC), en lien avec la concession, mais éclatées car collectées en fonction des opportunités (=bancarisation, capitalisation parfois fragile)
EDF	Hydroélectricité et CNPE ; Hydrologie ; Hydraulique ; Thermie Hydromorphologie et transports sédimentaires Environnement/Écologie	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) ;	Production de jeux de données à finalité opérationnelle avec des protocoles déterminés, à l'échelle locale (UHC)
SFMCP	Hydroélectricité ; Hydrologie ; Hydraulique Hydromorphologie et transports sédimentaires Environnement/Écologie	Production de données pour répondre aux besoins de l'exploitation et du cahier des charges	Bathymétrie du Rhône Bilans sédimentaires	Production de jeux de données à finalité opérationnelle avec des protocoles déterminés, à l'échelle locale (UHC)
SIG Genève	Hydroélectricité ; Hydrologie ; Hydraulique Hydromorphologie et transports sédimentaires Environnement/Écologie	Production de données pour répondre aux besoins de l'exploitation et du cahier des charges	Bathymétrie du Rhône Bilans sédimentaires	Production de jeux de données à finalité opérationnelle avec des protocoles déterminés, à l'échelle locale (UHC)
VNF	Navigation ; Hydromorphologie et transports sédimentaires	Production de données pour répondre aux besoins de l'exploitation et du cahier des charges	Bathymétrie	Production de jeux de données à finalité opérationnelle avec des protocoles déterminés, à l'échelle locale (UHC)
OSR	Hydrologie ; Hydromorphologie et transports sédimentaires Sédimentologie, Ecotoxicologie	Recherche scientifique pluridisciplinaire, fondamentale et appliquée	Mesure en continue MES et polluants ; Modélisation hydro-sédimentaire ; Suivis localisés multisites (évolution historiques, quantification des stockages, traçages sédimentaires, etc...) ;	Production de données en vue de répondre à des questions scientifiques qui peuvent venir éclairer la gestion. Programme pluriannuel dont le contenu est défini de manière pluri-partenaire
RhonEco	Hydrobiologie Sédimentologie	Recherche scientifique pluridisciplinaire, fondamentale et appliquée	Suivis hydrologiques et hydrobiologiques Suivi sédimentologique (lône)	Production de données en vue de répondre à des questions scientifiques qui peuvent venir éclairer la gestion. Programme pluriannuel dont le contenu est définie de manière pluri-partenaire
OHM	Toutes disciplines scientifiques	Recherche scientifique pluridisciplinaire, fondamentale et appliquée	Pluri-disciplinaire	Production de données en vue de répondre à des questions scientifiques qui peuvent venir éclairer la gestion. Programme pluriannuel dont le contenu est définie de manière pluri-partenaire
Collectivités sur le Rhône	Toutes en fonction des problématiques de gestion	Production de données pour répondre à des problématiques locales	Étude et suivi divers	Production de jeux de données à finalité opérationnelle avec des protocoles variés. Données locales, collectées en fonction des opportunités (=bancarisation, capitalisation souvent fragile, voire inexistantes)
Collectivités sur les affluents	Toutes en fonction des problématiques de gestion	Production de données pour répondre à des problématiques locales	Étude et suivi divers	Production de jeux de données à finalité opérationnelle avec des protocoles variés. Données locales, collectées en fonction des opportunités (=bancarisation, capitalisation souvent fragile, voire inexistantes)

2. Données et indicateurs nécessaires à la mise en place et au suivi du Schéma Directeur de Gestion Sédimentaire

Le SDGS a eu pour objectif de définir des actions de gestion et de restauration afin d'optimiser de manière durable la gestion sédimentaire sur le fleuve Rhône en lien avec l'atteinte des objectifs de biodiversité, sûreté-sécurité et socio-économiques. Au lancement de cette étude, un très large balayage des connaissances disponibles sur le Rhône a été réalisé, en lien avec la grande majorité des acteurs gestionnaires du fleuve. La CNR et l'Observatoire des Sédiments du Rhône, qui nous ont donné un large accès aux données et informations dont ils disposaient, ont contribué pour une large part à la constitution de bases de données nécessaires à la mise en place du diagnostic (Phase 1) et à la définition des actions de gestion et de restauration (Phase 2).

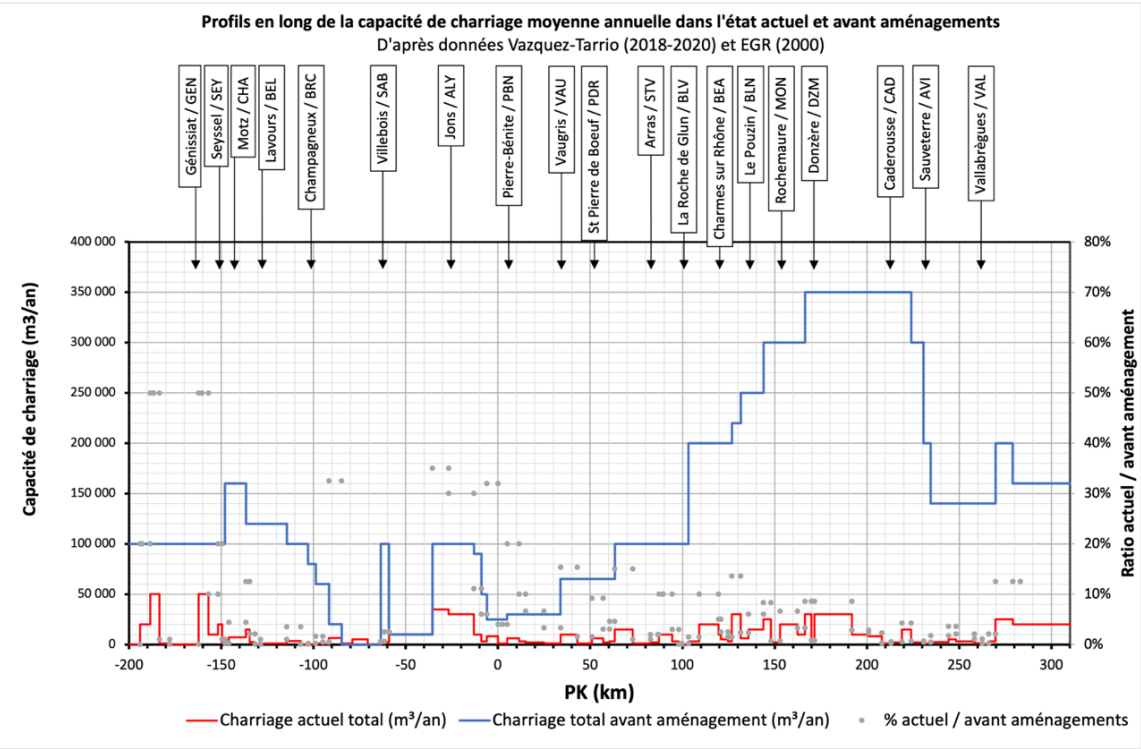
2.1 Bases de données constituées pour les besoins de la Phase 1

Les diagnostics sur le fonctionnement hydrosédimentaires du fleuve ainsi que l'analyse des enjeux écologiques et socio-économiques ont nécessité la mise en forme de bases de données. Celles-ci ont été structurées selon les besoins de l'étude mais ont repris largement des bases spatiales (UHC, autres sectorisations) qui préexistaient dans les données disponibles. Le travail a souvent plus consisté en une mise en forme et en une homogénéisation qu'à la production de données nouvelles. Le tableau suivant résume les bases de données qui ont été constituées pour les besoins de l'étude. Ces bases de données sont explicitées également dans la notice qui accompagne les fiches UHC.

Tableau 2 : 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	- 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	- 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	- 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	- 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	- Base de données dragages (selon mise à jour SDGS) - Base de données restauration : îlons, marges, réinjections, etc. - Suivi des APAVER, suivi des chasses de la Basse Isère

(1)



(2)

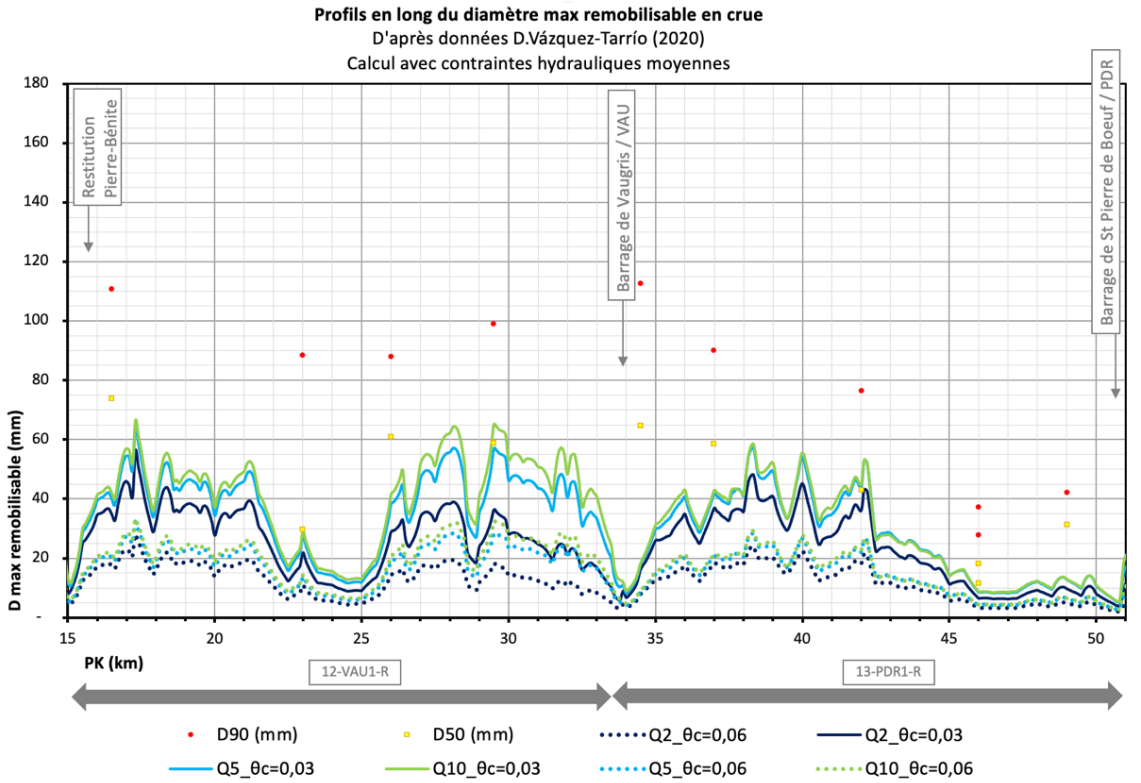


Figure 1 : Exemples des bases de données utilisées : (1) capacité de charriage avant et après aménagement ; (2) diamètre maximal mobilisable pour différentes occurrences de crue

2.2 Données et indicateurs « de routine » nécessaires pour le suivi des actions proposées dans le SDGS

2.2.1 Définition d'indicateurs

La Phase 2 du SDGS a cherché à définir les actions de gestion et de restauration qui pourraient être mises en place. Ces actions-types ont été définies au cours de la Mission 6 et sont décrites dans un jeu de « Fiches Actions » annexée à la Mission 8. Ces actions, par exemple une réinjection sédimentaire de type R1, ont vocation à intervenir sur un ou plusieurs moyens d'action (restaurer les habitats du lit, améliorer la recharge de la nappe alluviale, éviter l'incision du chenal navigable) en vue d'atteindre des objectifs et des sous-objectifs (comme « augmenter le niveau de biodiversité en restaurant les peuplements piscicoles » ou encore « garantir la production d'eau potable »).

Afin de bien suivre cette logique, la réalisation d'une action appelle au suivi de différents indicateurs permettant d'évaluer :

- la bonne conduite de l'action elle-même : il s'agit donc d'indicateurs de réalisation (appelé aussi indicateurs de moyens) ;
- l'effet de l'action sur le moyen d'action : ici, il s'agit donc d'indicateurs de résultats (ou d'impact quand il s'agit d'un résultat à éviter) ;
- d'indicateurs plus généraux qui visent à suivre l'atteinte des objectifs généraux et des sous-objectifs.

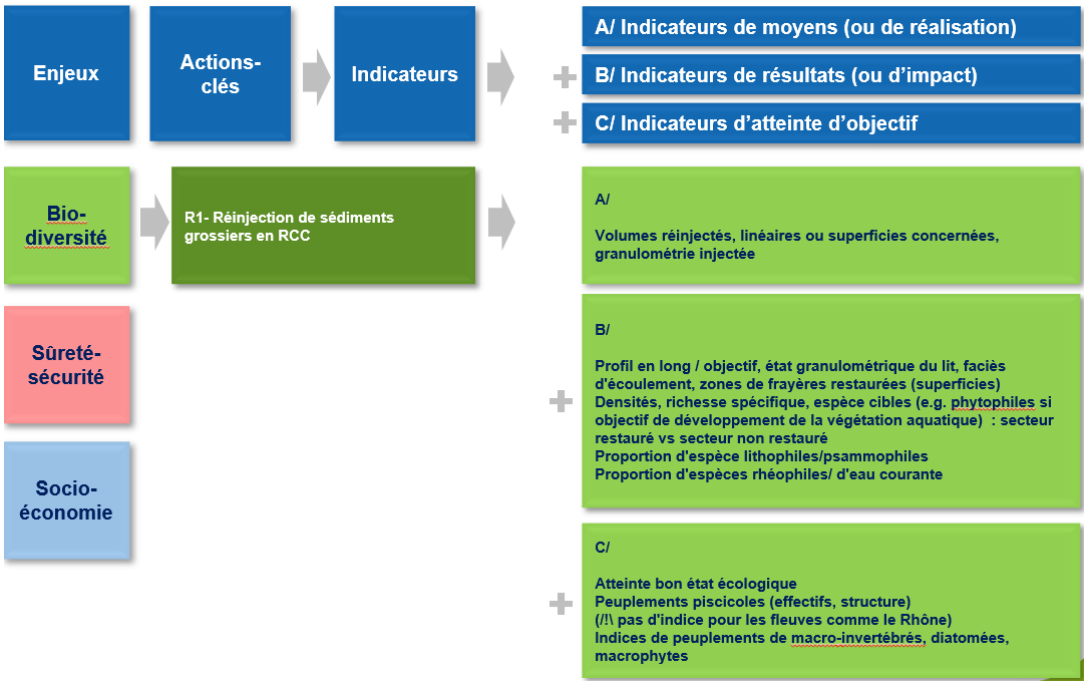


Figure 2 : Schéma de présentation des trois types d'indicateurs

2.2.2 Indicateurs de réalisation et résultats

Le Tableau 3 rappelle l'ensemble des indicateurs proposés, action par action. Plusieurs indicateurs peuvent servir à différentes actions. Un résumé est donc proposé dans les tableaux 4 et 5.

Les indicateurs de réalisation sont souvent des données techniques et opérationnelles (ml de lône restaurées, superficies essartées, volume de sédiments fins restitués, ...), a priori assez simples à déterminer. D'une manière a priori étonnante, il s'agit toutefois de données non suffisamment bancarisées, du moins difficilement

capitalisables. Le calcul de ces indicateurs demande donc de rassembler plusieurs sources d'informations (CNR, Agence de l'Eau) hétérogènes. Ce travail a été initié au cours de la Mission 4 et a été extrêmement laborieux, autant pour les actions de gestion que les actions de restauration. Dans la durée, compte tenu du nombre de sites potentiels de gestion et de restauration (plusieurs centaines), ce travail de bancarisation est indispensable.

Les indicateurs de résultats sont quant à eux, plus complexes à déterminer mais ils sont parfois déjà compilés car ils répondent, pour certains, aux intérêts, éventuellement croisés, de certains acteurs. Nous pouvons citer par exemple les flux de MES, l'état granulométrique du lit, ou encore les proportions d'espèces lithophiles/psammophiles. D'ailleurs, certains indicateurs de réalisation peuvent en partie être recoupés avec des indicateurs d'objectif (densité et richesse spécifique par exemple) et c'est la raison pour laquelle ils sont déjà produits/collectés à un autre niveau de gestion. En revanche, d'autres indicateurs n'existent pas en tant que tel aujourd'hui (profil en long d'objectif du fond du lit).

Tableau 3 : Proposition d'indicateurs de réalisation et de résultats pour les actions-clé

n° FA	Indicateur de réalisation	Indicateur de résultats
G1	Nombre de confluences restaurées ; Nombre de sites/d'ouvrages gérés/restaurés ; Volumes dragués	Nombre d'ouvrages préservés ; Linéaire préservé ; Volumes préservés
G2	Volumes de fines restitués	Flux de MES transitant dans le delta (station SORA)
G3	Volume dragué ; Nombre d'ouvrages restaurés ; Volume de tranche utile restauré	Nombre d'ouvrages préservés ; Linéaire préservé ; Volumes préservés ; Fonctionnalités des infrastructures écologiques
G4	Volumes restitués	Impact sur les lignes d'eau en crues ; Chenal navigable préservé ; Nombre de jours de trafic conservé ; MWh éventuellement perdus
G5	Fréquence des opérations, volume remobilisé par chasse	Nombre de barrages préservés ; volumes accumulés dans retenues aval ; Flux de MES transitant dans le delta (station SORA)
G6	Fréquence des opérations, volume transité	Nombre de barrages préservés ; Flux de MES transitant dans le delta (station SORA)
G7	Nombre d'ouvrages avec optimisation de la gestion	Volume de dragage évité
G8	Nombre de sites aménagés	Volume de dragage évité
G9	Nombre de zones de gestion sédimentaire créées et/ou gérées	Volume de dragage évité dans les zones à enjeux
G10	Linéaire de chenal navigable déplacé	Non aggravation des conditions de navigation, volume ou nbr de jr de trafic perturbé
G11	Nombre et linéaire d'ouvrages redimensionnés	Volume de dragage évité
G12	Superficies charuées	Superficie d'habitats pionniers des grèves et bancs alluviaux ; Impact sur les lignes d'eau en crues
G13	Superficies essartées	Impact sur les lignes d'eau en crues
R1	Etat du merlon d'injection (remobilisation par les crues successives)	Volumes réinjectés, linaires et/ou superficies concernées, granulométrie injectée

n° FA	Indicateur de réalisation	Indicateur de résultats
R2	Linéaire rendu connectif/libéré/décorseté	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'espèce lithophiles/psammophiles ; Richesse spécifique et patrimoniale ; Cartographie, Superficie et Proportion d'habitats pionniers des grèves et bancs alluviaux et espèces associées ;
R3	Volumes terrassés, superficies retravaillées ; Diversité des formes alluviales, profil en long objectif, faciès d'écoulement ; Suivi piézométrique ; Surfaces remodelées et zones d'échanges recrées	Diversité des formes alluviales (dont état granulométrique et colmatage), faciès d'écoulement, profil en long objectif ; Cartographie, Diversité et densité des espèces et habitats cibles ; Hauteur de rehaussement du plancher alluvial ; Profil en travers sédimentaire ; Niveau piézométrique, qualité des eaux de la nappe
R4	Linéaires de lônes restaurées	Profil en long objectif, état granulométrique du lit, zones de frayères ; Densités, richesse spécifique, proportion d'espèces cibles (BRO, TAN, ROT, ...) ; Proportion d'espèces rhéophiles/lénitophiles ; Richesse spécifique et patrimoniale ; Cartographie et proportion et diversité des habitats sur les superficies restaurées
R5	Nombre d'ouvrages rendus transparents, évolution Dmax remobilisable. Etat granulométrique du lit	Proportion d'espèce lithophiles/psammophiles amont vs aval de l'ouvrage. Front de colonisation des espèces de poissons grandes migratrices (données MRM)
R6	Nombre/surface de structures "bois mort" mises en place	Profil en long objectif, état granulométrique du lit, faciès d'écoulement, superficies des zones de frayères restaurées ; Densités, richesse spécifique, espèces cibles (e.g. phytophiles) sur secteurs restaurés et non restaurés
R7	Linéaire/superficie d'espaces lentiques restaurés	Profil en long objectif, état granulométrique du lit, faciès d'écoulement, superficies des zones de frayères restaurées ; Densités, richesse spécifique, espèces cibles (e.g. phytophiles) sur secteurs restaurés et non restaurés ; Cartographie et diversité des habitats aquatiques et humides restaurés, Proportion d'espèces lénitophiles/rhéophiles
R8	Linéaire/superficie désendigués ou mis en transparence	Bilan sédimentaire post-crue ; Superficie de zone inondation reconquise ; Linéaire de digues préservé ; Proportion et diversité des espèces cibles sur les sites concernés ; Cartographie et diversité des habitats restaurés ; profil en long / objectif, état granulométrique du lit, faciès d'écoulement
R9	Superficie d'anciennes gravières connectées au lit mineur et/ou restaurées	Profil en long objectif, état granulométrique du lit, zones de frayères ; Densités, richesse spécifique, proportion d'espèces cibles (BRO, TAN, ROT, ...) ; Proportion d'espèces lithophiles/psammophiles et/ou rhéophiles/lénitophiles ; Cartographie et diversité des habitats aquatiques et humides restaurés ; Proportion d'habitats aquatiques et humides sur les sites concernés
R10	Nouveaux débits ou régimes réservés ; Courbes des débits classés ; Superficies concernées par les retraits/mises en eau	Profil en long objectif, état granulométrique du lit, faciès d'écoulement, superficies des zones de frayères restaurées ; Densités, richesse spécifique, espèces cibles (e.g. rhéophiles) ; Proportion d'espèces polluo sensibles (poissons, macroinvertébrés, diatomées) ; Débits disponibles au droit des prélèvements
R11	Nombre de jours de débits morphogènes en plus ; Courbe des débits classés	Profil en long objectif, état granulométrique du lit, faciès d'écoulement, superficies des zones de frayères restaurées ; Densités, richesse spécifique, espèces cibles (e.g. poissons lithophiles) et/ou polluosensibles (poissons, macroinvertébrés, diatomées), Cartographie et diversité des habitats amphibiés et proches du lit mineur ; Qualité physico-chimique de l'eau

Tableau 4 : Listes des d'indicateurs de réalisation et de résultats pour l'ensemble des actions clés

Indicateur de réalisation - Gestion
Nombre de confluences restaurées
Nombre de sites/d'ouvrages gérés/restaurés
Nombre d'ouvrages avec optimisation de la gestion
Nombre de sites aménagés
Nombre de zones de gestion sédimentaire créées et/ou gérées
Nombre, linéaire d'ouvrages redimensionnés
Linéaire de chenal navigable déplacé
Fréquence des opérations
Volumes dragués
Volumes de fines restitués
Volume de tranche utile restauré
Volumes restitués
Volume remobilisé par chasse
Volume transité
Superficies essartées
Superficies charruées
Indicateur de réalisation - Restauration
Nombre d'ouvrages rendus transparents
Linéaire/superficie d'espaces lentiques restaurés
Linéaire rendu connectif/libéré/décorseté
Linéaires de lônes restaurées
Superficies retravaillées
Linéaire/superficie désendigués ou mis en transparence
Superficie d'anciennes gravières connectées au lit mineur et/ou restaurées
Surfaces remodelées et zones d'échanges recrées
Superficies concernées par les retraits/mises en eau
Nombre/surface de structures "bois mort" mises en place
Volumes terrassés
Etat du merlon d'injection (remobilisation par les crues successives)
Etat granulométrique du lit
Faciès d'écoulement
Diversité des formes alluviales
Profil en long objectif
Evolution Dmax remobilisable
Nouveaux débits ou régimes réservés
Courbes des débits classés
Suivi piézométrique
Nombre de jours de débits morphogènes en plus

Tableau 5 : Listes des d’indicateurs de résultats pour l’ensemble des actions clés

Indicateur de réalisation - Gestion
Nombre d'ouvrages préservés
Linéaire de fleuve/affluents préservé
Volume de dragage évité
Non aggravation des conditions de navigation
Nombre de jours de trafic conservé/perturbé
Kml de chenal navigable préservé
Impact sur les lignes d'eau en crues
Volumes accumulés dans retenues aval
MWh éventuellement perdus
Flux de MES transitant dans le delta (station SORA)
Fonctionnalités des infrastructures écologiques
Superficie d'habitats pionniers des grèves et bancs alluviaux*
Indicateur de réalisation - Restauration
Volumes réinjectés
Linaires et/ou superficies concernées
Granulométrie injectée
Profil en travers sédimentaire
Profil en long objectif
Bilan sédimentaire post-crue
Linéaire d'érosion active
Superficie de zone inondation reconquise
Linéaire de digues préservé
Débits disponibles au droit des prélèvements
Faciès d'écoulement
Diversité des formes alluviales (dont état granulométrique et colmatage)
Hauteur de rehaussement du plancher alluvial
Indices structuraux des peuplements
Richesse spécifique
Zones de frayères
Diversité et densité des espèces cibles
Cartographie des habitats sur les superficies restaurées : proportion et diversité
Cartographie des habitats sur les superficies restaurées : proportion et diversité d'habitats aquatiques et humides sur les sites concernés
Cartographie des habitats sur les superficies restaurées : proportion et diversité pionniers des grèves et bancs alluviaux et espèces associées
Proportion de juvéniles et/ou espèces de petite taille
Proportion d'espèces lithophiles/psammophiles/rhéophiles
Proportion d'espèces polluo sensibles (poissons, macroinvertébrés, diatomées)
Qualité des eaux de la nappe
Qualité physico-chimique de l'eau

2.2.3 Indicateurs d’objectif

Les indicateurs d’objectif servent à suivre les grands enjeux qui pilotent les besoins de gestion sédimentaire (préservation et restauration de la biodiversité, sûreté-sécurité, usages socio-économique). Sans recouvrir strictement les trois objectifs généraux, il est possible de classer les indicateurs d’objectifs en deux grandes familles.

• Qualité des milieux

Les indicateurs sur la qualité des milieux visent essentiellement à suivre l’atteinte du Bon Etat Ecologique (pour les masses d’eau naturelles MEN) et du Bon Potentiel Ecologique (pour les masses d’eau fortement modifiées). Ils recouvrent donc la surveillance de l’état physico-chimique du fleuve et l’état des différents compartiments biologiques. Certains indicateurs de cette famille répondent aux objectifs sûreté-sécurité ou usages et portent sur la surveillance de l’évolution physique de milieux : c’est le cas par exemple de « Suivi du trait de côte » ou « de l’état d’avancement de la délimitation de l’espace de mobilité fonctionnel » (protection des ouvrages). L’Agence de l’Eau et ses partenaires scientifiques sont les acteurs principaux en charge de ce type d’indicateur.

• Conformité règlementaire et respect du cahier des charge de la concession

Ces indicateurs sont relatifs au respect de règles édictées par l’État. Ils portent, pour le volet sûreté-sécurité, sur les problématiques d’inondation et de gestion des ouvrages (CNPE, digue, prise d’eau, etc.). Sur le volet usage, les indicateurs sont liés au respect du cahier des charges de la CNR (navigation, mission d’intérêt général). La DREAL est l’acteur principal en charge du suivi de cette famille d’indicateurs.

3. Besoins et enjeux de connaissance

Entre les éléments de connaissance disponibles aujourd’hui et les mesures à réaliser pour le suivi d’action, il existe parfois un écart qui ne peut être comblé que par de nouveaux apports de connaissances. En effet, le choix de telle ou telle solution de gestion et/ou de restauration ne peut parfois pas être réalisé sans des études complémentaires. Par ailleurs, la vérification de la réalisation d’une action demander l’acquisition de données ou d’analyses existantes, à mettre à jour, ou de nouvelles données.

Il existe donc des besoins, qui peuvent s’avérer être de véritables enjeux de connaissance. Sans être exhaustif, nous pouvons considérer comme enjeux de connaissance :

- les situations où une donnée permet de répondre en même temps à de nombreuses problématiques ;
- les situations où les données particulièrement utiles sont inexistantes sur une large partie du fleuve ou sur un secteur sensible ;
- les situations où des données sont identifiées comme utiles mais que les protocoles d’acquisition sont encore fragiles.

Les connaissances à approfondir concernent aussi bien les données que les méthodologies pour les acquérir. Une partie de ces enjeux de connaissance a été en grande partie identifiées à la suite des Missions 2, 3 et 4. Elles sont aussi régulièrement mises en avant dans le cadre des discussions autour de la programmation scientifiques des observatoires (OSR, RhônEco, etc.). Elles portent évidemment sur le volet hydrosédimentaire mais également sur les aspects hydrologique/hydraulique ainsi que sur les questions liées à la biodiversité.

3.1 **Besoin de connaissance en matière d'hydrologie, d'hydraulique**

Pour ce qui concerne le volet hydrologique, les impacts des changements climatiques ont essentiellement été abordés par la question des étiages et de la question de la ressource en eau. Ces problématiques n'influencent pas fortement le transport solide (même s'il est attendu une avancée et baisse des débits de fonte sur les affluents) mais vont probablement faire évoluer la priorisation des enjeux, localement des questions sur les interactions nappe-rivière. Toutefois la question des débits de crue et de la fréquence des hautes eaux se pose également (évolution des courbes de débits classés par exemple) et ce point d'étude a été mis en avant dans la future programmation scientifique de l'OSR en y consacrant un axe d'étude spécifique (cf. axe D de l'OSR 6).

Au-delà de cette question de l'évolution de l'hydrologie, un développement des outils de modélisation (modèle MAGE 1D) reste nécessaire pour mieux caractériser les effets hydrauliques des réinjections mais aussi d'améliorer les calculs de transport sédimentaire, afin d'anticiper les besoins de gestion des excédents qui pourraient menacer des enjeux. Cette problématique a clairement été identifiée dans le cadre de l'OSR 6 (cf. action A2).

3.2 **Besoin de connaissance sur le volet biologie**

Sur le volet biologique, les enjeux de connaissance sont multiples. Le travail établi au cours de la Phase 1 a permis de mettre en avant l'importance des éléments suivants :

- la caractérisation des habitats aquatiques (mésohabitats, faciès d'écoulement, substrats / frayères, type de végétation), en lien avec les opérations de réinjection à venir : quels sont les interactions entre injections et amélioration écologique ? (cf. action C2 de l'OSR 6) ;
- l'approfondissement des connaissances au niveau des peuplements piscicoles. Au-delà des sites suivis par RhonEco et des stations du RCS suivies par l'OFB, certains RCC/secteurs ne font pas l'objet d'échantillonnage et manquent de données. Par ailleurs, il serait intéressant de disposer d'analyses plus poussées sur les facteurs limitant le bon fonctionnement des peuplements aquatiques en général, et de poissons en particulier, en lien avec les sédiments et le transport solide, mais en croisant également (et obligatoirement) avec d'autres facteurs car les origines des dysfonctionnements sont généralement multifactorielles et qu'il convient d'identifier les bons leviers d'action ;
- l'approfondissement des connaissances sur le rôle des éclusées sur le transport solide et les habitats aquatiques, en particulier sur les principaux secteurs à écoulements libres. Ce travail a été ébauché dans le cadre de l'étude réalisée par Ecogéa (2018) ;
- la poursuite de la cartographie des habitats humides et terrestres qui reste à compléter et à actualiser sur de nombreux secteurs : aujourd'hui le BPE n'est actuellement caractérisé par aucune cartographie, sinon les secteurs potentiels de réactivation des marges. Les cartes existantes portent soit sur des sites d'intérêt patrimonial (site Natura 2000-/ réserves naturelles, etc.), soit sur quelques habitats ponctuels (bancs, roselières, îlones, secteurs faisant l'objet d'études réglementaires) ; Il n'existe pas de cartographie systématique des habitats aquatiques et humides sur le Rhône à l'intérieur des digues et à proximité immédiate.

3.3 **Besoin de connaissance sur le bon potentiel écologique**

La Mission 6 et la Mission 7 ont montré que la définition du bon potentiel écologique d'après la notice SDAGE 2014 nécessitait des éclaircissements, voire une actualisation, au vu des pondérations et taux affectés aux différentes actions pour l'atteinte du bon potentiel. Par ailleurs, un certain nombre d'actions nouvelles proposées dans la stratégie de gestion ne sont pas incluses dans le calcul du BPE, tout comme certaines actions effectivement réalisées sur le terrain. Pour l'avenir, il sera nécessaire de définir si le BPE reste défini sur les bases de 2014 ou si une nouvelle base est établie, sans toutefois dévalorisée ce qui a été réalisée jusqu'à présent.

3.4 **Besoin de connaissance sur le volet hydro-sédimentaire**

En ce qui concerne l'approfondissement des connaissances sur les questions relatives aux dynamiques sédimentaires elles-mêmes, plusieurs points ont émergé à la suite du diagnostic de Mission 2. Le tableau suivant les présente dans le détail.

Tableau 6 : 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) : - 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 topobathymétriques 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

3.5 Etudes de faisabilité des actions

La proposition de stratégie met en évidence la nécessité d'analyser localement des actions de restauration, éventuellement combinées avec des actions de gestion, a fortiori dans un contexte complexe en interactions et faisant appel à plusieurs types d'action sur un même linéaire.

Une étude de faisabilité est recommandée pour envisager techniquement la conception des actions avant de les travailler et de les valider avec les acteurs locaux. Un travail de concertation pourra être nécessaire selon l'ampleur des enjeux.

Ces actions suivantes sont susceptibles de concerner un même linéaire de Vieux Rhône et devront être coordonnées dans le temps et dans l'espace, notamment en fonction de la dynamique sédimentaire naturelle ou restaurée avec les réinjections :

- R1- Réinjection de sédiments grossiers en RCC,
- R2- Réactivation des marges alluviales,
- R3- Restauration morphologique de la bande active,
- R4- Restauration des îlônes et zones humides associées,
- R5- Restauration de la continuité sédimentaire des ouvrages transversaux,
- R6- Réinjection de bois mort,
- R11- Augmentation de la fréquence des débits morphogènes.

Plusieurs exemples de situations nécessitant une étude de faisabilité sont donnés dans les stratégies proposées en Mission 7. Par exemple, pour le RCC de Vallabrègues, il est prévu l'effacement du seuil de Beaucaire. Or ce seuil ne peut être démantelé sans plus de précaution car il relève la ligne d'eau et participe à l'alimentation de la nappe alluviale au droit des captages de Nîmes-Beaucaire. L'arasement ou l'effacement du seuil (R5) ne sont envisageables qu'à la condition de concevoir un projet global de restauration basé sur une combinaison d'actions, de types R1 (réinjection sédimentaire), R2 (restauration des marges), R3 (restauration de la bande active), etc. et permettant de maîtriser les impacts sur la nappe alluviales et les captages AEP.

Par ailleurs, on notera la nécessité d'étudier la faisabilité de lieux de stockage temporaires de matériaux dragués, ce qui permet leur ressuyage et leur accumulation en un point unique avant réinjection. Plus les lieux de stockage seront nombreux, moins les distances de transport seront importantes.

3.6 Renforcement de la bancarisation et une capitalisation des connaissances

Le suivi et la mise à jour du Schéma Directeur de Gestion Sédimentaire ne sera possible qu'au prix d'une poursuite des efforts de bancarisation des données.

D'importants progrès ont été réalisés sur cette question ces dernières années, notamment en lien avec les observatoires scientifiques, qui affichent clairement cet objectif (cf. le enjeux identifiés dans la programmation OSR 6 : enjeux #5 «Avoir des outils numériques performants pour scénariser, anticiper, partager et pérenniser l'information » et enjeux #6 « Pérenniser le monitoring du Rhône sur le long terme pour restaurer le fleuve, comprendre et modéliser les processus ; anticiper les changements »).

Par ailleurs, les données qui présentent un caractère stratégique pour les différents acteurs le sont déjà en routine. Au final, en tant que systèmes de bancarisation/consultation pérennes d'informations et de données, nous pouvons citer sur le Rhône :

- des suivis hydrologiques par les exploitants bancarisés à un niveau supérieur par la DREAL et consultable sur le site HydroPortail (<https://www.hydro.eaufrance.fr/>).
- des prélèvements physico-chimiques et des données hydrobiologiques établies dans le cadre des réseaux de surveillance de l'Agence de l'eau (<https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/surveillance-des-eaux>). Les principales bases de données associées à ces suivis sont Naïades (<https://naiades.eaufrance.fr/>) et ASPE (<https://aspe.eaufrance.fr/aspe-web/>, encore en consultation restreinte au jour de la rédaction de ce rapport)
- des mesures de flux de MES et de contaminants réalisées dans le cadre de l'SOR et centralisées par l'INRAE dans la base de données BDOH (<https://bdoh.irstea.fr/OBSERVATOIRE-DES-SEDIMENTS-DU-RHONE/>)
- des mesures hydrobiologiques et sédimentologiques réalisées dans le cadre du programme RhonEco (<http://restaurationrhone.univ-lyon1.fr/?action=presentation&do=presentation>)
- le répertoire des métadonnées produites dans le cadre de l'Observatoire des Sédiments du Rhône, géré par le CNRS (<https://elvis.ens-lyon.fr/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/home>).
- la base de consultation des conditions de navigation (avis à la batellerie, restriction à la navigation) gérée par la CNR (<https://www.inforhone.fr/>).
- la base de données topo-bathymétrique interne de la CNR.

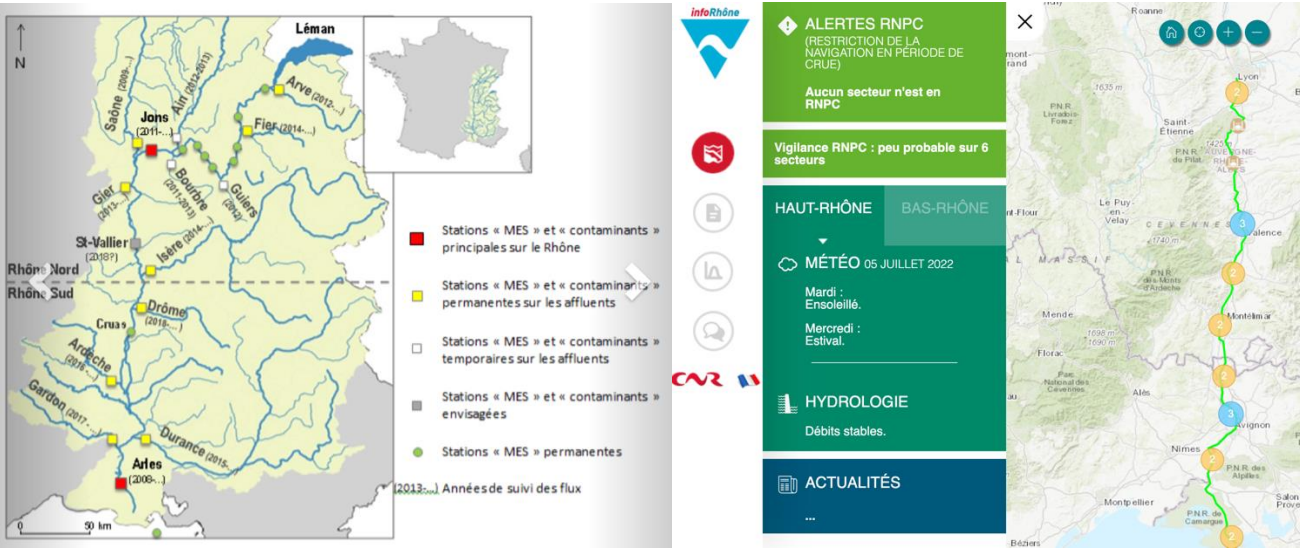


Figure 3 : Illustration de deux interfaces de consultation de données/informations sur le Rhône : à gauche la carte du réseau de mesure centralisée dans BDOH et à droite l'accueil du site InfoRhône

Au-delà du maintien des outils existants, il semble nécessaire de consolider et développer pour les besoins du SDGS au minimum les bases de données suivantes.

- base de données des opérations gestion, avec un volet spécifique pour les opérations de curages (localisation, mode opératoire, granulométrie, volumes, coûts, ... ; proposition de pilotage : CNR) ;
- base de données des opérations de restauration (localisation, type travaux, dimensionnement, coûts, etc. ; proposition de pilotage : AERMC ;
- base de données sur les affluents (apports sédimentaires, ... proposition de pilotage : CNR) ;
- base de données granulométriques (localisation, type de mesure, D50, D90, etc... ; proposition de pilotage : CNR/OSR) ;
- base de données traçage sédimentaires de la charge grossière (crues suivies, taille, distance, ... ; proposition de pilotage : CNR/OSR) ;
- base de données de cartographie des habitats naturels (aquatiques comme terrestres/humides) observés avant et après travaux de restauration (cartographie, type d'habitats, diversité).

Ce travail de consolidation appelle obligatoirement à une réflexion collective sur la finalité des données pour définir les modalités de description des objets. Il s'agira également de veiller à l'harmonisation de méthodes de collecte et de la saisie des informations quand de multiples acteurs sont impliqués.

4. Proposition pour une méthodologie d'actualisation

4.1 Des mises à jour à plusieurs échelles pour différentes raisons

4.1.1 Mise à jour des doctrines et des cadres d'action

La mise en place du Schéma Directeur de Gestion Sédimentaire répond à la nécessité d'une gestion durable et équilibrée, entre la préservation écologique et les usages fait du fleuve. Par simplification, cet équilibre se définit au milieu d'un spectre de règles, elles-mêmes définies dans différents documents : textes de lois, des documents de cadrages, cahier des charges des concessionnaires, etc... Les éléments de doctrines qui pilotent plus ou moins directement la gestion sédimentaire sont très nombreux et il serait laborieux de tous les citer ici. Nous nous attacherons à l'examen des principaux en insistant sur les temporalités qui les définissent.

► Cycles des directives européennes

Pour commencer, il est impératif de s'intéresser à la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), adoptée le 23 octobre 2000, et qui s'applique à l'ensemble des pays membres de l'Union Européenne. Elle établit un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Elle fixe comme objectif principal d'atteindre, d'ici 2027, un bon état général des eaux, tant souterraines que de surface.

Le premier cycle de la DCE s'est achevé en 2015. Le deuxième cycle se termine fin 2021. L'état des lieux pour le troisième cycle (2022-2027) est aujourd'hui achevé et a permis l'élaboration, à l'échelle du bassin Rhône Méditerranée Corse du Schéma Directeur d'Aménagement de Gestion des Eaux (SDAGE) 2022-2027. Ce dernier, comme tout SDAGE s'accompagne d'un Programme de Mesures, qui précise les actions à entreprendre pour l'atteinte du Bon Potentiel Écologique dans le cas du Rhône.

Les suites de la DCE pour la période après-2027 ne sont pas définies à ce stade.

Au-delà de la DCE, d'autres directives européennes interagissent avec la définition du SDGS, comme cela a été développé en Mission 6, dont notamment :

- la directive inondation avec le lancement de son deuxième cycle et l'élaboration du PGRI 2022-2027 ;
- la directive-cadre « stratégie pour le milieu marin » (DCSMM) qui a pour but d'élaborer des stratégies en vue de parvenir à un « bon état écologique » d'ici à 2020. L'actuelle DCSMM doit être réexaminée d'ici 2023, à la suite d'une analyse et d'une évaluation des incidences. Des modifications peuvent alors être proposées, le cas échéant.

► Programmes de financement

En parallèle de ce futur SDAGE 2022-2027, une volonté commune des quatre conseils régionaux Auvergne-Rhône-Alpes, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Occitanie et Bourgogne-Franche-Comté a permis le lancement d'un nouveau plan Rhône-Saône couvrant la période 2021-2027. Cet outil de financement a pour objectif de prendre en compte l'ensemble des usages autour de 5 thématiques :

- le développement du transport fluvial,
- la préservation de l'eau et de la biodiversité,
- le tourisme durable,
- la transition énergétique et écologie industrielle et territoriale,
- la résilience des territoires.

► Renouvellement des concessions

Le renouvellement des concessions est aussi un paramètre important, voire primordial du phasage du SDGS. Sur le Rhône, les durées de deux principales concessions hydroélectriques ont été alignées avec :

- une extension pour la CNR, votée en 2022, et qui porte à 2041 la fin de la concession,
- un renouvellement pour 40 ans pour l'usine de Cusset (EDF) en 2002 (fin de la concession en 2042).

4.1.2 Évaluation des effets des actions

Les actions mises en œuvre dans le cadre du SDGS demanderont à être suivies afin d'évaluer leur réalisation mais aussi leur efficacité par rapport aux objectifs définis. Le suivi des opérations de gestion et de restauration, en ce qui concerne les indicateurs de réalisation et de résultats sera à mener au fil de l'eau, au fur et à mesure de leur avancement. Bien sûr les différents événements hydrologiques viendront également rythmer ce travail de suivi.

4.1 Modalités et fréquences de mise à jour du SDGS

4.1.1 Proposition de schéma organisationnel pour la mise à jour du SDGS

A la suite de la phase initiale (phase 1 et 2 de la présente étude), les grandes orientations stratégiques de la gestion des sédiments du Rhône auront été définies et validées par les acteurs, regroupés au sein du Comité de Pilotage. Elles donneront lieu à des actions dont il faudra surveiller la bonne exécution (réalisation des actions) et les effets à l'aide des indicateurs de résultats. Ces suivis devront être régulièrement analysés et discutés collectivement. Au regard de ces éléments, il sera éventuellement nécessaire de réviser les orientations de gestion. Afin de participer à ce processus nous suggérons de conserver les instances définies pour la présente étude, à savoir le Secrétariat Technique (SECTECH) et le Comité de Pilotage (COPIL).

► Rôle et composition du COPIL

Le COPIL sera une instance d'échange collectif entre tous les acteurs partie prenante du SDGS : pilote d'action de restauration et/ou de gestion (CNR, EDF, VNF), instances de surveillance des objectifs généraux (DREAL, AE), producteurs des données de suivi (OSR). Sa composition sera la même que celle de l'étude. Seules les principales collectivités locales riveraines et gestionnaires du fleuve en feront parties et à ce titre le cercle actuel pourrait être élargi (Métropole de Lyon, SHR, SYMADREM, etc.). En cas de besoin, des représentants des services de gestion suisses (SIG) pourront y être conviés. Le rôle du COPIL sera de valider la mise à jour du SDGS en cas de besoin au regard des suivis périodiques faits par le SECTECH.

► Rôle et composition du SECTECH

Le rôle du SECTECH sera la surveillance de la bonne mise en œuvre du SDGS. Sa composition a vocation à être identique à celle de l'étude (DREAL, Agence de l'EAU, CNR, EDF). Des structures extérieures pourront être occasionnellement invitées, notamment représentants de la communauté scientifique (en cas de besoin d'expertise). Il analysera les tableaux de bord d'indicateurs et veillera à la bonne tenue des bases de données.

Autres instances de suivi et d'échange

Compte tenu du nombre potentiel de structures directement ou indirectement impliquées dans la gestion sédimentaire du fleuve, il sera nécessaire de prévoir également :

- des journées/réunions techniques entre les différents producteurs de données (exploitants, scientifiques, collectivités locales, bureaux d'études) afin d'harmoniser les méthodologies de travail ;
- des journées corridor/bassin pour mettre en relation les structures de gestion des bassins versants affluents. Cela permettra de communiquer auprès de ces structures sur les conditions limites aval du transport solide, de mettre en cohérence les politiques de gestion sédimentaires et de mettre à jour la base de données affluents. Ce type d'initiatives peut se faire dans le cadre de journées organisées par le GRAIE/OSR ou par l'ARRA² ;
- des journées d'informations, par territoire, pour les collectivités locales du corridor et autres gestionnaires (gestionnaires d'espaces naturels par exemple). Ce type d'initiatives peut se faire dans le cadre de journée organisée par le GRAIE/OSR ou par l'ARRA².

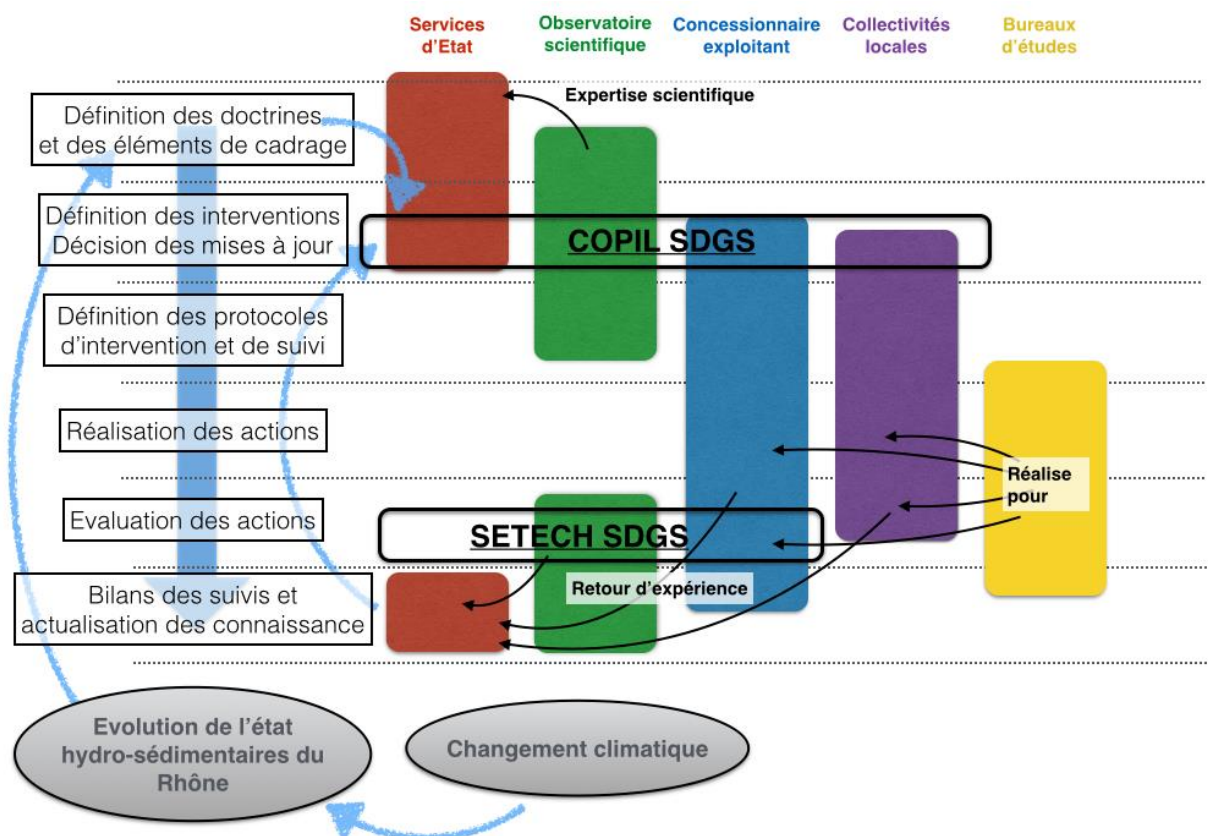


Figure 4 : Rôles et missions des acteurs de la gestion hydrosédimentaire du fleuve

4.1.2 Fréquence de mise à jour

Le SDGS est un document d'orientations stratégiques dont la durée d'application porte sur dix ans. Cette durée est cohérente avec le temps de la gestion sédimentaire, à savoir le temps nécessaire au déploiement des actions de gestion et de restauration, dont la mise en œuvre peut prendre plusieurs années. Deux SDGS complets seront ainsi mener avant le renouvellement des concessions. Sur cette programmation décennale, il sera évidemment nécessaire de prévoir des points étapes réguliers afin de veiller à sa bonne exécution.

Ainsi par exemple, en ce qui concerne le suivi des actions de gestion et restauration, en plus du suivi « au fil de l'eau », nous suggérons une consolidation annuelle des bases de données de suivi. Ce premier niveau sera nécessaire afin de surveiller les tendances d'évolution et de contrôler d'éventuelle dérives. Ce suivi annuel est organisé collectivement par le SECTECH.

Un bilan triennal viendra compléter ces remontées annuelles afin de les comparer aux indicateurs d'objectifs, surveillés par les gestionnaires de bassin (DREAL, Agence de l'Eau, etc.). Ce bilan sera présenté au membre du COPIL qui validera, si besoin, les ajustements d'orientation de gestion.

L'ensemble du SDGD sera lui mis à jour de manière complète tous les dix ans. Un bilan complet des actions et le suivi sera alors nécessaire.

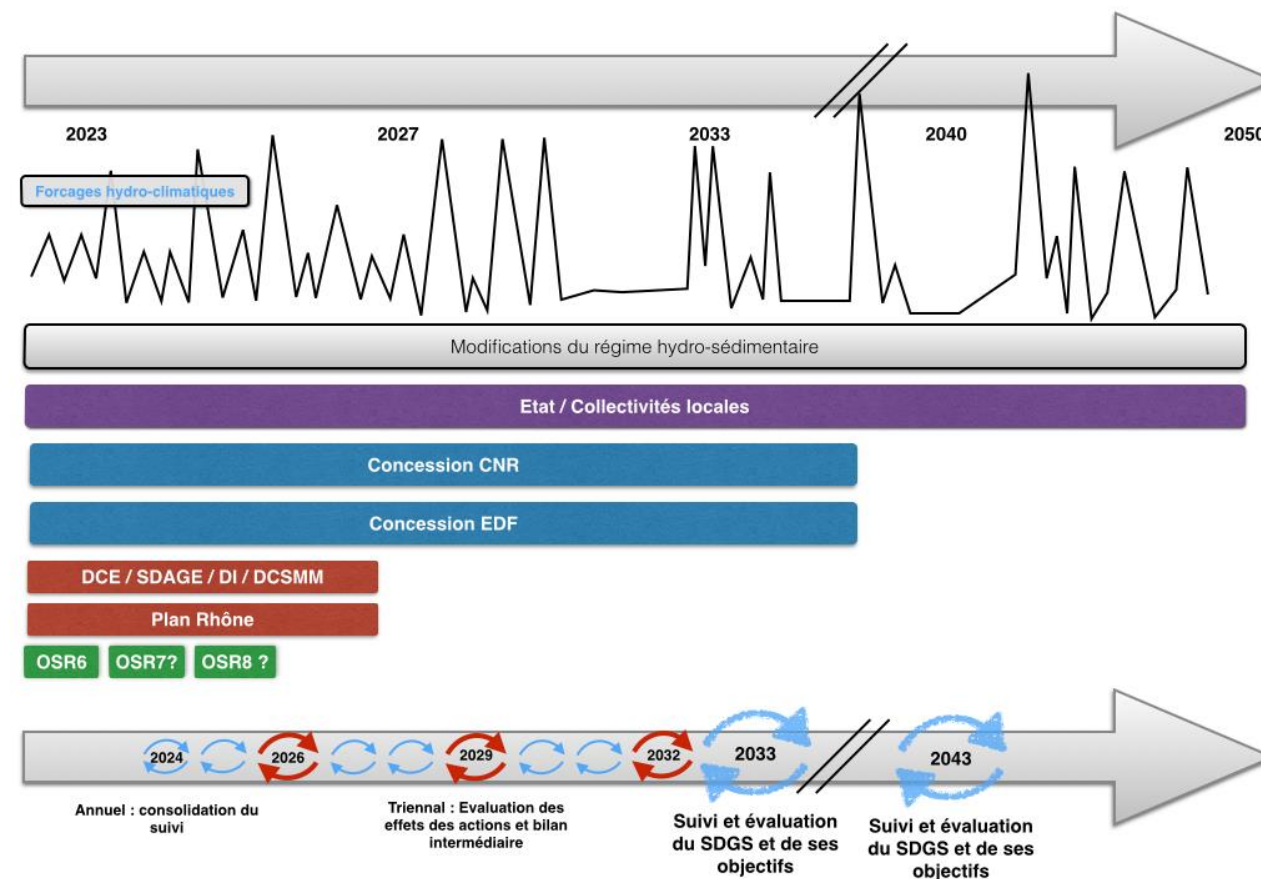


Figure 5 : Frise chronologique des étapes de suivi et d'actualisation du SDGS

BIBLIOGRAPHIE COMMUNE AUX MISSIONS 6, 7, 8 ET 9

AERMC (2013)	Etude de caractérisation des vulnérabilités du bassin Rhône-Méditerranée aux incidences du changement climatique dans le domaine de l'eau
AERMC (2016)	Bilan actualisé des connaissances sur le changement climatique
AERMC (2022)	Note de méthode pour l'estimation du coût du programme de mesures Rhône Méditerranée 2022-2027. Documents et données techniques pour l'élaboration du SDAGE 2022-2027 du bassin Rhône-Méditerranée
Annendale, G.W. et al. (2003)	Reservoir conservation. Volume I. The RESCON Approach. Economic and engineering evaluation of alternative strategies for managing sedimentation in storage reservoirs
Arnaud, F. (2012)	Approches géomorphologiques historiques et expérimentales pour la restauration de la dynamique sédimentaire d'un tronçon fluvial aménagé : le cas du Vieux Rhin entre Kembs et Breisach (France, Allemagne). Thèse de doctorat de l'Université Lumière Lyon2.
Aubé D. (2017)	Impact du changement climatique dans le domaine de l'eau sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse, bilan actualisé des connaissances
Bard, A. et Lang M. (2018)	Actualisation de l'Hydrologie des crues du Rhône, Rapport Synthétique de diffusion des résultats. Hydroconsultant et IRSTEA.
Bertrand F. (2015)	L'intégration de l'adaptation aux effets des changements climatiques dans les politiques locales de l'eau.
Boivin, M. et al. (2019)	Guide d'analyse de la dynamique du bois en rivière. Guide scientifique présenté au Conseil de l'eau du Nord de la Gaspésie et à la Fondation de la Faune du Québec. 97 pages + annexes.
BRLi, (2014)	Etude de la gestion quantitative et des débits du Rhône en période de basses eaux
BRLi (en cours)	Etude hydrologique du Rhône sous changement climatique
BURGEAP (2018)	Le Rhône de l'Ain jusqu'au barrage de Pierre-Bénite. Etude de gestion sédimentaire – Phase 1A : Etat des lieux et investigations préalables
BURGEAP (2019)	Vieux Rhône de Neyron. Dossier de demande de renouvellement de l'autorisation du plan de gestion sédimentaire. METROPOLE DE LYON – DIRECTION DE L'EAU
BURGEAP (2021)	Projet de dragage sur le fleuve Rhône au Pont de la Loi (PK-137 à PK-134). Analyse morphologique des sites envisagés pour une restitution des sédiments. CNR
Camenen, B. et al (2022)	Synthèse des mesures hydro-sédimentaires lors de la chasse de la Basse-Isère de janvier 2021. INRAE / CNR / EDF
Cassel M. (2017)	Caractérisation des particules dans les lits à galets : expérimentation, développements méthodologiques et applications in situ

CGDD & CEREMA (2018)	Évaluation environnementale - Guide d'aide à la définition des mesures ERC 134 p
Chardon V. (2019)	Effets géomorphologiques des actions expérimentales de redynamisation du Rhin à l'aval de Kembs. Thèse de doctorat.
Chardon, V. et al (2021)	Efficiency and sustainability of gravel augmentation to restore large regulated rivers: Insights from three experiments on the Rhine River (France/Germany)
Chardon, V. et Staentzel, C. (2021)	Érosion maîtrisée et injections sédimentaires : quels enjeux et effets dans les milieux semi naturels ? cas du Vieux Rhin, France. Journée d'échanges techniques « évaluation de la restauration », 16 novembre 2021
Ciotti, D. et al. (2021)	Design Criteria for Process-Based Restoration of Fluvial Systems
Cluer & Thorne (2014)	A Stream Evolution Model Integrating Habitat and Ecosystem Benefits. in River Research and Applications · February 2014
CNR (2018)	Suivi d'une opération de réinjection sédimentaire dans le Vieux-Rhône de Chautagne. Rapport d'étude
CNR (2020)	Restitution au Rhône des sédiments issus de dragages d'entretien depuis 2015. Note interne.
CNR (2020)	Chute de Logis Neuf. Retenue de Baix-le-Logis-Neuf. Compléments Fiche Incidence Dragage Mémoire en réponses aux questions suite à la réunion programmation dragage du 12 Mars 2020
CNR (2022)	Premier Plan 5Rhône. Mars 2022 / Mars 2027
Comité de bassin Rhône Méditerranée (2020)	SDAGE 2022-2027 - Bassin Rhône Méditerranée. Rapport environnemental
Comité de bassin Rhône Méditerranée (2022)	Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux 2022-2027 - Bassin Rhône Méditerranée. Volume principal. Annexes. Documents d'accompagnement.
Comité de bassin Rhône Méditerranée (2022)	Programme de mesures 2022-2027 - Bassin Rhône Méditerranée.
Comité de suivi environnemental APAVER 2021 (2022)	Gestion sédimentaire du Haut Rhône suisse et français
Dayon et al. (2018)	Impacts of climate change on the hydrological cycle over France and associated uncertainties. Comptes Rendus Geoscience. Volume 350, Issue 4, May–June 2018, Pages 141-153
Direction générale de l'Energie et du Climat (2020)	Synthèse du scénario de référence de la stratégie française pour l'énergie et le climat. Stratégie nationale bas carbone (SNBC) et Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE)
Dufour, S. et Piégay, H. (2009)	From the myth of a lost paradise to targeted river restoration : Forget natural references and focus on human benefits. River Research and Applications, 25(5):568–581
ECOGEA (2018)	Caractérisation des risques éco-morphologiques associés au fonctionnement par éclusées des masses d'eau des bassins Rhône Méditerranée Corse

EGIS (2010)	Etude du renforcement des digues du Petit Rhône. Diagnostic morphodynamique	Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire (2019)	Projet de prolongation de la concession du Rhône. Synthèse du dossier de concertation.
EGIS (2020)	Aménagement de l'Eyrieux : étude hydraulique et consignes d'entretien		
EGIS-GEOPEKA (2021)	Etude de renforcement et recul limité des digues du Petit Rhône	Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire (2020)	Stratégie nationale bas carbone. La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone
European Commission (2021)	Biodiversity Strategy 2030. Barrier Removal for River Restoration		
Flitcroft, R. et al. (2022)	Rehabilitating Valley Floors to a « Stage 0 » Condition: A Synthesis of Opening Outcomes. Front. Environ. Sci. 10:892268. July 2022	Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire (2020)	Guide national sur les principales méthodologies de construction par une entreprise d'une trajectoire de réduction de ses émissions de gaz à effet de serre cohérente avec les budgets carbone sectoriels
Gaydou P. (2013)	Schéma directeur de ré-activation de la dynamique fluviale des marges du Rhône. [Rapport de recherche] CNRS UMR 5600 - EVS. 2013. (hal-03444308)	Nadal D. (2008)	La prise en compte du patrimoine fluvial dans le projet de restauration du vieux Rhône de Péage-de-Roussillon. Mémoire de première année de Master, Université Lyon 2. Direction J.-P. Bravard (Professeur émérite) et C. Moiroud (Compagnie Nationale du Rhône, Division de l'ingénierie)
GRONTMIJ (2013)	Potentiel écologique du fleuve Rhône		
Habersack H. et Piégay, H. (2008)	River restoration in the Alps and their surroundings : past experience and future challenges	Olivier J.M. (2022)	Restauration écologique du Rhône, fondements, résultats et perspectives. Diaporama 10 mars 2022 – Brégnier-Cordon
Habersack H. et al. (2019)	Sediment Manual for Stakeholders. Output 6.2 of the Interreg Danube Transnational Project DanubeSediment co-funded by the European Commission, Vienna	Olivier, J.-M. & Wichroff, E. (2018)	Quelle(s) reconquête(s) associée(s) à la restauration hydraulique et écologique du Rhône ? REVER 10 - Restaurer ou reconquérir - 19-21 Mars 2019, MNHN Paris
		OSR6 (2022)	Programme d'action de l'Observatoire des Sédiments du Rhône OSR6 2021-2023
IXSANE (2017)	Le Rhin de Huningue à Lauterbourg. Plan de Gestion Pluriannuel des Opérations de Dragage. Dossier de demande d'autorisation au titre des articles L214-1 et suivants du code de l'Environnement. Etude d'impact. VOIES NAVIGABLES DE France. Direction territoriale de Strasbourg.	Parrot E. (2015)	Analyse spatio-temporelle de la morphologie du chenal du Rhône du Léman à la Méditerranée
Janssen, P. et al. (2020)	Divergence of riparian forest composition and functional traits from natural succession along a degraded river with multiple stressor legacies	Portevin J.L. (2003)	Mémoire de deuxième année de master, Université Lyon 2 Direction J.-P. Bravard (Professeur émérite) et G. Collilieux (département environnement de la Compagnie nationale de Rhône, Division de l'ingénierie)
Kondolf, M. (2011)	The « espace de liberté » and restoration of fluvial process : when can the river restore itself when must we intervene ?	Poulier G. et al. (2018)	Bilan actualisé des flux de matières en suspension et micropolluants associés sur le bassin du Rhône. Action III.3. Septembre 2018 – Version finale
Kondolf, M. et al. (2014)	Sustainable sediment management in reservoirs and regulated rivers. Experiences from five continents. Earth's Future / 10.1002/2013EF000184	Powers et al. (2018)	A process-based approach to restoring depositional river valleys to Stage 0, an Anastomosing channel network : restoring streams to « Stage 0 » in unconfined valleys in the USA. in River Research and Applications · November 2018
Lacroix et al. (2021)	La montée du niveau de la mer d'ici 2100. Scénarios et conséquences. Editions Quae	Plan d'action du bassin Rhône-Méditerranée pour la pollution par les PCB (2013)	Recommandations relatives aux travaux et opérations impliquant des sédiments aquatiques potentiellement contaminés. SDAGE Rhône-Méditerranée 2010-2015
Laval, F. et al. (2022)	Retour d'expérience de 25 années de gestion sédimentaire et de restauration du Rhône. Poster, IS Rivers, 2022	Räpple B. (2018)	Sedimentation patterns and riparian vegetation characteristics in novel ecosystems on the Rhône River, France : A comparative approach to identify drivers and evaluate ecological potentials. Thèse de doctorat.
Loire R. (2019)	Contribution à la définition et à la mise en œuvre de débits morphogènes en aval des aménagements hydro-électriques. Thèse de Doctorat.	Riquier J. (2015)	Réponses hydrosédimentaires de chenaux latéraux restaurés du Rhône français : structures spatiales et dynamiques temporelles des patrons et des processus, pérennité et recommandations opérationnelles. Thèse de doctorat.
Loire et al (2021)	Lâchers d'eau morphogènes - Guide de mise en œuvre. Guide OFB.		
Malavoi & Bravard (2010)	Eléments d'hydromorphologie fluviale	Ruiz-Villanueva, V. et al. (2022)	Le grand bois en cours d'eau à la retenue du barrage de Génissiat : de problèmes en opportunités. 39th IAHR World Congress at Granada, Spain (2022)
Marteau, B. et al. (2022)	Cartographie thermique des rivières par infrarouge thermique aéroporté : inventaire des habitats, diagnostic thermique et appui à la conservation	Secrétariat Technique du SDAGE (2014)	La restauration écologique du fleuve Rhône. Outil pour évaluer le potentiel écologique du fleuve et définir où et comment le restaurer
Michelot, J.-L. (2020)	A quoi sert le Rhône ? Une approche sensible des services hydrosystémiques. Extrait de Le Rhône. Territoire, ressource et culture, textes réunis par Emmanuel REYNARD, Alain DUBOIS et Muriel BORGEAT-THELER, Sion, 2020 (Cahiers de Vallesia, 33), p. 93-117.	Secrétariat technique du SDAGE (2011, mis à jour en 2019)	Note du secrétariat technique du SDAGE : qu'est-ce que le bon état des eaux ?
		Seignemartin, G. et al. (2021)	Les marges alluviales endiguées du Rhône : trajectoires d'atterrissement, état des lieux hydrosédimentaire et sanitaire, perspectives opérationnelles

SFMCP (2015)	Barrage de Chancy-Pougny ; Manœuvres d'accompagnement des abaissements partiels et des dragages de la retenue de Verbois. Période 2016-2026. Dossier d'étude d'impact sur l'environnement – Tome 1. Présentation du scénario de gestion. Etude des caractéristiques physiques et du milieu humain. Dossier final.
SIG & SFMCP (2015)	Opérations de gestion sédimentaire sur le Rhône genevois. Période 2016-2026. Dossier technique et évaluation de l'impact sur l'environnement.
SYMADREM (2021)	Les marges alluviales endiguées du Rhône : trajectoires d'atterrissement, état des lieux hydrosédimentaire et sanitaire, perspectives opérationnelles
TEREO (2021)	Opération de renforcement et de décorsetage des digues du Petit Rhône. Diaporama réunion du 6 décembre 2021. Présentation aux partenaires du Plan Rhône
The Shift Project (2022)	Assurer le fret dans un monde fini. Dans le cadre du plan de transformation de l'économie française (PTEF)
Tissot, N. et al. (2021)	Geomorphic responses of restored frequently flowing side channels along the Rhône River
Valé, N. (2004)	Mémoire de deuxième année de Master, Université Lyon 2 Direction JP Bravard (Professeur émérite) et G Collilieux (département environnement de la Compagnie Nationale de Rhône, Division de l'ingénierie)
Vázquez-Tarrío et al. (2018, 2020)	OSR4 2015-2017. Evolutions morphodynamiques du chenal sur le long-terme. Action I.4

TABLEAUX

Tableau 1 : Acteurs concernés et types de données produites par les acteurs de la vallée du Rhône	6
Tableau 2 : Bases de données utilisées ou créées pour les besoins du SDGS.....	7
Tableau 3 : Proposition d'indicateurs de réalisation et de résultats pour les actions-clé	8
Tableau 4 : Listes des d'indicateurs de réalisation et de résultats pour l'ensemble des actions clés	9
Tableau 5 : Listes des d'indicateurs de résultats pour l'ensemble des actions clés.....	10
Tableau 6 : Liste des enjeux de connaissance sur le volet hydrosédimentaire	11

FIGURES

Figure 1 : Exemples des bases de données utilisées : (1) capacité de charriage avant et après aménagement ; (2) diamètre maximal mobilisable pour différentes occurrences de crue	7
Figure 2 : Schéma de présentation des trois types d'indicateurs	8
Figure 3 : Illustration de deux interfaces de consultation de données/informations sur le Rhône : à gauche la carte du réseau de mesure centralisée dans BDOH et à droite l'accueil du site InfoRhône	12
Figure 4 : Rôles et missions des acteurs de la gestion hydrosédimentaire du fleuve	15
Figure 5 : Frise chronologique des étapes de suivi et d'actualisation du SDGS	15