



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

Annexe au rapport de Mission 8
Fiches actions du schéma directeur de gestion sédimentaire

FICHES ACTIONS

Version finale – juin 2022



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 annexe de la Mission 8.

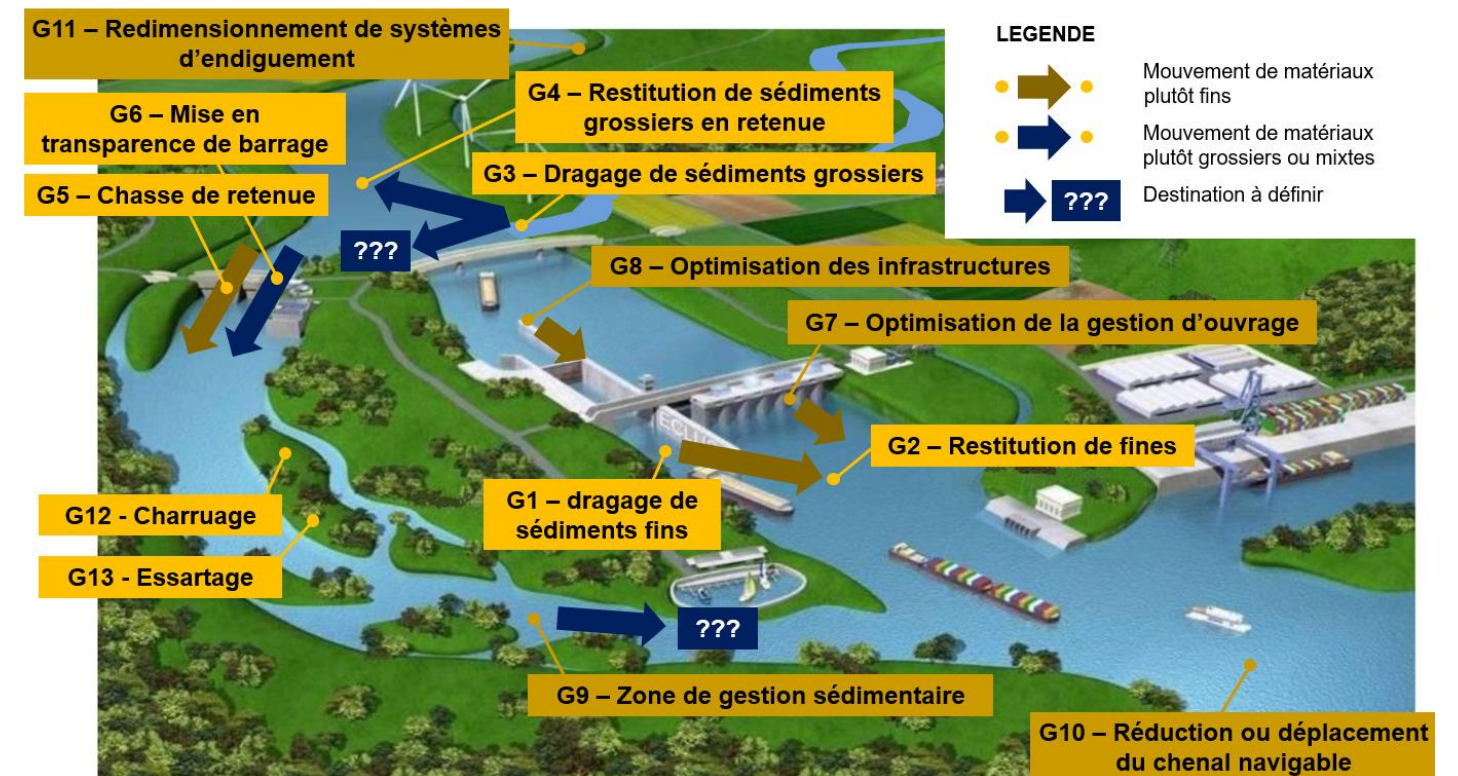
Il comprend les fiches actions qui viennent expliciter et illustrer les actions-clés définies en Mission 6, testées dans les scénarios en Mission 7 et dont la faisabilité est précisée en Mission 8.

Cette mission s'est déroulée entre janvier 2021 et juin 2022, en parallèle des Missions 6, 7 et 9.

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

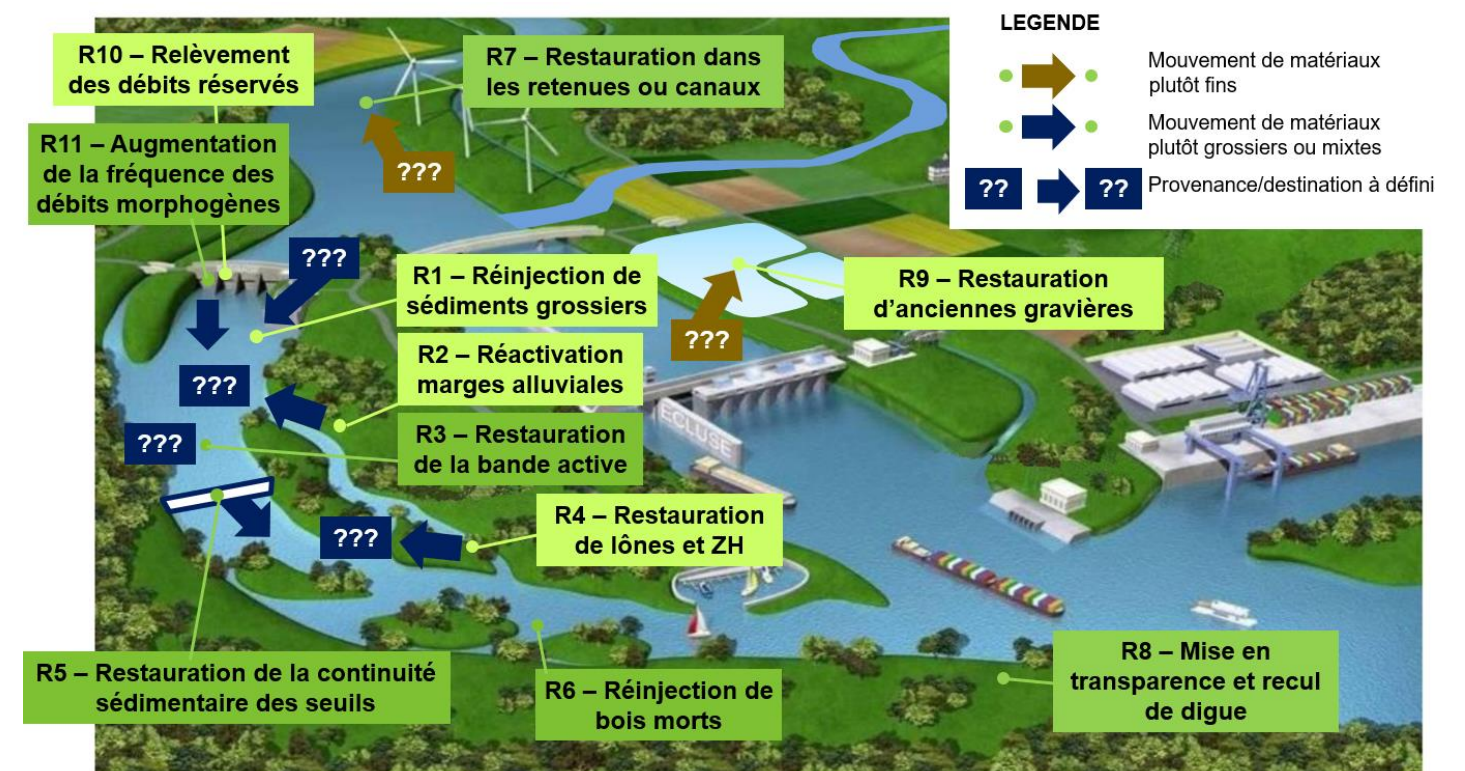
Synthèse des actions-clés retenues pour le schéma directeur

	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	RSR	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 îlots 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					



Synthèse illustrée des actions-clés de « gestion »

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



Synthèse illustrée des actions-clés de « restauration »

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

DRAGAGE DE SEDIMENTS FINS

DSF

G1

Type d'action : Gestion
Enjeux principaux : Biodiversité ; Sûreté-sécurité ; Usages socio-économiques
Moyens mis en œuvre : Gérer les dépôts sédimentaires ; Restaurer les continuités latérales et longitudinales

Sédiments concernés :



A/ Echelles spatiales et temporelles

Echelle d'Intervention		Echelle des effets	
Echelle spatiale	Site	Site	
	Tronçon homogène (TH)	Tronçon homogène (TH)	
	Unité hydrographique cohérente (UHC)	Unité hydrographique cohérente (UHC)	
	Multi-UHC	Multi-UHC	
	Bassin versant	Bassin versant	

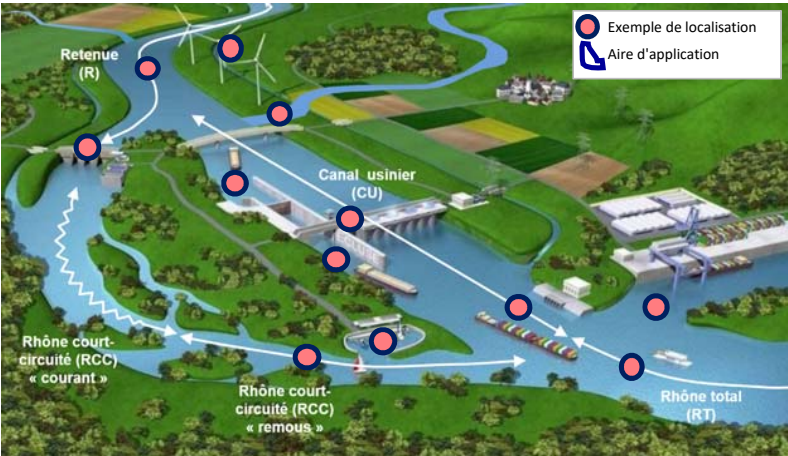
Echelle temporelle	Fréquence d'intervention		Durabilité de l'action	
	Fréquent (1-2 ans)		Court terme (1-2 ans)	
	Moyennement fréquent (3-5 ans)		Moyen terme (3-5 ans)	
	Peu fréquent (5-10 ans)		Long terme (> 5 ans)	
	Rare (> 10 ans) ou unique		Très long terme (>> 10 ans)	

B/ Etat de l'art

Etat de l'art sur le Rhône	
	Action courante
	Action en consolidation
	Proposition scientifique

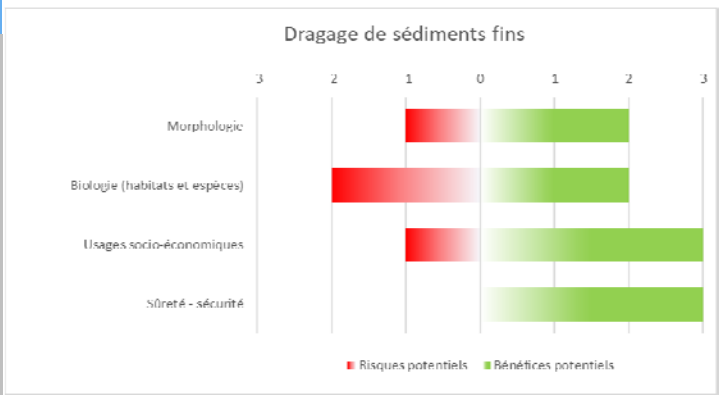
C/ Objectifs et localisations

Type d'enjeu	Objectifs d'intervention		Tronçon homogène	Localisation action de gestion	Localisation action de restauration
Enjeux socio-économiques		Navigation (N)	Retenue (R) Canal usinier (CU) Vieux Rhône (RCC) Rhône total (RT) Affluent (A)	Bande active de Vieux Rhône Chenal navigable Retenue, queue de retenue Barrage de retenue (ou de dérivation) Garage d'écluse, barrage-usine-écluse Port, darse, quai, etc. Halte fluviale, embouquement, rampe, etc. Confluence, difffluence Prise d'eau (CNPE, AEP, irrigation, etc.) Base de loisirs, bassin de joute, etc. Monitoring (échelle limni, station alerte, etc.) Ouvrages annexes (contre-canal, siphon, etc.) Autres (passe à poissons, etc.)	Lit courant Plan d'eau de retenue Bancs Berges et marges alluviales Confluence Systèmes d'endiguement classés Lônes Gravières Zones humides Seuil Autre
		Hydroélectricité (H)			
		Prélèvements eau (P)			
		Loisirs (L)			
Enjeux sûreté-sécurité		Sûreté ouvrages classés (S)			
		Sécurité inondation (I)			
		Sûreté CNPE (U)			
		Sûreté AEP (A)			
Ecologie		Ouvrage à vocation écologique (E)	Code BPE : - Code PDM : -		
		Bon état/potentiel écologique (BPE)			
		Biodiversité (B)			



D/ Effets potentiels avant séquence ERC

Indicateurs	Effets négatifs	Effets positifs
Morphologie (bilan sédimentaire et processus)	- impacts faibles sur les flux globaux en MES et sables - potentielle rupture de continuité pour les fines, avec conséquences mineures	- remobilisation de sédiments fins et sableux figés dans les marges du lit, chenal navigable, garage d'écluse, confluences, etc. - possibilité d'inclure des éléments grossiers dans l'opération de dragage - peut faire apparaître des horizons d'alluvions grossières sous-jacentes
Biologie (habitats et espèces)	- augmentation locale et temporaire de la turbidité (à relativiser par rapport à une crue naturelle) ; risque de remise en suspension/solution de polluants - risque (temporaire) de destruction d'habitats alluviaux : supports de ponte pour espèces psammophiles, zone de développement de larves de poissons (e.g. lamproies), et d'herbiers aquatiques potentiellement protégés (posidonie, potamots spp., etc.) - risque de destruction d'espèces de plantes protégées (<i>Najas marina</i> , <i>Sparganium emersum</i> , etc.) - risque de dérangement d'espèces en période de reproduction (avifaune)	- rajeunissement/décolmatage des fonds alluviaux, surtout si du grossier est découvert (favorable entre autres aux lithophiles et invertébrés) - rajeunissement des herbiers (si épaisseur de dragage limitée)
Usages socio-économiques	- risque potentiel sur des captages du fait des modifications du fonctionnement de nappe alluviale - risque pour l'activité pêche récréative du fait des impacts potentiels sur les milieux aquatiques	- maintien de la navigation marchande (respect du CC de la concession) - maintien navigation de plaisance - maintien de l'usage AEP (captages d'Avignon) - maintien activité et bon fonctionnement des CNPE
Sûreté - sécurité	- absence d'impact négatif sur l'inondabilité (sous réserve d'incidences négligeables sur les capacités hydrauliques)	- non aggravation des risques hydrauliques (rupture/inondation, respect du CC) - maintien alimentation AEP - sûreté INB



E/ Séquence ERC

Mesures d'évitement (E)	Mesures de réduction (R)	Mesures de compensation (C)	Mesures d'accompagnement	Recommandations complémentaires
-éviter les stations d'espèces protégées - éviter les stations d'habitats fortement patrimoniaux - éviter les secteurs colonisés par les EEE - analyser la qualité des sédiments avant toute intervention afin d'adapter les dragages au niveau de contamination	- bouchons à mettre en place en amont des lônes - adaptation de la période des travaux par rapport à la faune - gestion des EEE avant dragage pour éviter propagation - choix de solutions permettant d'optimiser la lutte contre le changement climatique et l'adaptation à ses effets	- 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 végétales transférées - suivi des EEE après gestion et après dragage	- remplacer si possible par une action de chasse (G5) si les retenues se comblent de manière continue - diminuer les volumes et/ou la fréquence des dragages par optimisation de la gestion des ouvrages (G7) - diminuer les volumes et/ou la fréquence des dragages par optimisation des infrastructures (G8) : ouvrages déflecteurs / épis pour modifier les conditions d'écoulement - aménager une confluence pour réduire en volume et/ou en fréquence l'action G1 en redimensionnant le système d'endiguement (G11) - Par la concentration des écoulements qu'elle engendre, l'action R7 de restauration des hauts fonds permet aussi la remise en suspension des sédiments et leur transfert

DRAGAGE DE SEDIMENTS FINS

DSF

G1

F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art

Objectifs de l'opération	Objectif sûreté-sécurité : conserver une section d'écoulement, profil en travers moyen, revanche avant débordement pour Q1000 sur ouvrages classés Objectif navigation : assurer une profondeur de mouillage (3 ou 4,50 m) et une largeur de chenal navigable Objectif hydroélectricité, prise d'eau, loisirs : rétablir le fonctionnement des ouvrages et usages associés Objectif biodiversité : Restaurer des zones de refuge (confluences, îlotes) pendant les APAVER ; Entretenir les infrastructures écologiques (passes à poissons, etc.)
Techniques d'intervention	Drague aspiratrice (jusqu'à un diamètre max de 10 mm environ) Rendement : 20 à 500 m³/h Volume dragué : quelques dizaines (10 m³) plusieurs dizaines de milliers de m³ (10 000 m³)
Principales contraintes d'exécution	Tirant d'eau minimal de 1,50 m Niveau d'exploitation de la retenue 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 systématique dans le courant principal du Rhône, en aval du dragage Exceptions : gestion à terre si pollution des sédiments
Indicateurs de réalisation	Nombre de confluences restaurées ; Nombre de sites/d'ouvrages gérés/restaurés ; Volumes dragués
Indicateurs de résultat	Nombre d'ouvrages préservés ; Linéaire préservé ; Volumes préservés
Points de vigilance complémentaire	

G/ Dossiers réglementaires

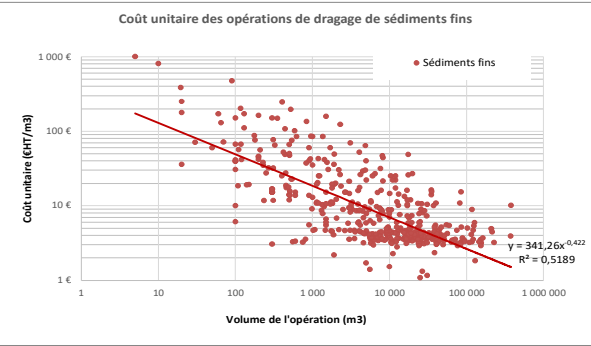
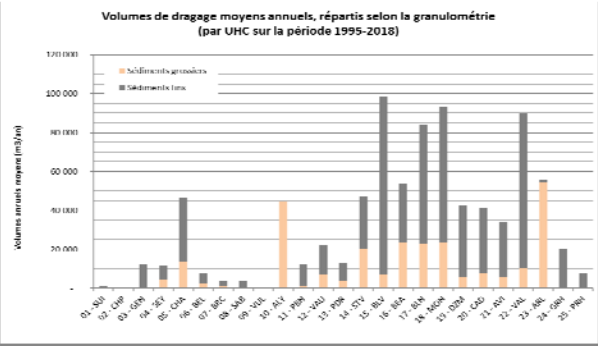
Plan de gestion (type L215-15, PGPOD)	Dossier d'incidences NATURA 2000
Fiche d'incidence de dragage	Dossier de défrichement
Dossier Loi sur l'Eau (3.1.2.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0)	Dossier CNPN de dérogation de destruction d'espèce protégée
Examen au cas par cas	Demande de Déclaration d'Intérêt Général (DIG)
Evaluation environnementale	Dossier ICPE (2515, 2517)
Dossier d'exécution Code de l'Energie	Autre

Commentaires :

Les opérations de dragage de sédiments fins sont généralement intégrées dans un plan de gestion pluriannuel (type PGPOD) comprenant une Evaluation Environnementale et un Dossier Loi sur l'Eau. Chaque opération programmée fait l'objet d'une fiche d'incidences de dragage et de dossiers complémentaires le cas échéant (Dossier CNPN, etc.).

H/ Coûts

Critères de variabilité des prix	Type de sédiments (risque de casse matériel pour matériaux grossiers > 10 mm) Volume total Conditions de navigation et de mise en œuvre Longueur de rejet
Prix unitaire	5,87 €/m³ [3 ; 50] sur 1995-2018 (à valeur euro constant) (source : Mission 4) au global de l'opération de dragage et réinjection Opérations < 10 000 m³, coûts à partir de 12.5 €/m.3 ; Si petits volumes mais espace très contraint coûts jusqu'à environ 1 000 €/m.3. Compter 6 €/m3 pour des volumes moyens compris entre 10 000 et 100 000 m3. Opérations de gros volume coûts entre 4 €/m.3 et 11 €/ m.3, valables pour des rejets à moins de 750 mètres. Au-delà de 750 mètres un tarif de 0,20 €/hm.m3 supplémentaire est appliqué (max 2-3 km, de refoulement).
Chiffres clés pour le Rhône	Période 1995-2018 : 849 opérations, 219 sites 587 500 m³/an, 3,45 M€/an (sur la base des coûts connus)
Coûts indirects et coûts non monétaires	



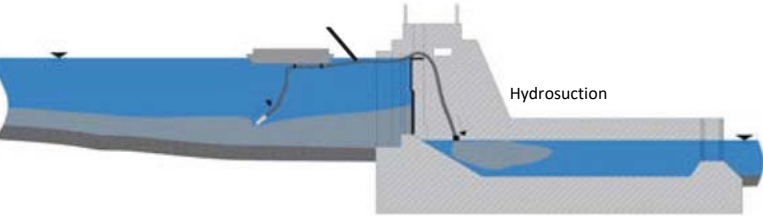
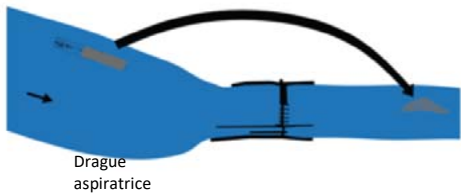
I/ Bibliographie

Fiches d'incidences CNR : <https://www.cnr.tm.fr/fiches-dincidence-des-dragages/>

J/ Bonnes pratiques

1. Dragage/réinjection des matériaux au droit d'un barrage

2. Dragage/réinjection des matériaux dans les zones de courant pour remobilisation



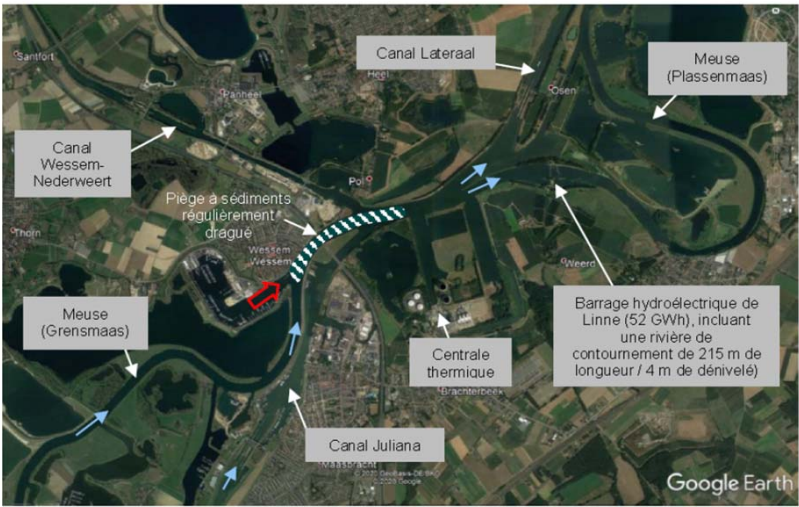
K/ Exemples sur le Rhône

Nombreux exemples : confluences (dragage Yzeron, Valencize, Sévenne, Cance, etc.), prise d'eau (CNPE St-Alban), etc.



L/ Exemples internationaux (Mission 5)

- 1/ Rhin : stockage de sédiments pollués sur une île artificielle (Ijssellog)
- 1/ Rhin : piste de réflexion : dragages plus fréquents et moins lourds
- 2/ Meuse : dragage de sédiments fins et sableux au niveau des points bloquants (Wessem)
- 3/ Danube : flux de sédiments fins gérés par chasse et effets des crues
- 4/ Columbia : dragage dans l'estuaire pour la navigation, et réinjection coordonnée avec le fonctionnement du littoral



Piège à sédiments dragués sur la Meuse aux carrefours du cours principal et de canaux, dans la retenue du barrage de Linne

RESTITUTION DE SEDIMENTS FINS

RSF

G2

Type d'action : Gestion
Enjeux principaux : Biodiversité ; Sûreté-sécurité ; Usages socio-économiques
Moyens mis en œuvre : Favoriser le transit des fines et sables jusqu'au littoral

Sédiments concernés :



A/ Echelles spatiales et temporelles

Echelle d'Intervention		Echelle des effets	
Echelle spatiale	Site	Site	
	Tronçon homogène (TH)	Tronçon homogène (TH)	
	Unité hydrographique cohérente (UHC)	Unité hydrographique cohérente (UHC)	
	Multi-UHC	Multi-UHC	
	Bassin versant	Bassin versant	

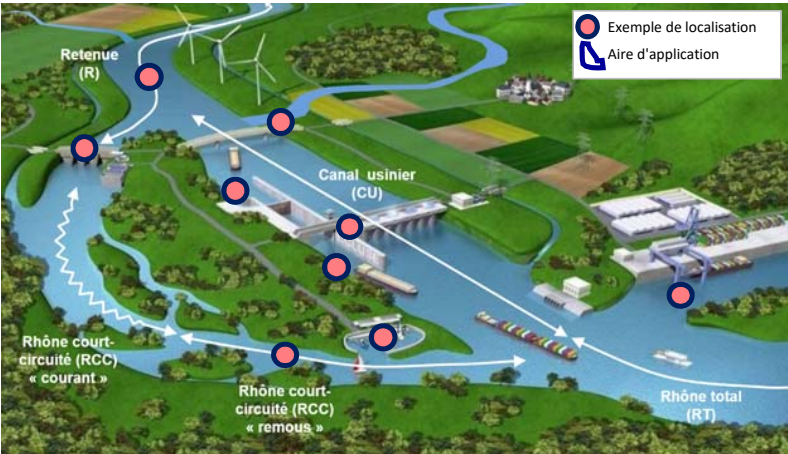
Echelle temporelle	Fréquence d'intervention		Durabilité de l'action	
	Fréquent (1-2 ans)		Court terme (1-2 ans)	
	Moyennement fréquent (3-5 ans)		Moyen terme (3-5 ans)	
	Peu fréquent (5-10 ans)		Long terme (> 5 ans)	
	Rare (> 10 ans) ou unique		Très long terme (>> 10 ans)	

B/ Etat de l'art

Etat de l'art sur le Rhône	
	Action courante
	Action en consolidation
	Proposition scientifique

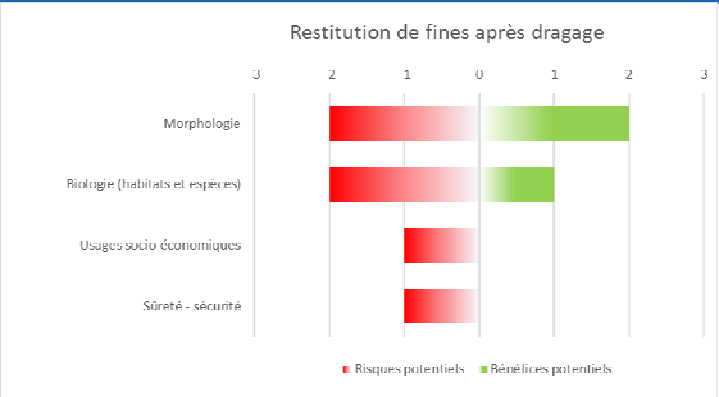
C/ Objectifs et localisations

Type d'enjeu	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)	Barrage de retenue (ou de dérivation)	Bancs
		Loisirs (L)	Rhône total (RT)	Barrage-usine(-écluse), garage d'écluse	Berges et marges alluviales
Enjeux sûreté-sécurité		Sûreté ouvrages classés (S)	Affluent (A)	Port, darse, quai, etc.	Confluence
		Sécurité inondation (I)		Halte fluviale, embouquement, rampe, etc.	Systèmes d'endiguement classés
		Sûreté CNPE (U)		Confluence affluent, diffluence	Lônes
		Sûreté AEP (A)		Captage AEP	Gravières
Ecologie		Ouvrage à vocation écologique (E)		Prise d'eau (CNPE, irrigation, etc.)	Zones humides
		Bon état/potentiel écologique (BPE)		Base de loisirs, bassin de joute, etc.	Seuil
		Biodiversité (B)		Monitoring (échelle limni, station alerte, etc.)	Autre



D/ Effets potentiels avant séquence ERC

Indicateurs	Effets négatifs	Effets positifs
Morphologie (bilan sédimentaire et processus)	- sédimentation fine dans les marges et lônes - peut venir colmater des milieux grossiers/pavés	- conservation du stock de sédiments fins et sableux dans le continuum - participation au stock sédimentaire du delta et du littoral - impact négligeable sur la structure du lit - restitution de sédiments fins et sableux figés dans les marges du lit, chenal navigable, garage d'écluse, confluences, etc. - possibilité d'inclure des éléments grossiers dans l'opération
Biologie (habitats et espèces)	- risque de colmatage des fonds en aval de la réinjection - risque de limitation des échanges nappe/rivière - risque de colmatage des lônes - risque de relargage de polluants contenus dans les sédiments fins et/ou de remise en suspension de sédiments pollués (anciens) - risque de destruction d'espèces de plantes protégées (<i>Najas marina</i> , <i>Sparganium emersum</i> , etc.) - risque de dérangement d'espèces en période de reproduction (avifaune)	- permet d'éviter d'avoir à gérer à terre des sédiments pollués - création potentielle de nouveaux habitats si épaisseur de sédiments déposés suffisante
Usages socio-économiques	- risque potentiel pour les captages AEP - risque pour l'activité pêche récréative du fait des impacts potentiels sur les milieux aquatiques	
Sûreté - sécurité	- absence d'impact négatif sur l'inondabilité (sous réserve d'incidences négligeables sur les capacités hydrauliques)	



E/ Séquence ERC

Mesures d'évitement (E)	Mesures de réduction (R)	Mesures de compensation (C)	Mesures d'accompagnement	Recommandations complémentaires
- analyser la qualité des sédiments avant dragage : évitement du relargage si pollution des sédiments - éviter les stations d'espèces protégées	- bouchons à mettre en place en amont des lônes - adaptation de la période des travaux par rapport à la faune - gestion des EEE avant dragage pour éviter propagation		- suivi des espèces végétales transférées - suivi des EEE après gestion et après dragage	- remplacer si possible par une action de chasse (G5) si les retenues se combient de manière continue - diminuer les volumes et/ou la fréquence des dragages par optimisation de la gestion des ouvrages (G7) - diminuer les volumes et/ou la fréquence des dragages par optimisation des infrastructures (G8) : ouvrages déflecteurs / épis pour modifier les conditions d'écoulement - aménager une confluence pour réduire en volume et/ou en fréquence l'action G1 en redimensionnant le système d'endiguement (G11) - Par la concentration des écoulements qu'elle engendre, l'action R7 de restauration des hauts fonds permet aussi la remise en suspension des sédiments et leur transfert

RESTITUTION DE SEDIMENTS FINS

RSF

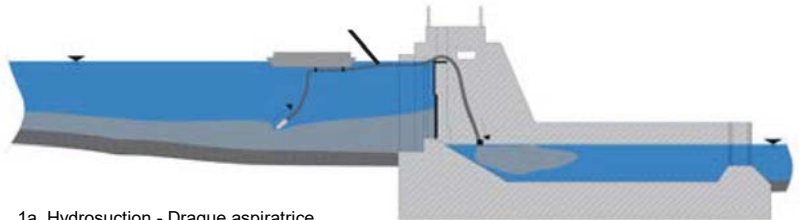
G2

F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art

Objectifs de l'opération	Objectif sûreté-sécurité et écologique : réduire l'érosion du lit en conservant les matériaux dans le système (donc éviter les effets indirects sur les habitats et milieux) qui pourrait conduire à des désordres hydrauliques. Restituer au fleuve les fines et sables issus de dragage Action directement liée à une action de dragage de sédiment fins (lien avec fiche G1)
Techniques d'intervention	Volume dragué/restitué : quelques dizaines (10 m³) plusieurs dizaines de milliers de m³ (10 000 m³). - Dragage aspiratrice (jusqu'à un diamètre max de 10 mm environ); Rendement : 20 à 500 m³/h - Clapage avec barge à clapet
Principales contraintes d'exécution	Conditions hydrométriques (éviter les crues et les périodes de basses eaux) Contrôle des concentrations MES à l'aval Tirant d'eau minimal de 1,50 m Qualité des sédiments (seuil QSM, physico-chimie, seuils LEMA, décret 2014), qualité de l'eau en aval du rejet (MES) Espaces naturels (frayères essentiellement) Espèces floristiques ou faunistiques protégées Période de frai et de migration des espèces piscicoles
Devenir des sédiments	Réinjection systématique dans le courant principal du Rhône, en aval du dragage Exceptions : gestion à terre si pollution
Indicateurs de réalisation	Volumes de fines restitués
Indicateurs de résultat	Flux de MES transitant dans le delta (station SORA)
Points de vigilance complémentaire	Ne pas induire une sur-sédimentation impactant le chenal navigable Ne pas induire une concentration en MES trop élevée dommageable pour les espèces piscicoles présentes

J/ Bonnes pratiques

1. Réinjection des matériaux dragués en aval de l'usine de production hydroélectrique



1a. Hydrosuction - Dragage aspiratrice
Pas de gestion à terre nécessaire

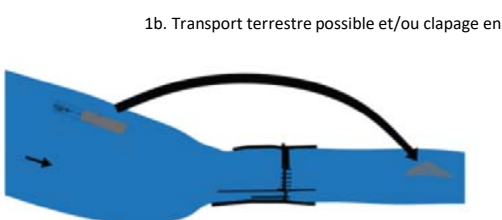
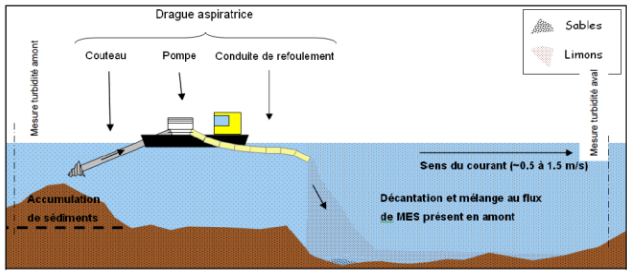


Tableau 10 : Caractéristiques techniques du matériel de dragage (d'après CNR, 2009)

Type de matériel	Pelle et pelle sur ponton	Clapage par chaland	Drague aspiratrice
Principe	Extraction et chargement	Transport de matériaux et restitution au fleuve	Extraction et remise en suspension au fil de l'eau
Volume minimal de matériaux (m³)	> 2 000	300	> 2 000
Matériau le mieux adapté	Graviers-Limons	indifférent	Limons-sables
Rendement (m³/h)	100 à 500	Fonction de l'éloignement du site	20 à 500
Profondeur minimale de dragage (m)	1	/	5
Tirant nécessaire (m)	2	2	1,50

2. Réinjection des matériaux dans le courant principal du Rhône



G/ Dossiers réglementaires

Plan de gestion (type L215-15, PGPOD)	Dossier d'incidences NATURA 2000
Fiche d'incidence de dragage	Dossier de défrichement
Dossier Loi sur l'Eau (3.1.2.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0)	Dossier CNPN de dérogation de destruction d'espèce protégée
Examen au cas par cas	Demande de Déclaration d'Intérêt Général (DIG)
Evaluation environnementale	Dossier ICPE (2515, 2517)
Dossier d'exécution Code de l'Energie	Autre

Commentaires :

Les opérations de réinjection de sédiments fins sont généralement intégrées dans un plan de gestion pluriannuel (type PGPOD) comprenant une Evaluation Environnementale et un Dossier Loi sur l'Eau. Selon l'accessibilité du site de réinjection, l'opération peut faire l'objet d'une fiche d'incidences et de dossiers complémentaires le cas échéant (dossier CNPN, dossier de défrichement, etc.).

K/ Exemples sur le Rhône



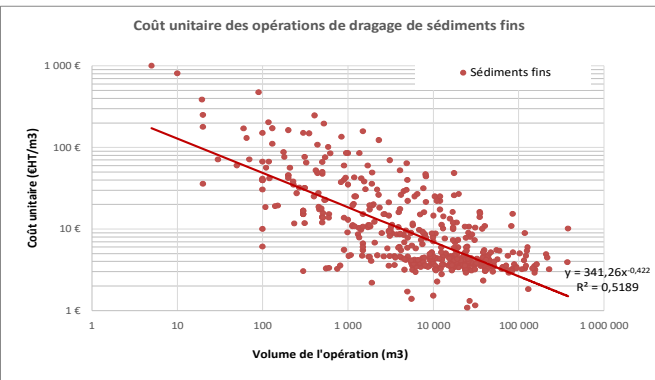
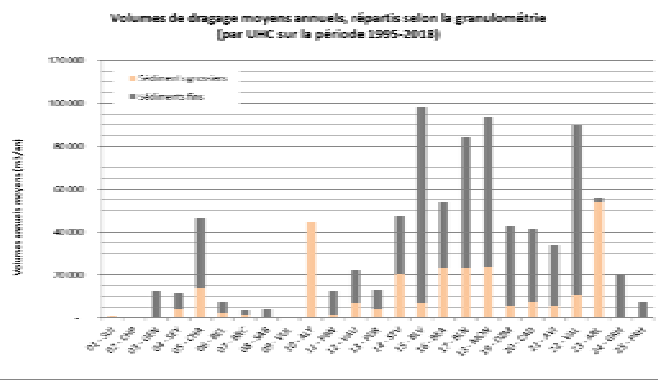
© Tournaud

u d.

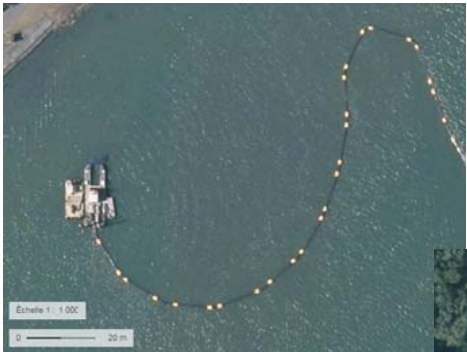
© EDF

H/ Coûts

Critères de variabilité des prix	Conditions de réinjection (dragage / clapage / pelle) Volume total à réinjecter Conditions de transport des sédiments depuis le site de stockage (s'ils sont stockés à terre avant réinjection)
Prix unitaire	6 €/m³ [3 ; 50] (source : Mission 4 sur des opérations de dragage et réinjections entre 1995-2018 combinés aux informations fournis par la CNR issues des prix du contrat cadre de la DT Rhône Isère). Le coût pour cette action est compris dans le coût de l'action de dragage de sédiments fins (cf. fiche G1)
Chiffres clés pour le Rhône	Période 1995-2018 : 849 opérations, 219 sites 587 500 m³/an, 3,45 M€/an (sur la base des coûts connus)
Coûts indirects et coûts non monétaires	



Réinjection de sédiments fins, barrage de Rochemaure - CNR (07)



Dragage (dragage aspiratrice) en amont du barrage



Resitution dans courant du canal usinier

I/ Bibliographie

Fiches d'incidences CNR : <https://www.cnr.tm.fr/fiches-d-incidence-des-dragages/>

L/ Exemples internationaux (Mission 5)

Les exemples internationaux ne diffèrent en rien de ce qui est fait sur le Rhône

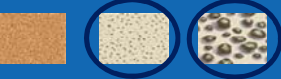
DRAGAGE DE SEDIMENTS GROSSIERS

DSG

G3

Type d'action Gestion
Enjeux principaux Biodiversité ; Sûreté-sécurité ; Usages socio-économiques
Moyens mis en œuvre Gérer les dépôts sédimentaires ; Restaurer les continuités latérales et longitudinales

Sédiments concernés :



A/ Echelles spatiales et temporelles

Echelle d'intervention		Echelle des effets	
Echelle spatiale	Site	Site	
	Tronçon homogène (TH)	Tronçon homogène (TH)	
	Unité hydrographique cohérente (UHC)	Unité hydrographique cohérente (UHC)	
	Multi-UHC	Multi-UHC	
	Bassin versant	Bassin versant	

Echelle temporelle	Fréquence d'intervention		Durabilité de l'action	
	Fréquent (1-2 ans)		Court terme (1-2 ans)	
	Moyennement fréquent (3-5 ans)		Moyen terme (3-5 ans)	
	Peu fréquent (5-10 ans)		Long terme (> 5 ans)	
	Rare (> 10 ans) ou unique		Très long terme (>> 10 ans)	

B/ Etat de l'art

Etat de l'art sur le Rhône	
	Action courante
	Action en consolidation
	Proposition scientifique

C/ Objectifs et localisations

Type d'enjeu	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)		Prise d'eau (CNPE, AEP, irrigation, etc.)	Zones humides	
	Bon état/potentiel écologique (BPE)		Base de loisirs, bassin de joute, etc.	Seuil	
	Biodiversité (B)		Monitoring (échelle limni, station alerte, etc.)	Autre	

D/ Effets potentiels avant séquence ERC

Indicateurs	Effets négatifs	Effets positifs	
Morphologie (bilan sédimentaire et processus)	- diminution du stock de sédiments grossiers dans l'hydrosystème - risque d'érosion progressive en aval et régressive en amont - rupture de continuité sédimentaire avec conséquences potentielles en aval et en amont sur l'équilibre sédimentaire - privation de sédiments grossiers en aval du prélèvement	- gestion favorable des stocks si l'UHC concernée et les UHC en aval sont en excédent sédimentaire - remobilisation de sédiments grossiers figés dans les marges du lit, chenal navigable, garage d'écluse, confluences, etc. - permet de décolmater la granulométrie en place	
Biologie (habitats et espèces)	- augmentation locale et temporaire de la turbidité (à relativiser par rapport à une crue naturelle) - risque de destruction d'habitats aquatiques : herbiers aquatiques, supports de ponte pour espèces lithophiles, zone de développement de larves de poissons (e.g. lamproies) - réduction des capacités d'autoépuration (en milieu courant) - risque de destruction de la faune protégée et de leurs habitats - risque de propagation de certaines EEE (jussie) - risque de dérangement d'espèces en période de reproduction (avifaune)	- rajeunissement/décolmatage des fonds alluviaux - rajeunissement des herbiers (si profondeur limitée)	
Usages socio-économiques	- risque potentiel sur des captages du fait des modifications du fonctionnement de nappe alluviale - risque potentiel sur infrastructure (érosion régressive) - risque pour l'activité pêche récréative du fait des impacts potentiels sur les milieux aquatiques	- maintien de la navigation marchande (respect du CC de la concession) - maintien navigation de plaisance - maintien de l'usage AEP (captages de Métropole de Lyon) - maintien activité et bon fonctionnement des CNPE - augmentation de la production hydroélectrique - valorisation granulats pour BTP - intérêt pour équilibre économique de l'opération	
Sûreté - sécurité	- risque pour la stabilité des ouvrages (barrages latéraux, protection de berges, etc.)	- non aggravation des risques hydrauliques (rupture/inondation, respect du CC) - maintien alimentation AEP - sûreté INB	

E/ Séquence ERC

Mesures d'évitement (E)	Mesures de réduction (R)	Mesures de compensation (C)	Mesures d'accompagnement	Recommandations complémentaires
- éviter les stations d'espèces protégées - éviter les stations d'habitats fortement patrimoniaux - éviter les secteurs colonisés par les EEE - risque de dérangement d'espèces en période de reproduction (avifaune)	- protocole à adapter (libre évolution de certains secteurs sans entretien, restriction de la zone d'intervention, période) - inventaires écologiques à réaliser avant pour cibler les enjeux et les mesures à mettre en place - mesures de réduction en cas de besoin (barrage anti-MES pour isoler les espèces de faune et de plantes protégées, arrachage et gestion des EEE avant dragage) - 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	- protocole à adapter (libre évolution de certains secteurs sans entretien, restriction de la zone d'intervention, période) - mesures de suivi à mettre en place	- remplacer si possible par une action de chasse (G5) si les retenues se comblent de manière continue - diminuer les volumes et/ou la fréquence des dragages par optimisation des infrastructures (G8) : ouvrages déflecteurs / épis pour modifier les conditions d'écoulement - aménager une confluence pour réduire en volume et/ou en fréquence l'action G1 en redimensionnant le système d'endiguement (G11)

DRAGAGE DE SEDIMENTS GROSSIERS

DSG

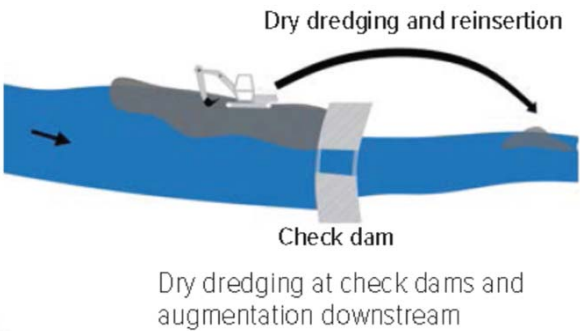
G3

F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art

Objectifs de l'opération	Objectif sûreté-sécurité : conserver une section d'écoulement (profil en travers moyen), revanche avant débordement pour Q1000 sur ouvrages classés, Draguer les excédents sédimentaires Objectif navigation : assurer une profondeur de mouillage (3 ou 4,50 m) et une largeur de chenal navigable Objectif hydroélectricité, prise d'eau, loisirs : rétablir le fonctionnement des ouvrages et usages associés Objectif Biodiversité : Entretien des infrastructures écologiques (passes à poissons, etc.)
Techniques d'intervention	Pelle mécanique - 1. sur banc - 2. depuis la berge (à long bras) - 3. sur ponton Possibilité d'utilisation de drague aspiratrice dans certaines configurations (zones d'eaux courantes, complexité d'accès) Rendement : 100 à 500 m³/h Volume dragué : quelques dizaines (10 m³) plusieurs centaines de milliers de m³ (150 000 m³)
Principales contraintes d'exécution	Accès terrestre au site Niveau d'exploitation de la retenue 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
Devenir des sédiments	Réinjection dans les zones de déficit (fosses RCC, aval barrage) Gestion à terre et revalorisation dans le BTP
Indicateurs de réalisation	Volume dragué ; Nombre d'ouvrages restaurés ; Volume de tranche utile restauré
Indicateurs de résultat	Nombre d'ouvrages préservés ; Linéaire préservé ; Volumes préservés ; Fonctionnalité des infrastructures écologiques
Points de vigilance complémentaire	Sécurité en phase travaux lié aux variations de débits

J/ Bonnes pratiques

1. Dragage de matériaux grossiers sur banc et réinjection aval



G/ Dossiers réglementaires

Plan de gestion (type L215-15, PGPOD)	Dossier d'incidences NATURA 2000
Fiche d'incidence de dragage	Dossier de défrichement
Dossier Loi sur l'Eau (3.1.2.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0)	Dossier CNPN de dérogation de destruction d'espèce protégée
Examen au cas par cas	Demande de Déclaration d'Intérêt Général (DIG)
Evaluation environnementale	Dossier ICPE (2515, 2517)
Dossier d'exécution Code de l'Energie	Autre

Commentaires :

Les opérations de dragage de sédiments grossiers sont généralement intégrées dans un plan de gestion sédimentaire comprenant une Evaluation Environnementale et un Dossier Loi sur l'Eau. Chaque opération fait l'objet d'une fiche d'incidences de dragage et de dossiers complémentaires le cas échéant (Dossier CNPN, etc.).

K/ Exemples sur le Rhône



Dragage du Vieux Rhône de Neyron (2021)

Pelle mécanique à long bras depuis la berge (VNF)

Pelle mécanique sur ponton (VNF)

H/ Coûts

Critères de variabilité des prix	Les prix dépendent du volume, de la distance, de la provenance de l'entreprise, de ses équipements et des aspects techniques. Les coûts sont également dépendants des conditions d'accès, des contraintes de travaux, du devenir des sédiments ainsi que du lieu de restitution et du volume.
Prix unitaire	13 €/m³ [2 ; 50] sur 1995-2018 (à valeur euro constant) (source : combinaison des prix du rapport de mission 4 et de l'observatoire de l'Agence de l'eau https://www.eaurmc.fr/jcms/gbr_5511/fr/observatoire-des-couts) Dragage pelle mécanique depuis un ponton (transport par barge), prix de contrat cadre CNR en moyenne de 22 €/m³ [12 ;30], pour 1 500 mètres maximum de distance avant clapage (pour distance > 1 500m, surcoût de 1,50 €/km.m³). Opération gros volume en pleines eaux et tout fluvial 17 €/m³ [9 ; 28] comprenant un amenée-repli (plans d'exécution, déplacement d'atelier de travail, etc.), le dragage, le transport fluvial jusqu'au quai de déchargement (30 minutes de navigation, avec 2 barges de 1 100 tonnes) (données CNR), la reprise à la benne preneuse.
Chiffres clés pour le Rhône	Période 1995-2018 : 580 opérations, 131 sites 260 246 m³/an, 2,45 M€/an (sur la base des coûts connus)
Coûts indirects et coûts non monétaires	Dans certaines conditions (débits, vitesses d'écoulement, travail en sécurité), il peut être fait appel à un dragage par drague aspiratrice alors que les sédiments sont grossiers. L'utilisation d'un tel protocole peut engendrer de la casse matérielle qui va augmenter les coûts.

L/ Exemples internationaux (Mission 5)

- 3/ Danube : dragage de sédiments grossiers en retenue (enjeux navigation et inondabilité) avant réinjection en amont dans la même retenue (boucle en circuit fermé)
- 5/ Durance : dragage aux confluences avant réutilisation dans le cadre du programme de recharge sédimentaire
- 7/ Pô : Analyse économique de l'optimisation de la transparence sédimentaire et de la production hydroélectrique afin de limiter les dragages (barrage de l'Ile Serafini)



© IWA/BOKU

Dragage du Danube vers Vienne - Pelle sur ponton flottant

I/ Bibliographie

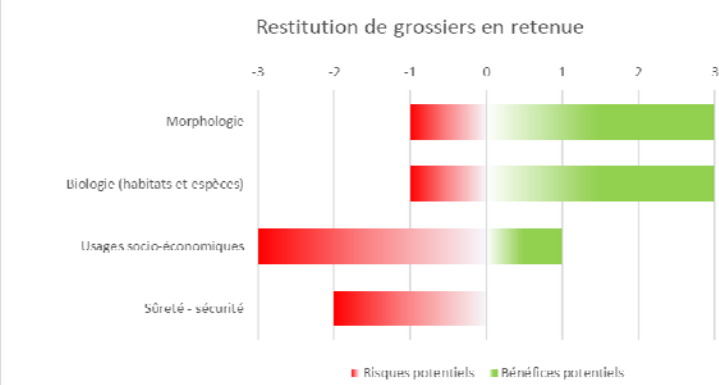
Fiches d'incidences CNR : <https://www.cnr.tm.fr/fiches-dincidence-des-dragages/>
Fiche d'incidences Métropole de Lyon : Dragage du Vieux Rhône

RESTITUTION DE SÉDIMENTS GROSSIERS EN RETENUE				RSG		G4
Type d'action	Gestion					Sédiments concernés :   
Enjeux principaux	Sûreté-sécurité ; Usages socio-économiques					
Moyens mis en œuvre	Restituer des excédents sédimentaires sans générer d'impact					

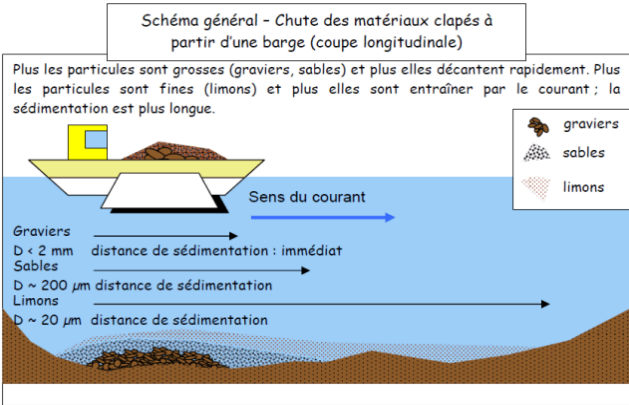
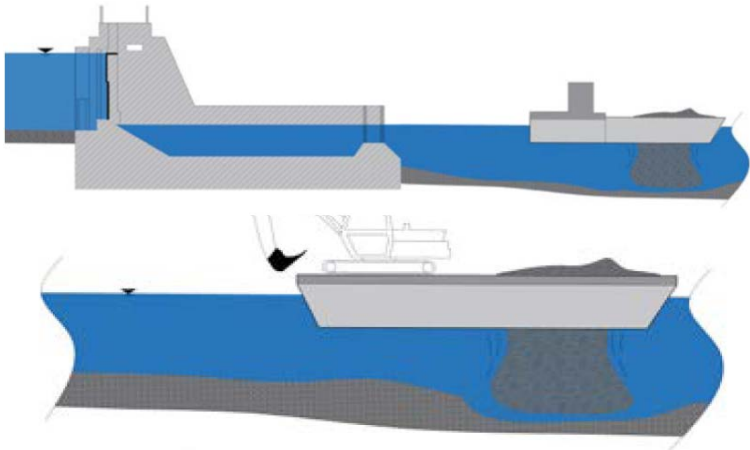
A/ Echelles spatiales et temporelles						B/ Etat de l'art			
Echelle d'intervention			Echelle des effets			Fréquence d'intervention		Durabilité de l'action	
Echelle spatiale		Site		Site	Echelle temporelle		Fréquent (1-2 ans)		Court terme (1-2 ans)
		Tronçon homogène (TH)		Tronçon homogène (TH)			Moyennement 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					
						Etat de l'art sur le Rhône			
							Action courante		
							Action en consolidation		
							Proposition scientifique		

C/ Objectifs et localisations					
Type d'enjeu	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)	Barrage de retenue (ou de dérivation)	Bancs
Enjeux sûreté-sécurité		Loisirs (L)	Rhône total (RT)	Barrage-usine(écluse), garage d'écluse	Berges et marges alluviales
		Sûreté ouvrages classés (S)	Affluent (A)	Port, darse, quai, etc.	Confluence
		Sécurité inondation (I)		Halte fluviale, embouquement, rampe, etc.	Systèmes d'endiguement classés
		Sûreté CNPE (U)		Confluence affluent, diffluence	Lônes
Ecologie		Sûreté AEP (A)		Captage AEP	Gravières
		Ouvrage à vocation écologique (E)		Prise d'eau (CNPE, irrigation, etc.)	Zones humides
		Bon état/potentiel écologique (BPE)		Base de loisirs, bassin de joute, etc.	Seuil
		Biodiversité (B)		Monitoring (échelle limni, station alerte, etc.)	Autre
			Code BPE : - P6	Ouvrages annexes (contre-canal, siphon, etc.)	
			Code PDM : -	Autres, (passe à poissons, etc.)	

D/ Effets potentiels avant séquence ERC		
Indicateurs	Effets négatifs	Effets positifs
Morphologie (bilan sédimentaire et processus)	- sédimentation des fines résiduelles dans les marges et lônes - clapage potentiel dans des fosses sans possibilité de remobilisation	- conservation du stock global de sédiments grossiers dans le continuum - permet de recharger un secteur déficitaire en aval - restitution de sédiments grossiers structurants figés dans le chenal navigable, queue de retenue ou confluences - régénération de la morphologie sur le lieu de clapage et en aval
Biologie (habitats et espèces)	Concentrés au niveau du site de dragage - risque de destruction d'habitats aquatiques : herbiers aquatiques, supports de ponte pour espèces lithophiles, zone de développement de larves de poissons (e.g. lamproies) - risque de destruction d'espèces de plantes protégées (<i>Najas marina</i> , <i>Spaganium emersum</i>) - risque de destruction de la faune protégée et de leurs habitats - risque de relargage de sédiments pollués fins - risque de dérangement d'espèces en période de reproduction (avifaune)	- contribution à la diversification des habitats aquatiques - contribution favorable aux herbiers aquatiques (dépend de la profondeur) - permet d'éviter d'avoir à gérer à terre des sédiments pollués - augmentation (limitée) des capacités d'autoépuration (meilleur si milieu courant)
Usages socio-économiques	- risque potentiel sur navigation et sûreté dans la queue de retenue aval - perte opportunité pour production granulats BTP - défavorise l'équilibre financier de l'opération	- favorable in fine à l'activité pêche
Sûreté - sécurité	- peut aggraver les risques hydrauliques, CNPE, AEP	



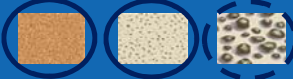
E/ Séquence ERC				
Mesures d'évitement (E)	Mesures de réduction (R)	Mesures de compensation (C)	Mesures d'accompagnement	Recommandations complémentaires
- vérifier que les volumes dragués sont renouvelés par l'amont pour éviter un déficit - éviter les stations d'espèces protégées sur le site du dragage et sur le site du clapage - éviter les stations d'habitats fortement patrimoniaux sur le site du dragage et sur le site du clapage	- inventaires écologiques à réaliser avant pour cibler les enjeux et les mesures à mettre en place - mesures d'évitement en cas de besoin (barrage anti-MES pour isoler les espèces de plantes protégées, arrachage et gestion des EEE avant dragage) - 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	- mesures de suivi à mettre en place	- remplacer si possible par une action de chasse (G5) si les retenues se comblent de manière continue - diminuer les volumes et/ou la fréquence des dragages par optimisation des infrastructures (G8) : ouvrages déflecteurs / épis pour modifier les conditions d'écoulement - aménager une confluence pour réduire en volume et/ou en fréquence l'action G1 en redimensionnant le système d'endiguement (G11) - le site de clapage doit présenter des gains (sûreté et/ou biologie) ; en particulier, voir si alternative à un clapage dans une ancienne fosse non bénéfique pour le milieu

RESTITUTION DE SÉDIMENTS GROSSIERS EN RETENUE		RSG	G4
F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art		J/ Bonnes pratiques	
Objectifs de l'opération	Objectifs sûreté-sécurité et écologique : réduire l'érosion du lit en conservant les matériaux dans le système (donc indirectement éviter les effets indirects sur les habitats et milieux) qui pourrait conduire à des désordres hydrauliques Action directement liée à une action de dragage de sédiment grossiers (lien avec fiche G3)	Schéma général - Chute des matériaux clapés à partir d'une barge (coupe longitudinale) Plus les particules sont grosses (graviers, sables) et plus elles décantent rapidement. Plus les particules sont fines (limons) et plus elles sont entraînées par le courant ; la sédimentation est plus longue. graviers sables limons Graviers D < 2 mm Sables D ~ 200 µm Limons D ~ 20 µm distance de sédimentation : immédiat distance de sédimentation distance de sédimentation  	
Techniques d'intervention	Clapage essentiellement (ou conduite de refoulement si choix d'une drague aspiratrice pour sables/graviers)		
Principales contraintes d'exécution	Conditions hydrométriques (éviter les crues et les périodes de basses eaux) Contrôle des concentrations MES Ne pas réaliser pendant la fraie		
Devenir des sédiments	Réinjection systématique dans le courant principal du Rhône ou dans les fosses d'extraction, en aval du dragage Exceptions : gestion à terre si pollution		
Indicateurs de réalisation	Volumes restitués		
Indicateurs de résultat	Impact sur les lignes d'eau en crues ; Chenal navigable préservé ; Nombre de jours de trafic conservé ; MWh éventuellement perdus		
Points de vigilance complémentaire	Ne pas induire une sur-sédimentation impactant le chenal navigable Ne pas induire une concentration en MES trop élevée dommageable pour les espèces présentes		
G/ Dossiers réglementaires		K/ Exemples sur le Rhône	
Plan de gestion (type L215-15, PGPOD) Fiche d'incidence de dragage Dossier Loi sur l'Eau (3.1.2.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0) 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	 Réinjection régulière en aval de Vienne (HPP Freudenau) dans un Danube total et courant à hauteur de 235 000 m3/an (https://www.verbund.com)	
H/ Coûts		L/ Exemples internationaux (Mission 5)	
Critères de variabilité des prix	Conditions de réinjection (dragage / clapage / pelle) Volume total à réinjecter Conditions de transport des sédiments depuis le site de stockage et distance (s'ils sont stockés à terre avant réinjection)	 © IWA/BOKU  © IWA/BOKU	
Prix unitaire	Le coût pour cette action est compris dans le coût de l'action de dragage de sédiments grossiers (fiche G3)		
Chiffres clés pour le Rhône			
Coûts indirects et coûts non monétaires			
I/ Bibliographie		Autres exemples : - 1/ Rhin : réinjection régulière en aval de la chaîne hydroélectrique pour le chenal de navigation (Iffezheim / 180000 m³/an) - 2/ Danube : réinjection régulière dans une retenue, éventuellement à partir d'un dragage en aval dans la même retenue (ex : Aschach)	
Fiches d'incidences CNR : https://www.cnr.tm.fr/fiches-dincidence-des-dragages/			

CHASSE DE RETENUE

CHS

G5

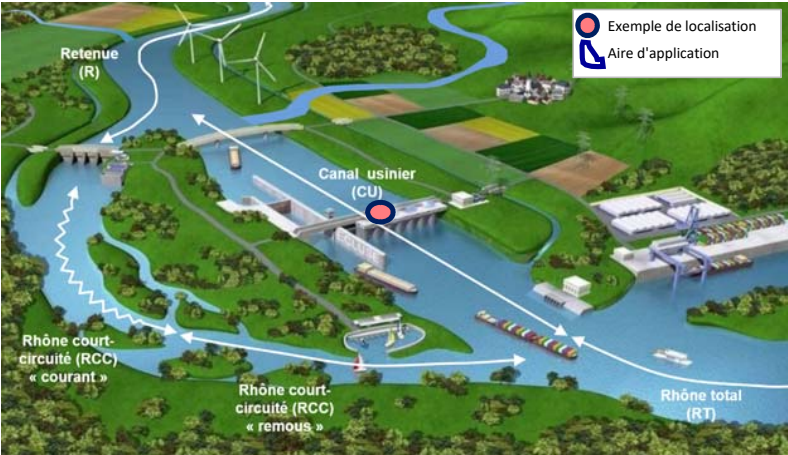
Type d'action	Gestion	
Enjeux principaux	Biodiversité ; Sûreté-sécurité ; Usages socio-économiques	Sédiments concernés :
Moyens mis en œuvre	Favoriser le transit des fines et sables jusqu'au littoral ; Déstocker les accumulations sédimentaires dans les retenues	

A/ Echelles spatiales et temporelles					
Echelle d'Intervention			Echelle des effets		
Echelle spatiale		Site		Site	
		Tronçon homogène (TH)		Tronçon homogène (TH)	
		Unité hydrographique cohérente (UHC)		Unité hydrographique cohérente (UHC)	
		Multi-UHC		Multi-UHC	
		Bassin versant		Bassin versant	

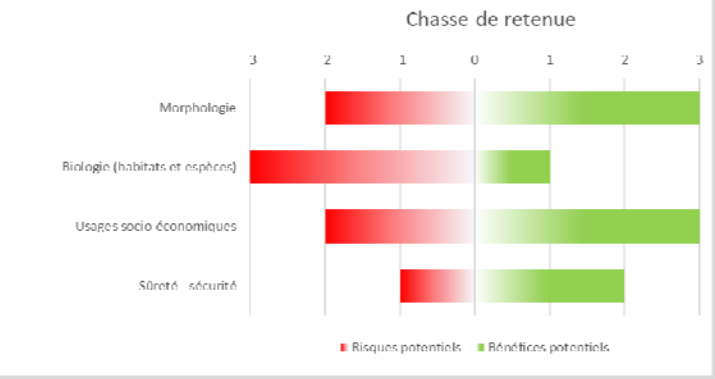
Fréquence d'intervention				Durabilité de l'action	
Echelle temporelle		Fréquent (1-2 ans)		Court terme (1-2 ans)	
		Moyennement fréquent (3-5 ans)		Moyen terme (3-5 ans)	
		Peu fréquent (5-10 ans)		Long terme (> 5 ans)	
		Rare (> 10 ans) ou unique		Très long terme (>> 10 ans)	

B/ Etat de l'art	
Etat de l'art sur le Rhône	
	Action courante
	Action en consolidation
	Proposition scientifique

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)	Barrage de retenue (ou de dérivation)	Bancs
Enjeux sûreté-sécurité		Loisirs (L)	Rhône total (RT)	Barrage-usine(écluse), garage d'écluse	Berges et marges alluviales
		Sûreté ouvrages classés (S)	Affluent (A)	Port, darse, quai, etc.	Confluence
		Sécurité inondation (I)		Halte fluviale, embouquement, rampe, etc.	Systèmes d'endiguement classés
		Sûreté CNPE (U)		Confluence affluent, diffluence	Lônes
Ecologie		Sûreté AEP (A)		Captage AEP	Gravières
		Ouvrage à vocation écologique (E)		Prise d'eau (CNPE, irrigation, etc.)	Zones humides
		Bon état/potentiel écologique (BPE)		Base de loisirs, bassin de joute, etc.	Seuil
		Biodiversité (B)		Monitoring (échelle limni, station alerte, etc.)	Autre
			Code BPE : -	Ouvrages annexes (contre-canal, siphon, etc.)	
			Code PDM : -	Autres, (passe à poissons, etc.)	



D/ Effets potentiels avant séquence ERC		
Indicateurs	Effets négatifs	Effets positifs
Morphologie (bilan sédimentaire et processus)	En aval de la retenue : - sédimentation de fines dans les marges et lônes - afflux de sédiments important qui doit être géré en aval - accentuation du caractère événementiel des apports sédimentaires fins et sableux (effet supplémentaire par rapport aux crues naturelles) Dans la retenue : - en général, impossibilité d'assurer la continuité pour les sédiments grossiers	Dans la retenue : - transit des sédiments (fins et de sables, voire de graviers) provenant de l'amont et stockés - dans certains conditions, possibilité de déstocker plus que les volumes de sédiments entrants - déstockage recherché dans la retenue ou le réservoir lors de l'événement de chasse - remise en mouvement de sédiments grossiers dans certaines conditions
Biologie (habitats et espèces)	Dans la retenue : - modification en profondeur du peuplement de poissons (biomasses). Cause(s) ? - augmentation biomasse végétation aquatique suite à dépôts de fines issues des retenues amont - assèchement temporaire de certains secteurs par baisse ligne d'eau ; effets sur la faune (prédation, baisse de nourriture) En aval de la retenue : - colmatage et dégradation potentielle sur végétation aquatique (herbiers) liée aux substrats grossiers et sur la végétation terrestre (grèves exondées, roselières) - colmatage des fonds du lit au niveau des marges et des lônes : moindre habitabilité, impact direct (invertébrés, poissons (pontes, jeunes stades)) et indirects (diminution ressources trophiques) - propagation d'EEE mais potentiellement limité par rapport à une crue - report anatidés sur d'autre secteurs suite à MES important - augmentation biomasse végétation aquatique suite à dépôts de fines (cause unique? principale?) - augmentation MES dans l'eau et risque de relargage/remise en suspension de polluants adsorbés aux MES - écoulement continu pendant la chasse	- dépôts de nouvelles alluvions dans les retenues et le long du Rhône
Usages socio-économiques	- impacts potentiels sur activités fluviales et loisirs nautiques par sédimentation	- accumulation de sédiments fins favorables à la formation de roselières et d'herbiers aquatiques dans les retenues
Sûreté - sécurité	- impact potentiel sur zone d'alimentation de captages aussi bien d'un point de vue quantitatif (colmatage) que qualitatif (pollution)	Effets positifs à court terme : - mise à nu de vasières (limicoles) - développement de groupements végétaux d'intérêt sur les banquettes de sédiments fins asséchées
	- évolution paysagère et modification des conditions d'accès au cours d'eau (risque d'envasement)	- dépôts de nouvelles alluvions dans les retenues et le long du Rhône
	Dans la retenue : risques liés à la gestion des ouvrages mobiles	- maintien la capacité utile de marnage de la retenue
	En aval de la retenue : absence d'impact négatif sur l'inondabilité (sous réserve d'incidences négligeables sur les capacités hydrauliques)	- non aggravation des risques hydrauliques dans la retenue (rupture/inondation, respect du CC)



E/ Séquence ERC				
Mesures d'évitement (E)	Mesures de réduction (R)	Mesures de compensation (C)	Mesures d'accompagnement	Recommandations complémentaires
- contrôle des taux de MES et paramètres associés (oxygène dissous, NH4) pour ajustement en conséquence des manœuvres d'ouvrages mobiles	- évaluation préalable de la qualité des sédiments		- suivi des EEE après la chasse	- assurer une période de retour des chasses réduite (3 à 4 ans au plus)
- débits transitant en priorité dans les canaux de dérivation (préservation des RCC)	- mise en place de mesures adéquates ayant déjà fonctionné : ensemble des mesures d'accompagnement des chasses des barrages suisses telles que la limitation des taux de MES sur le Rhône, bouchons anti-MES devant les lônes, vidange continue à faible débit etc.		- suivi des anatidés et autres espèces animales sensibles et patrimoniales sur zones et autour avant, pendant et après chasse	- prévoir des chasses d'eau claire à la suite des chasses afin de mieux évacuer les sédiments fins qui se sont déposés à l'aval des retenues non concernées par les chasses (modalités à définir)
	- adaptation de la période de chasse par rapport à la faune			

CHASSE DE RETENUE

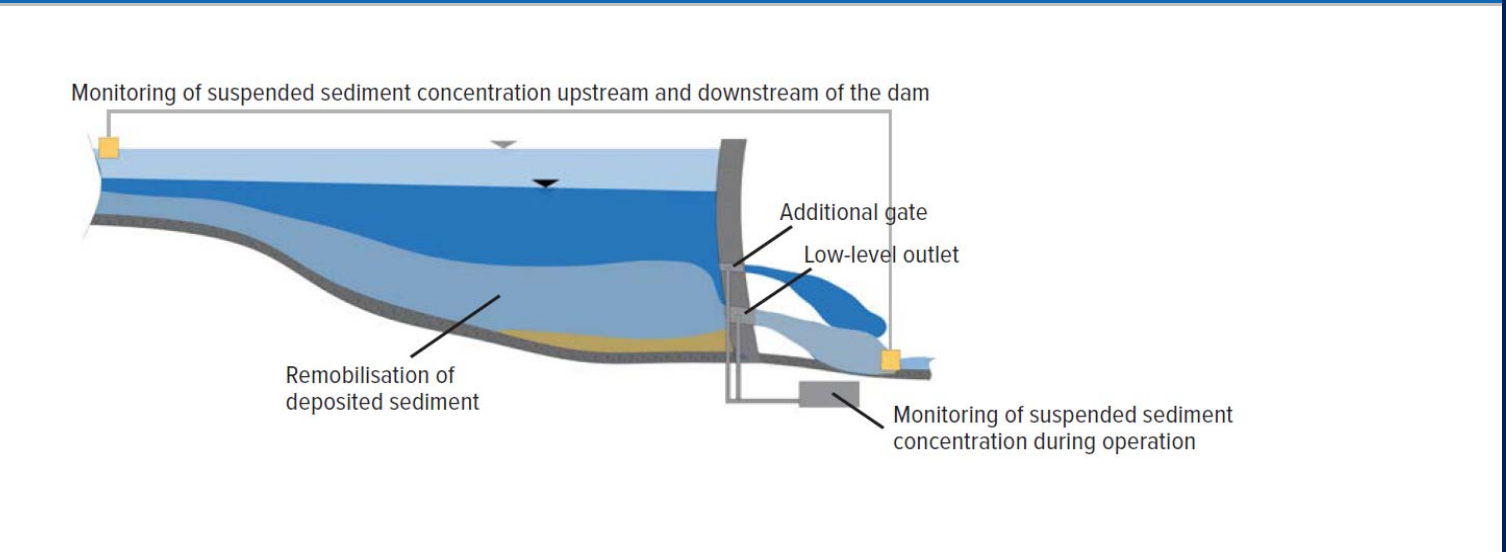
CHS

G5

F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art

Objectifs de l'opération	Objectif sûreté-sécurité : maintenir une revanche avant débordement pour Q1000 sur ouvrages classés, maintien de la capacité hydraulique Objectifs sûreté-sécurité et biodiversité : favoriser le transit sédimentaire sur le Rhône et ses affluents (dont MES) Objectif hydroélectricité : assurer la capacité de marnage des retenues hydroélectriques par déstockage sédimentaire
Techniques d'intervention	Exploitation de la force hydraulique: - Abaissement partielle des retenues - Transit des sédiments fins et sables par les vannes de fond et les vannes de demi-fond
Principales contraintes d'exécution	Conditions hydrométriques (éviter les crues et les périodes de basses eaux) Niveau d'exploitation des retenues (courbe guide = coordination) Qualité des sédiments (seuil QSM, physico-chimie, seuils LEMA, décret 2014), qualité de l'eau en aval du rejet (MES) Contrôle des concentrations MES
Devenir des sédiments	Transit
Indicateurs de réalisation	Fréquence des opérations, volume remobilisé par chasse
Indicateurs de résultat	Nombre de barrages préservés ; volumes accumulés dans retenues aval ; Flux de MES transitant dans le delta (station SORA)
Points de vigilance complémentaire	Ne pas aggraver le risque inondation à l'aval par l'ouverture des barrages Ne pas induire une sur-sédimentation impactant le chenal navigable

J/ Bonnes pratiques



Indicateurs d'évaluation

☐	Plan de gestion (type L215-15, PGPOD)	☐	Dossier d'incidences NATURA 2000
☐	Fiche d'incidence de dragage	☐	Dossier de défrichement
☐	Dossier Loi sur l'Eau (3.1.2.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0)	☐	Dossier CNPN de dérogation de destruction d'espèce protégée
☐	Examen au cas par cas	☐	Demande de Déclaration d'Intérêt Général (DIG)
☒	Evaluation environnementale	☐	Dossier ICPE (2515, 2517)
☐	Dossier d'exécution Code de l'Energie	☐	Autre

Commentaires :
Les opérations de chasses de retenues sont généralement intégrées dans des protocoles définis à grande échelle (ex: chasses de Verbois) et sont soumis à Evaluation Environnementale, intégrant un dossier d'incidences Natura 2000.
A titre d'exemple, la gestion sédimentaire des retenues de Verbois et Chancy-Pougny a fait l'objet d'une étude d'impact environnemental pour la période 2016-2026. Chaque opération fait l'objet d'un bilan et d'un REX.

K/ Exemples sur le Rhône



H/ Coûts

Critères de variabilité des prix	Nombre d'aménagement hydroélectrique mis à l'arrêt Durée de mise à l'arrêt des aménagements hydroélectriques
Prix unitaire	Selon les montants de l'APAVR de Verbois : - Frais de dragage : 2.70 €/m3 - Coût des pertes d'exploitation lié à l'arrêt des usines :170 000 €/jour.
Chiffres clés pour le Rhône	- Les coûts pour un APAVER à Verbois sont de 6.2 M€ au total (dont 2M € de coûts indirects liés aux pertes d'exploitation) - Conséquences pour la CNR en aval de la chasse de la Basse Isère par EDF en 2008: 3,5 M€ - Conséquences pour la CNR en aval de la chasse de la Basse Isère par EDF en 2015: 6 M€ en 2015. - En 2018 et 2021, suite à l'amélioration des protocoles de gestion entre EDF et la CNR, les coûts ont été négligeables --> soit un montant pour la CNR de 9.5M € ou 0.7M €/an entre 2008 et 2021 ou 1.6M €/an entre 2008 et 2015.
Coûts indirects et coûts non monétaires	

L/ Exemples internationaux (Mission 5)

- 1/ Rhin : réflexion en cours sur l'optimisation des manœuvres de barrages sur le Rhin supérieur (pas de mise en pratique)

I/ Bibliographie

SIG/SFMCP - Gestion sédimentaire du Rhône Genevois - Evaluation de l'impact sur l'environnement (2015)
CNR - Gestion sédimentaire Haut Rhône 2016-2026 - Etude d'impact environnemental (2015)
CNR - Gestion sédimentaire Haut Rhône 2016-2026 - Rapport de bilan des abaissements 2016 (2018)

MISE EN TRANSPARENCE DE BARRAGE

MTB

G6

Type d'action

Gestion

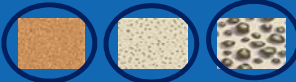
Enjeux principaux

Biodiversité ; Sûreté-sécurité ; Usages socio-économiques

Moyens mis en œuvre

Favoriser le transit des fines et sables jusqu'au littoral ; Déstocker les accumulations sédimentaires dans les retenues

Sédiments concernés :



A/ Echelles spatiales et temporelles

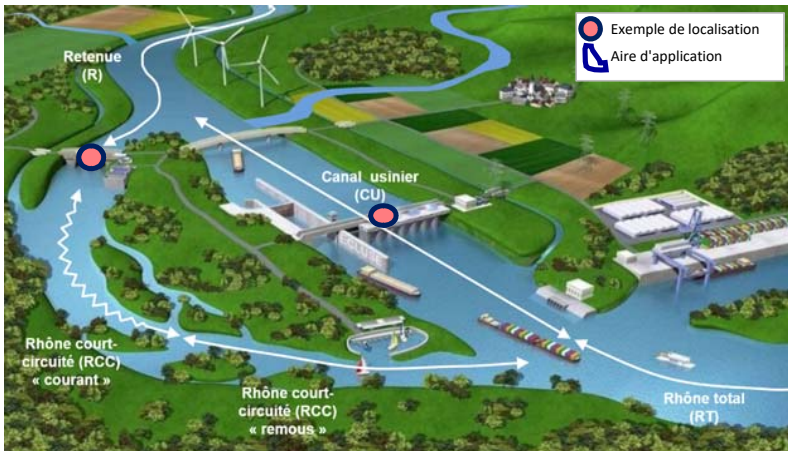
Echelle d'intervention		Echelle des effets	
Echelle spatiale	Site	Site	
	Tronçon homogène (TH)	Tronçon homogène (TH)	
	Unité hydrographique cohérente (UHC)	Unité hydrographique cohérente (UHC)	
	Multi-UHC	Multi-UHC	
	Bassin versant	Bassin versant	

Fréquence d'intervention		Durabilité de l'action	
Echelle temporelle	Fréquent (1-2 ans)	Court terme (1-2 ans)	
	Moyennement fréquent (3-5 ans)	Moyen terme (3-5 ans)	
	Peu fréquent (5-10 ans)	Long terme (> 5 ans)	
	Rare (> 10 ans) ou unique	Très long terme (>> 10 ans)	

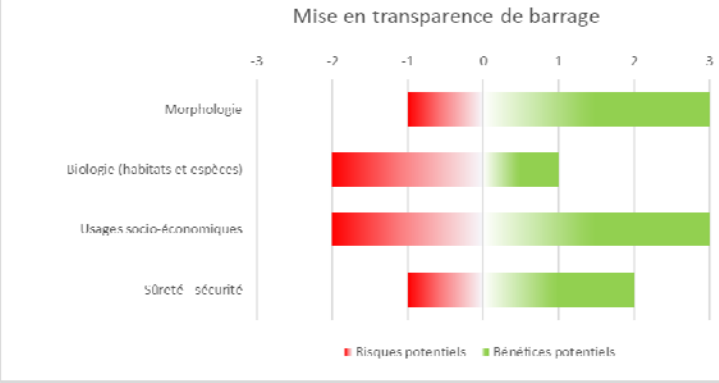
B/ Etat de l'art

Etat de l'art sur le Rhône	
	Action courante
	Action en consolidation
	Proposition scientifique

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) Canal usinier (CU) Vieux Rhône (RCC) Rhône total (RT) Affluent (A)	Bande active de Vieux Rhône Chenal navigable Barrage de retenue (ou de dérivation) Barrage-usine(-écluse), garage d'écluse Port, darse, quai, etc. Halte fluviale, embouquement, rampe, etc. Confluence affluent, diffluence Captage AEP Prise d'eau (CNPE, irrigation, etc.) Base de loisirs, bassin de joute, etc. Monitoring (échelle limni, station alerte, etc.) Ouvrages annexes (contre-canal, siphon, etc.) Autres, (passe à poissons, etc.)	Lit courant Plan d'eau de retenue Bancs Berges et marges alluviales Confluence Systèmes d'endiguement classés Lônes Gravières Zones humides Seuil Autre		
		Hydroélectricité (H)					
		Prélèvements eau (P)					
		Loisirs (L)					
Enjeux sûreté-sécurité		Sûreté ouvrages classés (S)					
		Sécurité inondation (I)					
		Sûreté CNPE (U)					
		Sûreté AEP (A)					
Ecologie		Ouvrage à vocation écologique (E)	Code BPE : - Code PDM : -				
		Bon état/potentiel écologique (BPE)					
		Biodiversité (B)					

D/ Effets potentiels avant séquence ERC

Indicateurs	Effets négatifs	Effets positifs	
Morphologie (bilan sédimentaire et processus)	En aval de la retenue : - sédimentation fine dans les marges et lônes - afflux de sédiments important qui doit être géré en aval - accentuation du caractère événementiel des apports sédimentaires fins et sableux (effet supplémentaire par rapport aux crues naturelles) Dans la retenue : - en général, impossibilité d'assurer la continuité pour tout le panel granulométrique grossiers - moins d'impact dû aux fines en aval par rapport à une chasse	Dans la retenue : - transit des sédiments fins, sables et graviers provenant de l'amont et stockés. Fonctionnement tendant à reproduire le transit naturel des sédiments - dans certains conditions, possibilité de déstocker plus que les volumes de sédiments entrants - déstockage recherché dans la retenue ou le réservoir lors de l'événement de transparence sédimentaire - remise en mouvement de la totalité des sédiments grossiers dans certaines conditions	
Biologie (habitats et espèces)	Dans la retenue : modification en profondeur du peuplement de poissons (biomasses). Cause(s) ? - augmentation biomasse végétation aquatique suite à dépôts de fines - assèchement temporaire de certains secteurs par baisse de la ligne d'eau ; effets sur la faune (prédation, baisse des ressources trophiques) En aval de la retenue, impact similaire mais moindre qu'une chasse : - colmatage et dégradation potentielle sur végétation aquatique (herbiers) liée aux substrats grossiers et sur la végétation terrestre (grèves exondées, roselières) - colmatage des fonds du lit au niveau des marges et des lônes : moindre habitabilité, impact direct (invertébrés, poissons (pontes, jeunes stades)) et indirects (diminution ressources trophiques) - propagation d'EEE mais potentiellement limité par rapport à une crue - report anatidés sur d'autre secteurs suite à MES important - augmentation MES dans l'eau et risque de relargage/remise en suspension de polluants adsorbés aux MES - écoulement continu pendant la mise en transparence	- dépôts de nouvelles alluvions dans les retenues et le long du Rhône - accumulation de sédiments fins favorables aux développements de roselières - création de nouveaux habitats en aval du barrage Effet positif à court terme : - mise à nu de vasières (limicoles) - développement de groupements végétaux d'intérêt sur les banquettes de sédiments fins asséchées	
Usages socio-économiques	En aval de la retenue : - impacts potentiels sur activités fluviales et loisirs par sédiments dans les ports, haltes fluviales, et zone d'activité nautique - impact potentiel sur zone d'alimentation de captages aussi bien d'un point de vue quantitatif (colmatage) que qualitatif (pollution) - évolution paysagère liée aux sédiments fins et modification des conditions d'accès au cours d'eau (risque d'envasement)	- maintien la capacité utile de marnage de la retenue	
Sûreté - sécurité	Dans la retenue : risques liés à la gestion des ouvrages mobiles En aval de la retenue : absence d'impact négatif sur l'inondabilité (sous réserve d'incidences négligeables sur les capacités hydrauliques)	- non aggravation des risques hydrauliques dans la retenue (rupture/inondation, respect du CC)	

E/ Séquence ERC

Mesures d'évitement (E)	Mesures de réduction (R)	Mesures de compensation (C)	Mesures d'accompagnement	Recommandations complémentaires
- contrôle des taux de MES et paramètres associés (oxygène dissous, NH4) pour ajustement en conséquence des manœuvres d'ouvrages mobiles - débits transitant en priorité dans les canaux de dérivation (préservation des RCC)	- évaluation préalable de la qualité des sédiments - mise en place de mesures adéquates ayant déjà fonctionné : ensemble des mesures d'accompagnement des barrages suisses telles que la limitation des taux de MES sur le Rhône, bouchons anti-MES devant les lônes, vidange continue à faible débit, etc. - adaptation de la période par rapport à la faune		- suivi des EEE après la chasse - suivi des anatidés et autres espèces animales sensibles et patrimoniales sur zones et autour avant, pendant et après les manœuvres de barrages	- assurer une période de retour des mises en transparence réduite (1 à 2 ans au plus) - prévoir des chasses d'eau claire à la suite de l'APAVER afin de mieux évacuer les sédiments fins qui se sont déposés à l'aval des retenues non concernées par les manoeuvres de barrage (modalités à définir)

MISE EN TRANSPARENCE DE BARRAGE

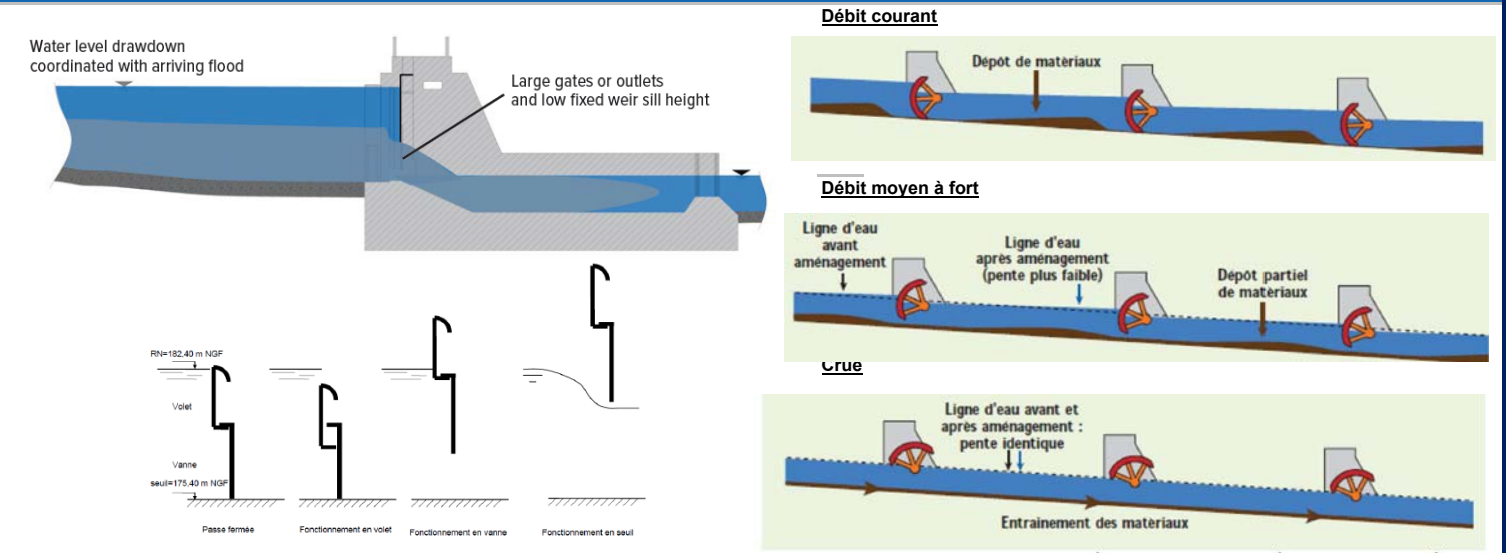
MTB

G6

F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art

Objectifs de l'opération	Objectif sûreté-sécurité : maintenir une revanche avant débordement pour Q1000 sur ouvrages classés, maintien de la capacité hydraulique Objectif hydroélectricité : assurer la capacité de marnage des retenues hydroélectriques et la fonctionnalité des ouvrages en assurant le transit des sédiments lors d'évènements particuliers (crues, chasses amont) Objectif biodiversité : favoriser le transit en MES sur le Rhône et ses affluents
Techniques d'intervention	Exploitation de la force hydraulique: - Ouverture des vannes pour effacement du barrage en période de crue - Transit des sédiments (fins et sables, voire grossiers) par les vannes de fond ou demi-fond lors d'accompagnement de chasses
Principales contraintes d'exécution	Conditions hydrométriques spécifiques de hautes eaux/crues (avoir une hydraulicité suffisant, sans accroître les risques à l'aval) Niveau d'exploitation des retenues Qualité des sédiments (seuil QSM, physico-chimie, seuils LEMA, décret 2014), qualité de l'eau en aval du rejet (MES) Contrôle des concentrations MES
Devenir des sédiments	Transit
Indicateurs de réalisation	Fréquence des opérations, volume transité
Indicateurs de résultat	Nombre de barrages préservés ; Flux de MES transitant dans le delta (station SORA)
Points de vigilance complémentaire	Ne pas aggraver le risque inondation à l'aval par l'ouverture des barrages Ne pas induire une sur-sédimentation impactant le chenal navigable

J/ Bonnes pratiques



G/ Dossiers réglementaires

☐ Plan de gestion (type L215-15, PGPOD)	☐ Dossier d'incidences NATURA 2000
☐ Fiche d'incidence de dragage	☐
☐ Dossier Loi sur l'Eau (3.1.2.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0)	☐ Dossier de défrichement
☐ Examen au cas par cas	☐ Dossier CNPN de dérogation de destruction d'espèce protégée
☐ Evaluation environnementale	☐ Demande de Déclaration d'Intérêt Général (DIG)
☐ Dossier d'exécution Code de l'Energie	☐ Dossier ICPE (2515, 2517)
☐ Dossier d'exécution Code de l'Energie	☐ Autre

Commentaires :

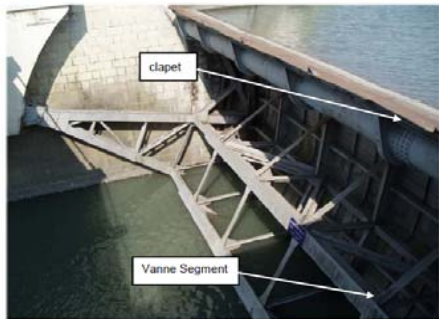
Les opérations de mise en transparence de barragesont généralement intégrées dans des protocoles définis à grande échelle (ex: APAVER du Haut-Rhône) et sont soumis à Evaluation Environnementale, intégrant un dossier d'incidences Natura 2000.

K/ Exemples sur le Rhône

Plusieurs exemples : APAVER du Haut-Rhône et affluents (Arve, Fier, Durance)



Mise en transparence des barrages de Génissiat et de Seyssel dans le cadre des APAVER 2021(CNR)



Vanne et volet sur le barrage de la Vanelle (EDF-Isère)

H/ Coûts

Critères de variabilité des prix	Nombre d'aménagements hydroélectriques mis à l'arrêt Durée de mise à l'arrêt des aménagements hydroélectriques
Prix unitaire	Perte de production hydroélectrique (entre 167 000 et 430 000 €/jour. Dans le cas de l'accompagnement d'un APAVER par la CNR sur les ouvrages Génissiat et Seyssel
Chiffres clés pour le Rhône	- 2016: Genissiat et Seyssel: coût global de 6M € - 2021: Genissiat et Seyssel: coût global de 10M € - Soit un coût moyen de 8 M € ou 2 M €/an
Coûts indirects et coûts non monétaires	- Correspondent aux pertes d'exploitation et sont comprises dans les chiffres clés (2,5M € en 2016 et 6,5M € en 2021)

I/ Bibliographie

EDF/CNR - Transport sédimentaire basse Isère - Rhône : enjeux et scénarios (2018)
CNR - Gestion sédimentaire Haut Rhône 2016-2026 - Etude d'impact environnemental (2015)
CNR - Gestion sédimentaire Haut Rhône 2016-2026 - Rapport de bilan des abaissements 2016 (2018)

L/ Exemples internationaux (Mission 5)

- 2/ Meuse : mise en transparence d'ouvrages hydroélectriques pour les flux de fines et sables

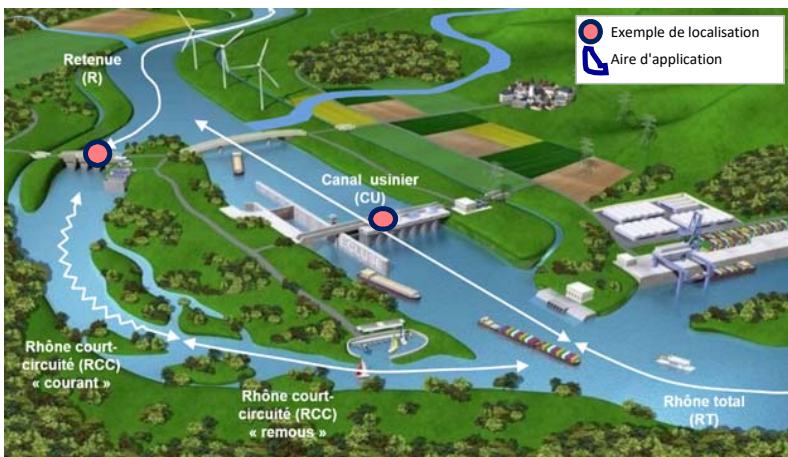
OPTIMISATION DE LA GESTION DES OUVRAGES POUR RÉDUIRE LA SÉDIMENTATION				OGS		G7
Type d'action	Gestion					Sédiments concernés :   
Enjeux principaux	Sûreté-sécurité ; Usages socio-économiques					
Moyens mis en œuvre	Réduire le phénomène de sédimentation					

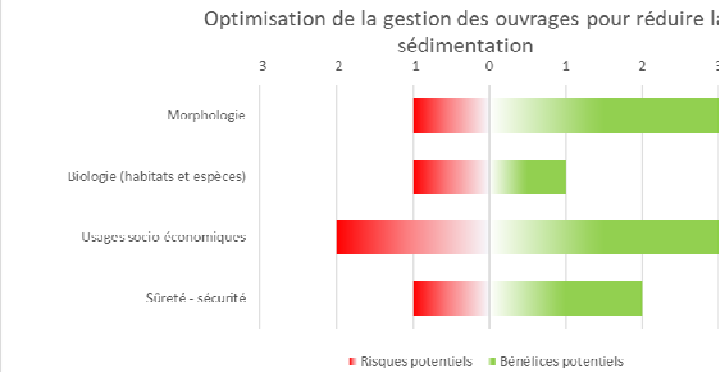
A/ Echelles spatiales et temporelles										B/ Etat de l'art								
Echelle d'intervention					Echelle des effets					Fréquence d'intervention					Durabilité de l'action		Etat de l'art sur le Rhône	
Echelle spatiale		Site		Site	Echelle temporelle		Fréquent (1-2 ans)		Court terme (1-2 ans)		Action courante							
		Tronçon homogène (TH)		Tronçon homogène (TH)			Moyennement fréquent (3-5 ans)		Moyen terme (3-5 ans)		Action en consolidation							
		Unité hydrographique cohérente (UHC)		Unité hydrographique cohérente (UHC)			Peu fréquent (5-10 ans)		Long terme (> 5 ans)		Proposition scientifique							
		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	
Enjeux socio-économiques			Navigation (N)		Retenue (R)
			Hydroélectricité (H)		Canal usinier (CU)
			Prélèvements eau (P)		Vieux Rhône (RCC)
			Loisirs (L)		Rhône total (RT)
Enjeux sûreté-sécurité			Sûreté ouvrages classés (S)		Affluent (A)
			Sécurité inondation (I)		
			Sûreté CNPE (U)		
			Sûreté AEP (A)		
Ecologie			Ouvrage à vocation écologique (E)		
			Bon état/potentiel écologique (BPE)		
			Biodiversité (B)		

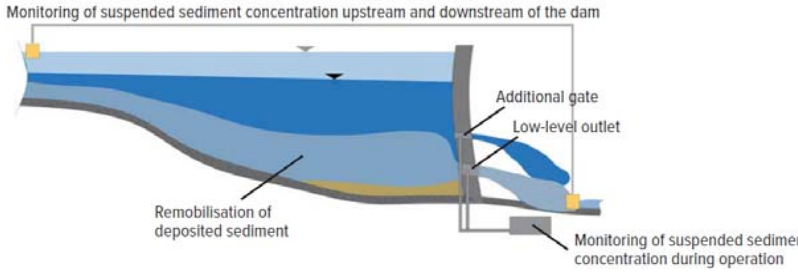
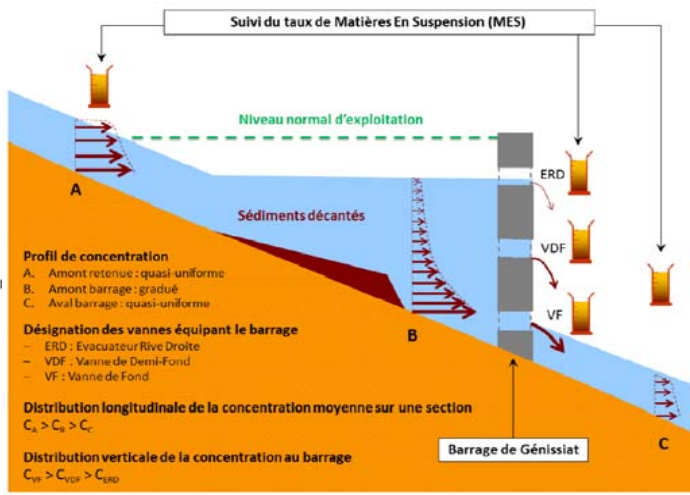
Localisation action de gestion	
	Bande active de Vieux Rhône
	Chenal navigable
	Barrage de retenue (ou de dérivation)
	Barrage-usine(-écluse), garage d'écluse
	Port, darse, quai, etc.
	Halte fluviale, embouquement, rampe, etc.
	Confluence affluent, diffluence
	Captage AEP
	Prise d'eau (CNPE, irrigation, etc.)
	Base de loisirs, bassin de joute, etc.
	Monitoring (échelle limni, station alerte, etc.)
	Ouvrages annexes (contre-canal, siphon, etc.)
	Autres, (passe à poissons, etc.)

Localisation action de restauration	
	Lit courant
	Plan d'eau de retenue
	Bancs
	Berges et marges alluviales
	Confluence
	Systèmes d'endiguement classés
	Lônes
	Gravières
	Zones humides
	Seuil
	Autre



D/ Effets potentiels avant séquence ERC			
Indicateurs	Effets négatifs	Effets positifs	Optimisation de la gestion des ouvrages pour réduire la sédimentation 
Morphologie (bilan sédimentaire et processus)	- sédimentation fine possible dans les marges et lônes - en général, impossibilité d'assurer la continuité pour les sédiments grossiers	- stockage évité dans la retenue ou le réservoir - transit des sédiments fins, sables et graviers provenant de l'amont et stockés - remise en mouvement de la totalité des sédiments grossiers dans certaines conditions	
Biologie (habitats et espèces)	En aval de la retenue : - colmatage et dégradation potentielle sur végétation aquatique (herbiers) liée aux substrats grossiers et sur la végétation terrestre (grèves exondées, roselières) - colmatage des fonds du lit au niveau des marges et des lônes : moindre habitabilité, impact direct (invertébrés, poissons (pontes, jeunes stades)) et indirects (diminution ressources trophiques) - propagation d'EEE mais potentiellement limité par rapport à une crue - report anatidés sur d'autre secteurs suite à MES important - augmentation MES dans l'eau et risque de relargage/remise en suspension de polluants adsorbés aux MES	- dépôts de nouvelles alluvions le long du Rhône (rajeunissement/décolmatage des fonds alluviaux dans retenue) - accumulation de sédiments fins favorables aux développement de roselières - création de nouveaux habitats en aval du barrage - permet d'éviter d'avoir à gérer à terre des sédiments pollués	
Usages socio-économiques	En aval de la retenue : - impacts potentiels sur activités fluviales et loisirs par sédiments dans les ports, haltes fluviales, et zone d'activité nautique - impact potentiel sur zone d'alimentation de captages aussi bien d'un point de vue quantitatif (colmatage) que qualitatif (pollution) - évolution paysagère liée aux sédiments fins et modification des conditions d'accès au cours d'eau (risque d'envasement)	- maintien la capacité utile de marnage de la retenue	
Sûreté - sécurité	En aval de la retenue : - absence d'impact négatif sur l'inondabilité (sous réserve d'incidences négligeables sur les capacités hydrauliques)	Dans la retenue : - non aggravation des risques hydrauliques (rupture/inondation, respect du CC)	

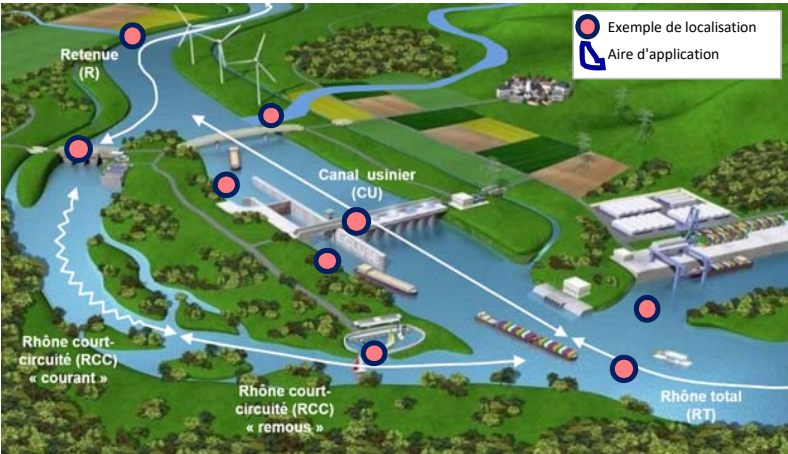
E/ Séquence ERC				
Mesures d'évitement (E)	Mesures de réduction (R)	Mesures de compensation (C)	Mesures d'accompagnement	Recommandations complémentaires
- contrôle des taux de MES et paramètres associés (oxygène dissous, NH4) pour ajustement en conséquence des manœuvres d'ouvrages mobiles - débits transitant en priorité dans les canaux de dérivation (préservation des RCC)	- évaluation préalable de la qualité des sédiments - mise en place de mesures adéquates ayant déjà fonctionné : ensemble des mesures d'accompagnement des barrages suisses telles que la limitation des taux de MES sur le Rhône, bouchons anti-MES devant les lônes, vidange continue à faible débit, etc.		- suivi des anatidés et autres espèces animales sensibles et patrimoniales sur zones et autour	

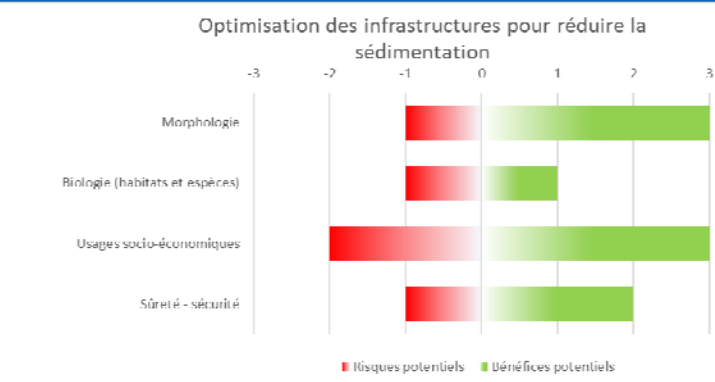
OPTIMISATION DE LA GESTION DES OUVRAGES POUR RÉDUIRE LA SÉDIMENTATION				OGS	G7
F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art				J/ Bonnes pratiques	
Objectifs de l'opération	Objectif sûreté-sécurité : maintenir la capacité hydraulique, optimiser la gestion des ouvrages (critères d'ouverture, durée, etc.) Objectif hydroélectricité : assurer la capacité de marnage des retenues hydroélectriques et la fonctionnalité des ouvrages en assurant le transit des sédiments lors d'évènements particuliers (crues, chasses amont) Objectif navigation : assurer une profondeur de mouillage (3 ou 4,50 m) et une largeur de chenal navigable			Monitoring of suspended sediment concentration upstream and downstream of the dam  Monitoring of suspended sediment concentration during operation Suivi du taux de Matières En Suspension (MES) 	
Techniques d'intervention	- Commande des ouvertures de vannes pour favoriser le transit des sédiments en période de crue - Léger abaissement des retenues Action directement liée aux techniques développées dans les chasses ou les mises en transparence (lien avec G5 et G6)				
Principales contraintes d'exécution	- Surveillance des concentrations en MES (doivent rester supportables par l'environnement en aval) - Conditions hydrométriques spécifiques de hautes eaux/crues (avoir une hydraulicité suffisante, sans accroître les risques à l'aval) - Niveau d'exploitation des retenues - Qualité des sédiments (seuil QSM, physico-chimie, seuils LEMA, décret 2014), qualité de l'eau en aval du rejet (MES)				
Devenir des sédiments	Transit				
Indicateurs de réalisation	Nombre d'ouvrages avec optimisation de la gestion				
Indicateurs de résultat	Volume de dragage évité				
Points de vigilance complémentaire	Risque de dépôts fins de charriage en aval direct des ouvrages, dans les marges et les îlons				
G/ Dossiers réglementaires				K/ Exemples sur le Rhône	
☐	Plan de gestion (type L215-15, PGPOD)	☐	Dossier d'incidences NATURA 2000	- Barrage de Génissiat : manœuvre de la vanne de fond  Réouverture du barrage de Génissiat	
☐	Fiche d'incidence de dragage	☐	Dossier de défrichement		
☐	Dossier Loi sur l'Eau (3.1.2.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0)	☐	Dossier CNPN de dérogation de destruction d'espèce protégée		
☐	Examen au cas par cas	☐	Demande de Déclaration d'Intérêt Général (DIG)		
☐	Evaluation environnementale	☐	Dossier ICPE (2515, 2517)		
☐	Dossier d'exécution Code de l'Energie	☐	Autre		
Commentaires :					
H/ Coûts				L/ Exemples internationaux (Mission 5)	
Critères de variabilité des prix	Fréquence et durée des opérations de gestion induisant une perte de production des aménagements hydroélectriques			Pas de référence internationale	
Prix unitaire	pas de données				
Chiffres clés pour le Rhône	pas de données				
Coûts indirects et coûts non monétaires	Pertes de production des aménagements hydroélectriques				
I/ Bibliographie					
SDGS rapport de mission 4					
METROPOLE DE LYON / BURGEAP - Etude de stratégie de gestion sédimentaire du Rhône de l'Ain à Pierre-Bénite (2020)					

OPTIMISATION DES INFRASTRUCTURES POUR RÉDUIRE LA SÉDIMENTATION				OSS		G8
Type d'action	Gestion					Sédiments concernés : 
Enjeux principaux	Sûreté-sécurité ; Usages socio-économiques					
Moyens mis en œuvre	Réduire le phénomène de sédimentation					

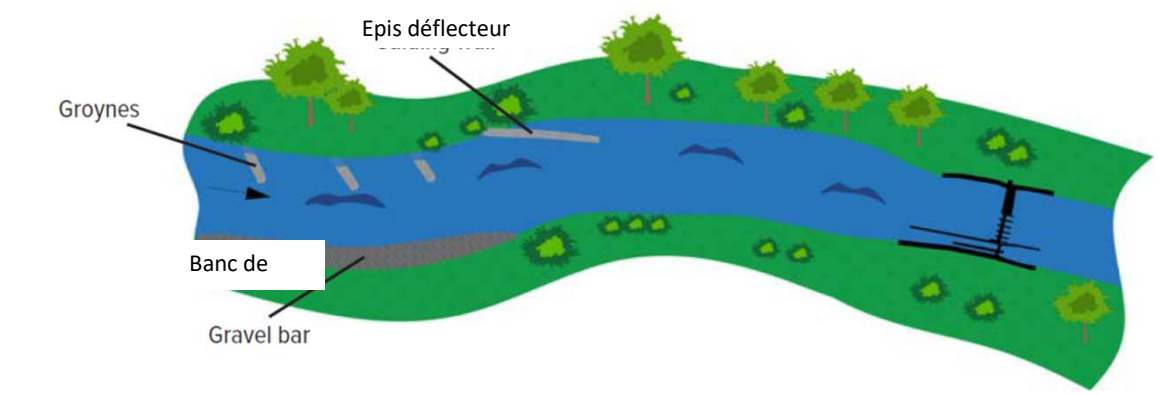
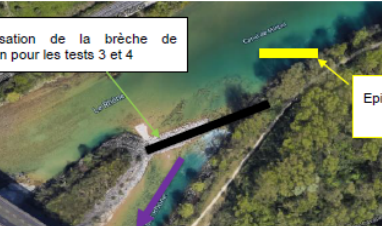
A/ Echelles spatiales et temporelles						B/ Etat de l'art	
Echelle d'intervention			Echelle des effets			Etat de l'art sur le Rhône	
Echelle spatiale		Site		Site	Echelle temporelle		Action courante
		Tronçon homogène (TH)		Tronçon homogène (TH)			Action en consolidation
		Unité hydrographique cohérente (UHC)		Unité hydrographique cohérente (UHC)			Proposition scientifique
		Multi-UHC		Multi-UHC			
		Bassin versant		Bassin versant			
			Fréquence d'intervention		Durabilité de l'action		
				Fréquent (1-2 ans)		Court terme (1-2 ans)	
				Moyennement fréquent (3-5 ans)		Moyen terme (3-5 ans)	
				Peu fréquent (5-10 ans)		Long terme (> 5 ans)	
				Rare (> 10 ans) ou unique		Très long terme (>> 10 ans)	

C/ Objectifs et localisations					
Type d'enjeu	Objectifs d'intervention		Tronçon homogène	Localisation action de gestion	Localisation action de restauration
Enjeux socio-économiques		Navigation (N)	Retenue (R) Canal usinier (CU) Vieux Rhône (RCC) Rhône total (RT) Affluent (A)	Bande active de Vieux Rhône Chenal navigable Barrage de retenue (ou de dérivation) Barrage-usine(-écluse), garage d'écluse Port, darse, quai, etc.	Lit courant Plan d'eau de retenue Bancs Berges et marges alluviales Confluence Systèmes d'endiguement classés
		Hydroélectricité (H)			
		Prélèvements eau (P)			
		Loisirs (L)			
Enjeux sûreté-sécurité		Sûreté ouvrages classés (S)		Halte fluviale, embouquement, rampe, etc. Confluence affluent, diffluence Captage AEP Prise d'eau (CNPE, irrigation, etc.) Base de loisirs, bassin de joute, etc. Monitoring (échelle limni, station alerte, etc.) Ouvrages annexes (contre-canal, siphon, etc.) Autres, (passe à poissons, etc.)	Lônes Gravières Zones humides Seuil Autre
		Sécurité inondation (I)			
		Sûreté CNPE (U)			
		Sûreté AEP (A)			
Ecologie		Ouvrage à vocation écologique (E)	Code BPE : -		
		Bon état/potentiel écologique (BPE)			
		Biodiversité (B)			
			Code PDM : -		



D/ Effets potentiels avant séquence ERC			
Indicateurs	Effets négatifs	Effets positifs	Optimisation des infrastructures pour réduire la sédimentation 
Morphologie (bilan sédimentaire et processus)	- sédimentation fine dans les marges et lônes - en général, impossibilité d'assurer la continuité pour les sédiments grossiers	- favorise le transit des sédiments provenant de l'amont - stockage évité dans la retenue ou le réservoir - remise en mouvement de la totalité des sédiments grossiers dans certaines conditions	
Biologie (habitats et espèces)	En aval de la retenue : - colmatage et dégradation potentielle sur végétation aquatique (herbiers) liée aux substrats grossiers et sur la végétation terrestre (grèves exondées, roselières) - colmatage des fonds du lit au niveau des marges et des lônes : moindre habitabilité, impact direct (invertébrés, poissons (pontes, jeunes stades)) et indirects (diminution ressources trophiques) Au droit de la zone aménagée - Artificialisation du lit pouvant être à l'origine d'une dégradation des conditions d'habitats - Déplacement des espèces en phase chantier	- dépôts de nouvelles alluvions le long du Rhône (rajeunissement/décolmatage des fonds alluviaux dans retenue) - permet d'éviter d'avoir à gérer à terre des sédiments pollués - diversification des habitats aquatiques par augmentation (locale) des vitesses de courant et de la profondeur	
Usages socio-économiques	En aval de la retenue : - impacts potentiels sur activités fluviales et loisirs par sédiments dans les ports, haltes fluviales, et zone d'activité nautique - impact potentiel sur zone d'alimentation de captages aussi bien d'un point de vue quantitatif (colmatage) que qualitatif (pollution) - évolution paysagère liée aux sédiments fins et modification des conditions d'accès au cours d'eau (risque d'envasement)	- maintien la capacité utile de marnage de la retenue - maintien de la navigation marchande (respect du CC de la concession) - maintien navigation de plaisance	
Sûreté - sécurité	Dans la retenue : - risques liés à la gestion des ouvrages mobiles En aval de la retenue : - absence d'impact négatif sur l'inondabilité (sous réserve d'incidences négligeables sur les capacités hydrauliques)	Si dans une retenue : - non aggravation des risques hydrauliques (rupture/inondation, respect du CC)	

E/ Séquence ERC				
Mesures d'évitement (E)	Mesures de réduction (R)	Mesures de compensation (C)	Mesures d'accompagnement	Recommandations complémentaires
- contrôle des taux de MES avant et après optimisations des infrastructures	- évaluation préalable de la qualité des sédiments - inventaires écologiques à réaliser avant pour cibler les enjeux et les mesures à mettre en place - adaptation de la période des travaux par rapport à la faune - gestion des EEE avant intervention pour éviter propagation		- suivi des EEE - suivi des anatidés et autres espèces animales sensibles et patrimoniales sur zones et autour	

OPTIMISATION DES INFRASTRUCTURES POUR RÉDUIRE LA SÉDIMENTATION		OSS	G8																								
F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art		J/ Bonnes pratiques																									
Objectifs de l'opération	Objectif sûreté-sécurité : augmenter localement les forces tractrices (via débit, vitesse ou pente) Objectif navigation : assurer une profondeur de mouillage (3 ou 4,50 m) et une largeur de chenal navigable Objectif hydroélectricité, prise d'eau, loisirs : favoriser le transit sédimentaire vers l'aval pour les conditions courantes																										
Techniques d'intervention	Mise en œuvre d'ouvrage en génie civil de gestion des flux solides : épis déflecteurs, mur séparateur, aménagement de diffluence, mise en place de seuils de fond																										
Principales contraintes d'exécution	Travaux de génie civil en sous-fluvial Ne pas aggraver l'aléa inondation																										
Devenir des sédiments	Transit et/ou retenus en amont des infrastructures																										
Indicateurs de réalisation	Nombre de sites aménagés																										
Indicateurs de résultat	Volume de dragage évité																										
Points de vigilance complémentaire																											
G/ Dossiers réglementaires		K/ Exemples sur le Rhône																									
<table><tr><td></td><td>Plan de gestion (type L215-15, PGPOD)</td><td></td><td>Dossier d'incidences NATURA 2000</td></tr><tr><td></td><td>Fiche d'incidence de dragage</td><td></td><td>Dossier de défrichement</td></tr><tr><td></td><td>Dossier Loi sur l'Eau (3.1.2.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0)</td><td></td><td>Dossier CNPN de dérogation de destruction d'espèce protégée</td></tr><tr><td></td><td>Examen au cas par cas</td><td></td><td>Demande de Déclaration d'Intérêt Général (DIG)</td></tr><tr><td></td><td>Evaluation environnementale</td><td></td><td>Dossier ICPE (2515, 2517)</td></tr><tr><td></td><td>Dossier d'exécution Code de l'Energie</td><td></td><td>Autre</td></tr></table>		Plan de gestion (type L215-15, PGPOD)		Dossier d'incidences NATURA 2000		Fiche d'incidence de dragage		Dossier de défrichement		Dossier Loi sur l'Eau (3.1.2.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0)		Dossier CNPN de dérogation de destruction d'espèce protégée		Examen au cas par cas		Demande de Déclaration d'Intérêt Général (DIG)		Evaluation environnementale		Dossier ICPE (2515, 2517)		Dossier d'exécution Code de l'Energie		Autre		exemple: petit Rhône (murs déflecteurs), plan d'eau du Grand Large (mur séparateur) Autres secteurs qui pourraient faire l'objet de ce type d'action : - au niveau du garage d'écluse de Bourg-les-Valence - en entrée du canal de Jonage où il n'y a pas de seuil de fond pour empêcher le transport des sédiments par charriage - en cas de réaménagement de la brèche de Neyron (épis amont, géométrie de la brèche, prise d'eau latérale)  Localisation de la brèche de Neyron pour les tests 3 et 4 Epi à créer (test 2 et 7)  Prise d'eau = galerie Rehausse de la brèche de Neyron à 169 m NGF Chenal à ciel ouvert permettant l'alimentation en basses eaux 	
	Plan de gestion (type L215-15, PGPOD)		Dossier d'incidences NATURA 2000																								
	Fiche d'incidence de dragage		Dossier de défrichement																								
	Dossier Loi sur l'Eau (3.1.2.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0)		Dossier CNPN de dérogation de destruction d'espèce protégée																								
	Examen au cas par cas		Demande de Déclaration d'Intérêt Général (DIG)																								
	Evaluation environnementale		Dossier ICPE (2515, 2517)																								
	Dossier d'exécution Code de l'Energie		Autre																								
Commentaires :																											
H/ Coûts		L/ Exemples internationaux (Mission 5)																									
Critères de variabilité des prix	Dimension des infrastructures créées ou modifiées	- 1/ Rhin : piste de réflexion : murs déflecteurs pour limiter les dépôts de sédiments fins - 2/ Danube : réduction de la largeur du lit (en queue de retenue notamment), réduction de la largeur d'un barrage, reconfiguration d'épis																									
Prix unitaire	Il s'agit d'une action nouvelle, et nous ne disposons pas d'informations sur les coûts unitaires à ce sujet. Sachant que beaucoup d'options sont possibles pour cette action qui pourrait comprendre la construction de barrage à bulle, d'épis, de seuil de fond, etc. Les coûts d'investissement correspondant à cette action varient de 100 000 à 1 000 000 €, avec une valeur médiane de 500 000 €.																										
Chiffres clés pour le Rhône	-																										
Coûts indirects et coûts non monétaires	Pertes de production des aménagements hydroélectriques																										
I/ Bibliographie		Aménagement sur la rivière Inn (Autriche)																									
METROPOLE DE LYON / BURGEAP - Etude de stratégie de gestion sédimentaire du Rhône de l'Ain à Pierre-Bénite (2020)																											

ZONE DE GESTION SÉDIMENTAIRE EN AVAL D'UN RCC RESTAURÉ

ZGS

G9

Type d'actionGestion

Enjeux principauxSûreté-sécurité ; Usages socio-économiques

Moyens mis en œuvreRéceptionner et gérer le charriage d'un RCC restauré

Sédiments concernés :

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					
						Etat de l'art sur le Rhône			
							Action courante		
							Action en consolidation		
							Proposition scientifique		

C/ Objectifs et localisations

Type d'enjeu

Objectifs d'intervention

Tronçon homogène

Localisation action de gestion

Localisation action de restauration

Enjeux socio-économiques

Enjeux sûreté-sécurité

Ecologie

Navigation (N)

Hydroélectricité (H)

Prélèvements eau (P)

Loisirs (L)

Sûreté ouvrages classés (S)

Sécurité inondation (I)

Sûreté CNPE (U)

Sûreté AEP (A)

Ouvrage à vocation écologique (E)

Bon état/potentiel écologique (BPE)

Biodiversité (B)

Retenue (R)

Canal usinier (CU)

Vieux Rhône (RCC)

Rhône total (RT)

Affluent (A)

Code BPE : -

Code PDM : -

Bande active de Vieux Rhône

Chenal navigable

Barrage de retenue (ou de dérivation)

Barrage-usine(-écluse), garage d'écluse

Port, darse, quai, etc.

Halte fluviale, embouquement, rampe, etc.

Confluence affluent, diffluence

Captage AEP

Prise d'eau (CNPE, irrigation, etc.)

Base de loisirs, bassin de joute, etc.

Monitoring (échelle limni, station alerte, etc.)

Ouvrages annexes (contre-canal, siphon, etc.)

Autres, (passe à poissons, etc.)

Lit courant

Plan d'eau de retenue

Bancs

Berges et marges alluviales

Confluence

Systèmes d'endiguement classés

Lônes

Gravières

Zones humides

Seuil

Autre

Exemple de localisation

Aire d'application

Retenue (R)

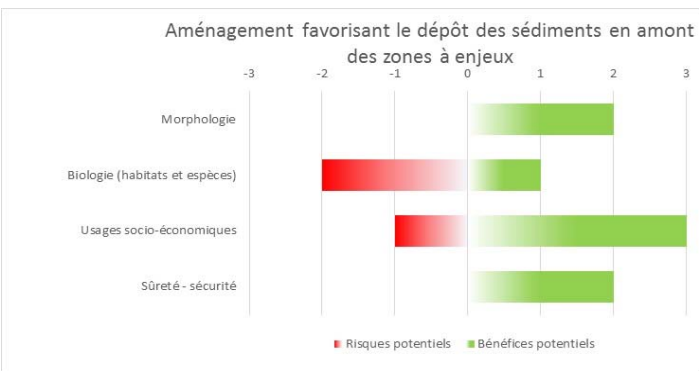
Canal usinier (CU)

Rhône court-circuité (RCC) « courant »

Rhône court-circuité (RCC) « remous »

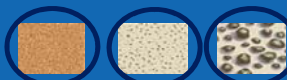
Rhône total (RT)

D/ Effets potentiels avant séquence ERC		
Indicateurs	Effets négatifs	Effets positifs
Morphologie (bilan sédimentaire et processus)		- s'adapte au charriage provenant de l'amont - piège les sédiments en amont d'une zone à enjeu - concentre les actions de gestion sédimentaire vers des sites aménagés dédiés pour éviter des actions de gestion sur de grands linéaires
Biologie (habitats et espèces)	- artificialisation du lit pouvant être à l'origine d'une dégradation des conditions d'habitats - aménagement lié à un entretien régulier à l'origine de dérangement pour les espèces - risque de destruction d'habitats ou d'espèces si aménagement réalisé dans des zones sensibles - risque de réduction du rajeunissement et de la création d'habitats en aval de l'aménagement	- rajeunissement/décolmatage des fonds alluviaux, surtout si du grossier est découvert (favorable entre autres aux lithophiles et invertébrés) - création de nouveaux habitats alluviaux pionniers liés aux sédiments sur la zone de dépôt
Usages socio-économiques	- risque potentiel sur des captages du fait des modifications du fonctionnement de nappe alluviale - risque pour l'activité pêche récréative du fait des impacts potentiels sur les milieux aquatiques	- maintien la capacité utile de marnage de la retenue - maintien de la navigation marchande (respect du CC de la concession) - maintien navigation de plaisance
Sûreté - sécurité	- absence d'impact négatif sur l'inondabilité (sous réserve d'incidences négligeables sur les capacités hydrauliques)	- non aggravation des risques hydrauliques (inondation, respect du CC)

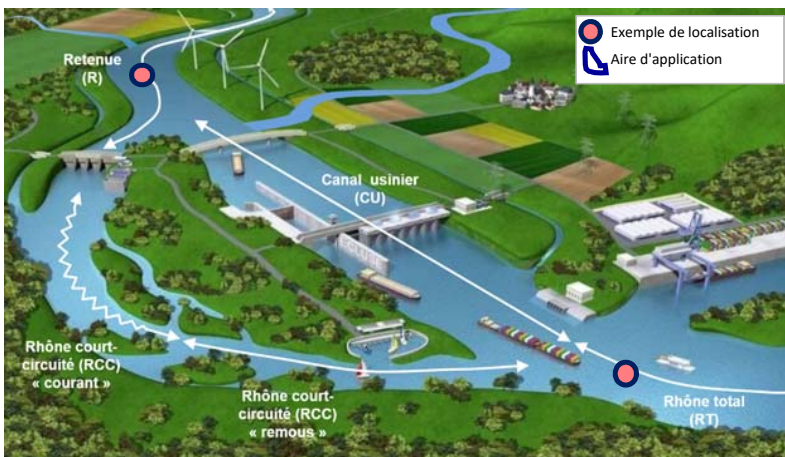


E/ Séquence ERC				
Mesures d'évitement (E)	Mesures de réduction (R)	Mesures de compensation (C)	Mesures d'accompagnement	Recommandations complémentaires
- éviter les stations d'espèces protégées - éviter les secteurs colonisées par les EEE - éviter les stations d'habitats fortement patrimoniaux	- ne pas réaliser le curage/dragage de ces aménagements en période écologiquement sensible (reproduction poissons, nidification, etc.)	- dossier CNPN si destruction d'espèces végétales protégées + transfert d'espèces - dossier CNPN si destruction d'espèces animales protégées ou de leur biotope	- élaborer un plan de gestion de la zone de gestion sédimentaire (ZGS) dès sa conception	- concevoir l'aménagement pour intégrer la vie aquatique dans la gestion ultérieure

ZONE DE GESTION SÉDIMENTAIRE EN AVAL D'UN RCC RESTAURÉ		ZGS	G9
F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art		J/ Bonnes pratiques	
Objectifs de l'opération	Objectif sûreté-sécurité : favoriser un lieu de dépôt et de gestion circonscrit Objectif navigation : assurer une profondeur de mouillage (3 ou 4,50 m) et une largeur de chenal navigable Objectif hydroélectricité, prise d'eau, loisirs : limiter le transit sédimentaire important en amont d'enjeux	- Zone de gestion sédimentaire (ZGS) pour laisser transiter une partie du charriage et prélever les excédents de matériaux ne pouvant transiter dans la zone à enjeux en aval (photomontage d'un projet sur le Drac à Grenoble)	
Techniques d'intervention	Mise en œuvre par élargissement du lit d'une zone naturelle de gestion des excédents sédimentaires Aménagement en lien avec restauration de flux sédimentaires dans un RCC ou Rhône total (actions R3, R5)	ETAT INTIAL ELARGISSEMENT ET DEPOT ARASEMENT DES BANCs 	
Principales contraintes d'exécution	Ne pas aggraver l'aléa inondation		
Devenir des sédiments	Piégé dans les aménagements Restitué sur un site déficitaire avec gains écologiques ou revalorisation BTP		
Indicateurs de réalisation	Nombre de zones de gestion sédimentaire créées et/ou gérées		
Indicateurs de résultat	Volume de dragage évité dans les zones à enjeux		
Points de vigilance complémentaire			
G/ Dossiers réglementaires		K/ Exemples sur le Rhône	
Plan de gestion (type L215-15, PGPOD) Fiche d'incidence de dragage Dossier Loi sur l'Eau (3.1.2.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0) 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 :	- Fosse de la Feyssine : mesures compensatoires hydrauliques et piège à sédiment en amont de la traversée de Lyon - Photos aériennes 1989 - 1996 - 2020	
			
H/ Coûts			
Critères de variabilité des prix	Dimension des infrastructures créées ou modifiées; longueur de transport; pertes de charge		
Prix unitaire	Il s'agit d'une action nouvelle, et nous ne disposons pas d'informations sur les coûts unitaires à ce sujet.Ce type d'action peut consister d'une part à aménager un site pour favoriser les dépôts, puis à intervenir régulièrement pour gérer ces dépôts. Le coût d'aménagement est évalué forfaitairement entre 500 000 et 1 000 000 m³ par site. Les coûts de gestion sont basés sur les situations les plus fréquentes qui seront observées dans les scénarios, à savoir : une opération d'ensemble comprend un dragage (pelle mécanique sur ponton), un transport fluvial, et un clapage dans une ancienne fosse d'extraction ou devant un barrage de retenue si la continuité sédimentaire au droit d'un barrage est possible. Le coût unitaire retenu est de 30 €/m³.		
Chiffres clés pour le Rhône			
Coûts indirects et coûts non monétaires	Pertes de production des aménagements hydroélectriques		
I/ Bibliographie		L/ Exemples internationaux (Mission 5)	

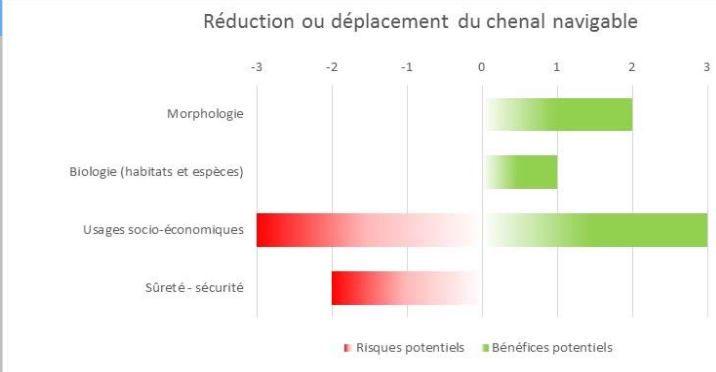
RÉDUCTION OU DÉPLACEMENT DU CHENAL NAVIGABLE				RCN		G10
Type d'action	Gestion					Sédiments concernés : 
Enjeux principaux	Usages socio-économiques					
Moyens mis en œuvre	Redéfinir le tracé du chenal navigable en fonction de la dynamique sédimentaire					

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					
						Etat de l'art sur le Rhône			
							Action courante		
							Action en consolidation		
							Proposition scientifique		

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)		Lit courant		
		Hydroélectricité (H)		Canal usinier (CU)		Plan d'eau de retenue		
		Prélèvements eau (P)		Vieux Rhône (RCC)		Bancs		
		Loisirs (L)		Rhône total (RT)		Berges et marges alluviales		
Enjeux sûreté-sécurité		Sûreté ouvrages classés (S)		Affluent (A)		Confluence		
		Sécurité inondation (I)				Systèmes d'endiguement classés		
		Sûreté CNPE (U)				Lônes		
		Sûreté AEP (A)				Gravières		
Ecologie		Ouvrage à vocation écologique (E)				Zones humides		
		Bon état/potentiel écologique (BPE)				Seuil		
		Biodiversité (B)				Autre		

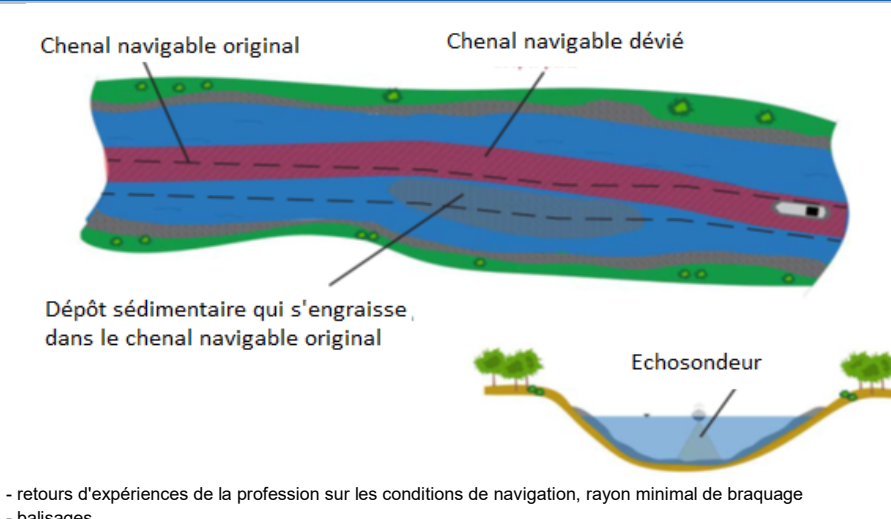
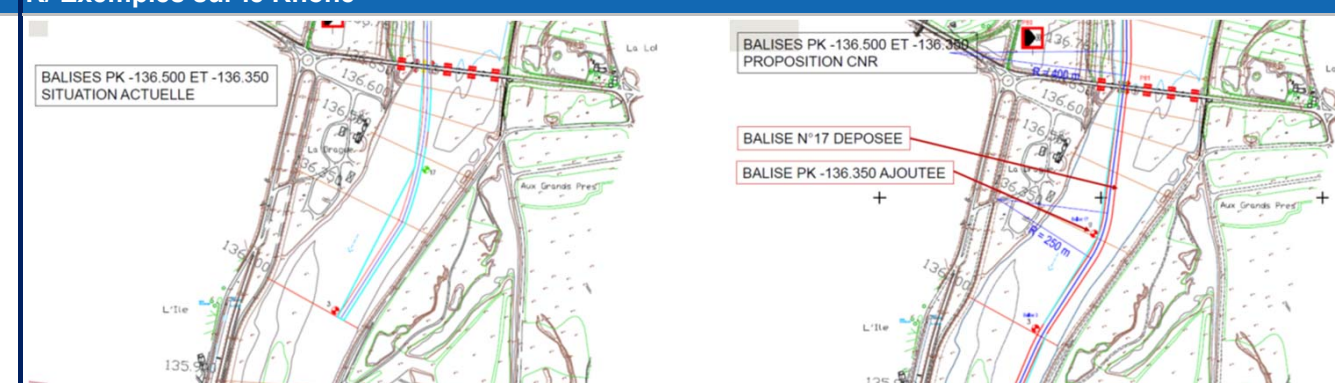
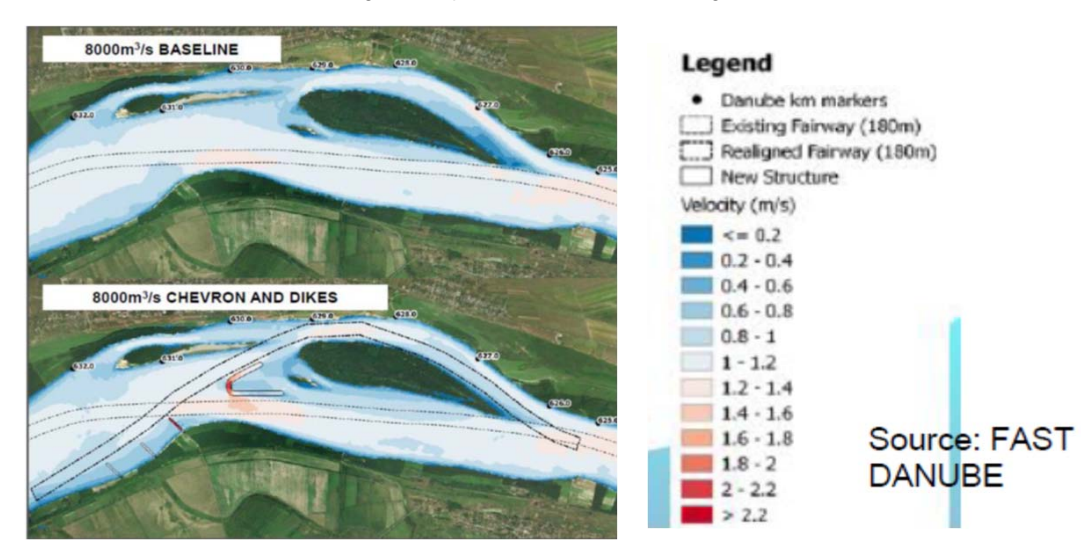
D/ Effets potentiels avant séquence ERC			
Indicateurs	Effets négatifs		Effets positifs
Morphologie (bilan sédimentaire et processus)			- préserve le bilan sédimentaire, les processus et la continuité sédimentaire
Biologie (habitats et espèces)			- moindre perturbation des habitats aquatiques du fait de la réduction des opérations de dragage - libre évolution des habitats au cours du temps dans les secteurs d'accumulation de sédiments
Usages socio-économiques	- adaptation de la profession des bateliers aux changements des conditions de navigation		- maintien de la navigation marchande (respect du CC de la concession) - maintien navigation de plaisance
Sûreté - sécurité	- augmentation du risque d'accident en terme de navigation		

Réduction ou déplacement du chenal navigable



Indicateur	Risques potentiels	Bénéfices potentiels
Morphologie	-	2
Biologie (habitats et espèces)	-	1
Usages socio-économiques	-3	3
Sûreté - sécurité	-2	0

E/ Séquence ERC				
Mesures d'évitement (E)	Mesures de réduction (R)	Mesures de compensation (C)	Mesures d'accompagnement	Recommandations complémentaires
-Eviter les secteurs sensibles (habitats, espèces) pour le choix du chenal navigable			- accompagnement de la profession de batellerie dans les modifications des conditions de navigation	

RÉDUCTION OU DÉPLACEMENT DU CHENAL NAVIGABLE			RCN	G10
F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art			J/ Bonnes pratiques	
Objectifs de l'opération	Objectif navigation : adapter les conditions de navigation au fonctionnement morphologique du fleuve Objectif usages socio-économiques : laisser évoluer le chenal principal			
Techniques d'intervention	Déplacement de balises pour matérialiser le chenal navigable			
Principales contraintes d'exécution	Largeur suffisante sur le tronçon pour assurer un déplacement du chenal navigable sans contrainte pour la navigation			
Devenir des sédiments	Laissés sur place			
Indicateurs de réalisation	Linéaire de chenal navigable déplacé			
Indicateurs de résultat	Non aggravation des conditions de navigation, volume ou nbr de jr de trafic perturbé			
Points de vigilance complémentaire	S'assurer de la non aggravation des risques inondation			
G/ Dossiers réglementaires			K/ Exemples sur le Rhône	
Plan de gestion (type L215-15, PGPOD) Fiche d'incidence de dragage Dossier Loi sur l'Eau (3.1.2.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0) 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 :			Pont de la Loi - CNR - Balisage du chenal navigable 2020	
H/ Coûts			L/ Exemples internationaux (Mission 5)	
Critères de variabilité des prix	Coûts du balisage		- 1/ Danube : réduction du chenal de navigation, déplacement du chenal de navigation 	
Prix unitaire	Il s'agit d'une action nouvelle pour laquelle aucun coût n'est connu. Il existe probablement des coûts liés au déplacement de balises mais au-delà des aspects matériels, il s'agit surtout de coûts indirects liés aux informations à diffuser auprès des bateliers et dans tous les documents officiels de navigation (coûts de concertation avec les acteurs, coûts de communication).			
Chiffres clés pour le Rhône	Pas de données			
Coûts indirects et coûts non monétaires	Formation et communication à la profession de batellerie			
I/ Bibliographie				

REDIMENSIONNEMENT DES SYSTÈMES D'ENDIGUEMENT EN FONCTION DU RETOUR DES SÉDIMENTS				RSE		G11
Type d'action	Gestion					
Enjeux principaux	Sûreté-sécurité			Sédiments concernés :   		
Moyens mis en œuvre	Adapter/Réviser le dimensionnement des ouvrages au retour des sédiments					

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					
						Etat de l'art sur le Rhône			
							Action courante		
							Action en consolidation		
							Proposition scientifique		

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, difffluence	Gravières
Ecologie		Ouvrage à vocation écologique (E)		Prise d'eau (CNPE, AEP, irrigation, etc.)	Zones humides
		Bon état/potentiel écologique (BPE)		Base de loisirs, bassin de joute, etc.	Seuil
		Biodiversité (B)		Monitoring (échelle limni, station alerte, etc.)	Autre
			Code BPE : -		
			Code PDM : -		

D/ Effets potentiels avant séquence ERC		
Indicateurs	Effets négatifs	Effets positifs
Morphologie (bilan sédimentaire et processus)	- action seule qui ne permet pas de revenir à un style fluvial antérieur (tresse)	- conservation des stocks grossiers dans l'hydrosystème - rétablissement d'une pente d'équilibre - rétablissement de la continuité sédimentaire naturelle - maintien d'une granulométrie grossière dans le lit
Biologie (habitats et espèces)	- risque colonisation EEE - risque de destruction d'habitats terrestres et de zones humides sur les digues et derrière les digues - risque de destruction d'espèces protégées/patrimoniales - risque de dérangement d'espèces en période de reproduction (avifaune)	- diversification des formes fluviales et donc des habitats terrestres et amphibies et des espèces liées - augmentation diversité granulométrie, habitats aquatiques et amphibies (selon de degré de connectivité) - potentiellement plus de densité/ diversité mais dépend des configurations
Usages socio-économiques	- risque potentiel sur navigation et sûreté dans la queue de retenue aval	- pêche récréative du fait des gains sur les habitats aquatiques - usages récréatifs (canoë, etc.) du fait des gains sur la diversité des milieux
Sûreté - sécurité	- risque potentiel d'aggravation du risque de rupture et des conditions d'inondabilité	- bénéfice pour la protection des ouvrages avec risque d'affouillement - conservation de la capacité hydraulique et du niveau de protection

Redimensionnement des systèmes d'endiguement en fonction du retour des sédiments

Indicateur	Risques potentiels	Bénéfices potentiels
Morphologie	-1	2
Biologie (habitats et espèces)	0	2
Usages socio-économiques	-1	2
Sûreté - sécurité	-2	1

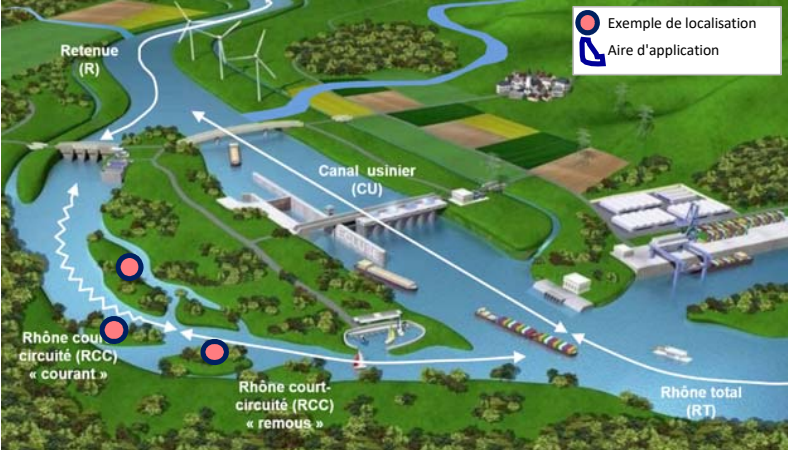
E/ Séquence ERC				
Mesures d'évitement (E)	Mesures de réduction (R)	Mesures de compensation (C)	Mesures d'accompagnement	Recommandations complémentaires
- S'assurer de la nécessité de maintenir le système d'enidiguement (lien avec la fiche action R1) - Eviter les zones sensibles (habitats patrimoniaux et espèces protégées/patrimoniales) pour cet aménagement	- Redimensionner les ouvrages en créant des déversoirs de sécurité pour les crues supérieures à la crue de protection (Q>Qp), permettant de s'affranchir d'un suraléa de rupture de digue - mesures d'évitement en cas de besoin (arrachage et gestion des EEE avant aménagement) - 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	- Nécessite des études réglementaires en lien avec les ouvrages hydraulique de protection contre les inondations (EDD, dossier d'autorisation...) - Réaliser des mesures d'entretien de charriage et d'essartage en cas de besoin pour maintenir la capacité hydraulique du SE (lien avec actions G11/G12) - mesures de suivi des habitats et des espèces à mettre en place - suivi des espèces végétales transférées - suivi des EEE après gestion	- S'assurer que la nouvelle pente d'équilibre permettra la continuité des sédiments - s'assurer de la plus value apportée à cet aménagement (gain écologique) par rapport aux habitats et espèces existantes en arrière des digues dans la zone d'aménagement

REDIMENSIONNEMENT DES SYSTÈMES D'ENDIGUEMENT EN FONCTION DU RETOUR DES SÉDIMENTS			RSE	G11
F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art			J/ Bonnes pratiques	
Objectifs de l'opération	Objectif sûreté-sécurité : Section d'écoulement, profil en travers moyen, protection contre les inondations, rehausser les systèmes d'endiguement et permettre le transit ou le stockage sédimentaire Objectif écologie : Atteinte du bon potentiel / bon état écologique			
Techniques d'intervention	Redimensionnement de système d'endiguement permettant d'accepter le retour des sédiments (terrassement, confortement de digue, génie minéral) Couplé éventuellement avec opération de charruage/essartage (cf. G11/G12)			
Principales contraintes d'exécution	Présence d'enjeux en lit majeur, nécessitant maintien de la protection Espèces floristiques ou faunistiques protégées, espèces exotiques envahissantes			
Devenir des sédiments	Laissés sur place avec retour à une pente d'équilibre			
Indicateurs de réalisation	Nombre, linéaire d'ouvrages redimensionnés			
Indicateurs de résultat	Volume de dragage évité			
Points de vigilance complémentaire	Suivi du PL objectif			
G/ Dossiers réglementaires			K/ Exemples sur le Rhône	
	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 redimensionnement de système d'endiguement rentrent dans le champ d'application de l'article R.214-113 du Code de l'Environnement relatif aux ouvrages hydrauliques de protection contre les inondations. A ce titre, un dossier d'autorisation de système d'endiguement devra être réalisé, lequel inclura notamment une étude de dangers du système d'endiguement.				
H/ Coûts			L/ Exemples internationaux (Mission 5)	
Critères de variabilité des prix	Longueur de digue - Niveau de protection Nécessité d'un confortement amont/aval Nécessité d'un ouvrage de sécurité			
Prix unitaire	Selon un retour d'expérience sur la digue du petit Rhône, en considérant un rehaussement de digue et à partir des coûts classiques, les coûts unitaires sont de 1 500 €/mètre linéaire [1 000 ; 2 500].			
Chiffres clés pour le Rhône	Pas de chiffres clés			
Coûts indirects et coûts non monétaires				
I/ Bibliographie			L/ Exemples internationaux (Mission 5)	
			- pas d'exemples internationaux	

CHARRUAGE				CHG		G12
Type d'action	Gestion					
Enjeux principaux	Biodiversité ; Sûreté-sécurité				Sédiments concernés :   	
Moyens mis en œuvre	Conserver des milieux pionniers / ouverts ; Atténuer la végétalisation des bancs en RCC					

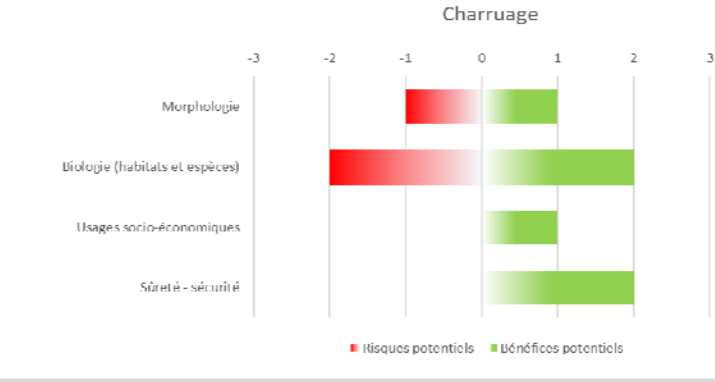
A/ Echelles spatiales et temporelles						B/ Etat de l'art			
Echelle d'intervention			Echelle des effets			Fréquence d'intervention		Durabilité de l'action	
Echelle spatiale		Site		Site	Echelle temporelle		Fréquent (1-2 ans)		Court terme (1-2 ans)
		Tronçon homogène (TH)		Tronçon homogène (TH)			Moyennement 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					
						Etat de l'art sur le Rhône			
							Action courante		
							Action en consolidation		
							Proposition scientifique		

C/ Objectifs et localisations					
Type d'enjeu	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)	Barrage de retenue (ou de dérivation)	Bancs
		Loisirs (L)	Rhône total (RT)	Barrage-usine(écluse), garage d'écluse	Berges et marges alluviales
Enjeux sûreté-sécurité		Sûreté ouvrages classés (S)	Affluent (A)	Port, darse, quai, etc.	Confluence
		Sécurité inondation (I)		Halte fluviale, embouquement, rampe, etc.	Systèmes d'endiguement classés
		Sûreté CNPE (U)		Confluence affluent, diffluence	Lônes
		Sûreté AEP (A)		Captage AEP	Gravières
Ecologie		Ouvrage à vocation écologique (E)		Prise d'eau (CNPE, irrigation, etc.)	Zones humides
		Bon état/potentiel écologique (BPE)		Base de loisirs, bassin de joute, etc.	Seuil
		Biodiversité (B)		Monitoring (échelle limni, station alerte, etc.)	Autre
			Code BPE : C8	Ouvrages annexes (contre-canal, siphon, etc.)	
			Code PDM : -	Autres, (passe à poissons, etc.)	

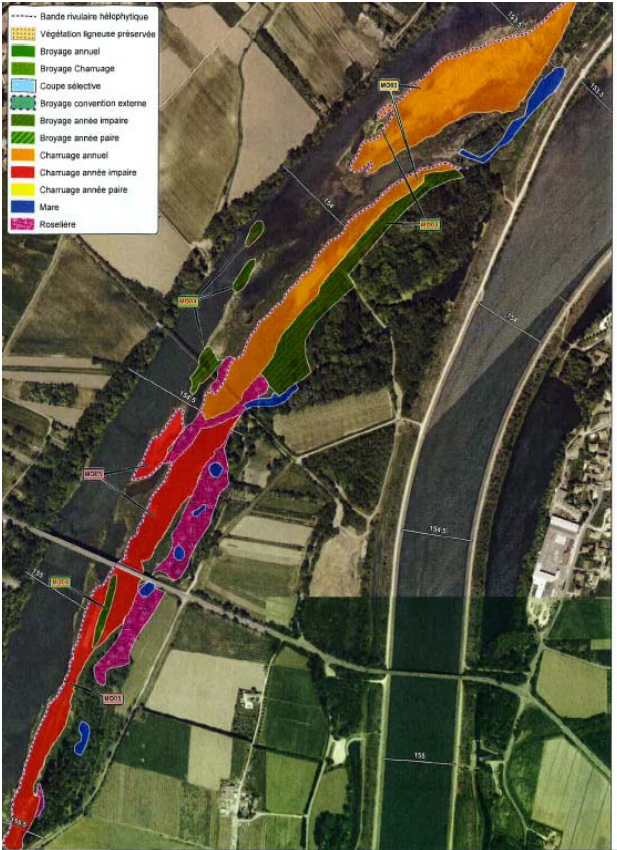


D/ Effets potentiels avant séquence ERC		
Indicateurs	Effets négatifs	Effets positifs
Morphologie (bilan sédimentaire et processus)	- déstockage de sédiments lorsque non renouvelés par l'amont - par absence de végétation en lit moyen, diminue la capacité de charriage du sein du lit mineur	- conservation des stocks fins et grossiers dans l'hydrosystème - limite les dépôts de fines sur les bancs - remobilisation de sédiments fixés sur les bancs par la végétation ou le pavage (jusqu'au sédiments grossiers en crue). Les effets réels sont toutefois limités et leur pertinence est à vérifier - diminue la capacité de charriage au sein du lit mineur (bénéfique si système en déficit)
Biologie (habitats et espèces)	- destruction végétation herbacée à ligneuse (habitats d'intérêt) - blocage dynamique au stade herbacé pionnier si trop régulier - dispersion des EEE - altération des habitats intéressants pour la faune - risque de destruction de la faune directement + habitats - risque de destruction d'habitats terrestres, d'habitats pour la faune et de plantes patrimoniales	- rajeunissement de la végétation quand elle est homogène et non patrimoniale - limitation de la fixation du lit en cas de faible dynamique alluviale - récréation de milieux pionniers favorables aux espèces animales pionnières (oedcnème, sterne pierregarin, gravelot, chevalier guignette, etc.) et aux communautés végétales pionnières patrimoniales - possibilité de recharge de la nappe alluviale - diversification des habitats aquatiques et augmentation capacités d'autoépuration si remobilisation des sédiments
Usages socio-économiques	- peut favoriser la fréquentation au dépens d'un usage (cas d'un périmètre de protection de captage)	- possibilité de favoriser l'alimentation d'un captage (exemple ?) - favorise la fréquentation (espaces ouverts, plages, etc.)
Sûreté - sécurité		- conservation capacité hydraulique (respect CC) - diminution de la mobilité latérale du lit - bonne visibilité dans le lit pour gérer la fréquentation et les questions de sécurité

Charruage



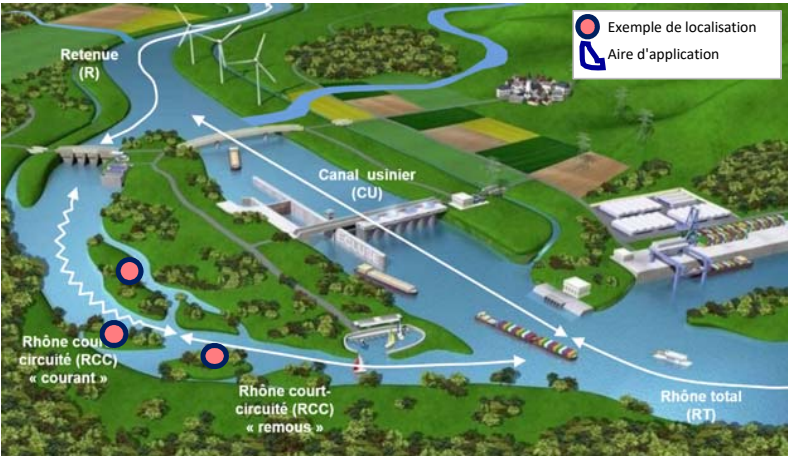
E/ Séquence ERC				
Mesures d'évitement (E)	Mesures de réduction (R)	Mesures de compensation (C)	Mesures d'accompagnement	Recommandations complémentaires
- éviter les secteurs d'habitats d'espèces et les espèces protégées de même que les habitats d'espèces et les espèces patrimoniales	- opération à modérer si les stocks de grossiers ne sont pas renouvelés par l'amont (risque de déficit) - protocole à adapter (libre évolution de certains secteurs sans entretien, restriction de la zone d'intervention, période) - s'appuyer sur le futur plan de gestion des bancs d'alluvions (CNR, CEN, SHR) pour la méthodologie - précautions en cas de présence d'espèces protégées et d'EEE (mise en défens, traitement particulier) - adaptation de la période des travaux par rapport à la faune - déplacement d'espèces au besoin (nécessité dossier CNPN si espèces protégées ou habitats d'espèces protégées)	- 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 EEE après le charruage - suivi d'espèces patrimoniales existantes	- la remobilisation suite au charruage est possible uniquement si les conditions hydrodynamiques sont suffisantes - le charruage n'est pas souhaitable si le TCC est en déficit (absence ou faiblesse des apports grossiers amont), a fortiori si le RCC est déjà incisé -Favoriser le charruage sur des secteurs topographiquement bas (ou en complément d'un déplacement de sédiments) permettant une inondation régulière (annuelle), alors moins de risque d'EEE et développement de communautés végétales plus intéressantes. Caler l'altimétrie des bancs de manière à être inondés lors des débits "hauts" des régimes réservés ?

CHARRUAGE			CHG	G12
F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art			J/ Bonnes pratiques	
Objectifs de l'opération	Objectif sureté hydraulique : Limiter le développement de la végétation ligneuse à l'origine de la fixation du lit et d'augmentation des risques hydrauliques (embâcle, augmentation des hauteurs d'eau) Objectif écologie: Permettre la remobilisation des fines en surface du banc, voire des sédiments grossiers si ceux-ci sont également en accumulation pour régénérer des milieux pionniers.		  	
Techniques d'intervention	Utilisation d'une herse sur des bancs alluviaux peu végétalisés			
Principales contraintes d'exécution	Essentiellement des contraintes de période d'intervention			
Devenir des sédiments	Laissés en place			
Indicateurs de réalisation	Superficies charruées			
Indicateurs de résultat	Superficie d'habitats pionniers des grèves et bancs alluviaux ; Impact sur les lignes d'eau en crues			
Points de vigilance complémentaire	- Charruage non souhaitable sur les TCC en déficit (absence ou faiblesse des apports grossiers amont) - Attention au risque de prolifération des EEE			
G/ Dossiers réglementaires			K/ Exemples sur le Rhône	
☐	Plan de gestion (type L215-15, PGPOD)	☐	Nombreux bancs charrués dans les RCC : -aménagements de Bourg les Valence, Beauchastel, Baix Logis Neuf, Montelimar, etc.; -Vieux-Rhône du haut-Rhône (Brégnier-Cordon, Belley, chautagne, etc), etc.'   Banc charrué et essarté dans le RCC de Chautagne (UHC#05-CHA). Les zones de charriage correspondent aux secteurs sans végétation  Bancs de rive droite charrués dans la traversée de Bourg-St-Andéol sur le RCC de Donzère-Mondragon (UHC#18-DZM)  Carte des secteurs charrués en 2021 sur l'aménagement de Montélimar (source CNR)	
☐	Fiche d'incidence de dragage	☐		
☐	Dossier Loi sur l'Eau (3.1.2.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0)	☐		
☐	Examen au cas par cas	☐		
☐	Evaluation environnementale	☐		
☐	Dossier d'exécution Code de l'Energie	☐		
Commentaires :				
H/ Coûts				
Critères de variabilité des prix	- la superficie traitée - la technique utilisée			
Prix unitaire	le coût unitaire moyen est de 0.16 [0.06 ; 0.62] €/m² sans distinction entre charruage et essartage selon les opérations pour lesquelles nous disposons des coûts L'observatoire des coûts de l'agence de l'eau propose également des coûts pour le traitement d'atterrissement (interventions sur la végétation et/ou les sédiments pour redynamiser des bancs d'alluvions ayant tendance à se fixer : débroussaillage ; essartement ; scarification ; labourage ; ouverture de bras, etc.) : 1 €/m3 [0,5 ; 1,5] et varie en fonction de l'ampleur du traitement, de la surface d'atterrissement et des volumes déplacés. Ces valeurs semblent toutefois élevées par rapport à la réalité des opérations mises en œuvre sur le Rhône et les retours d'expériences dont nous disposons. De plus, elles prennent en compte une diversité d'opération et pas seulement l'essartage et le charruage.			
Chiffres clés pour le Rhône	- Les coûts totaux depuis 2004 pour le charruage et l'essartage sur le Haut-Rhône, les secteurs BV, BE et MO sont de 1.33M € ou un coût annuel moyen de 78 000 € depuis 2004 pour la CNR, - Les opérations biennales sur le Vieux Rhône de Donzère Mondragon, des Casiers ras d'Avignon et des Casiers Vieux Rhône de Vallabrègues s'élèvent à 158 000 € au total, soit 79 000 €/an.			
Coûts indirects et coûts non monétaires				
I/ Bibliographie				
-Vautier F., Peiry J.-L., Girel J. , 2002. Développement végétal dans le lit endigué de l'Isère en amont de Grenoble : du diagnostic à l'évaluation des pratiques de gestion, Revue d'Ecologie, Terre et Vie, Société nationale de protection de la nature, 2002, Supplément 9, pp.65-79.P. -Janssen P., H. Piegay, Evette A., 2018. Functional composition of gravel bar plant communities along the Rhône River: implications for management and restoration operations. I.S. Rivers, 3rd International Conference on integrative sciences and sustainable development of large rivers, Jun 2018, Lyon, France. pp.3. (hal-02608667) -CNR, 2021. Bilan de la gestion des bancs de graviers depuis els années quatre-vingt. -CNR, 2021a. REX 2020 (Retour d'expériences) sur les opérations de charruage 2020 -CNR, 2021b. REX 2021 (Retour d'expériences) sur les opérations de charruage 2021 -Janssen P., Piegay H., Pont B., Evette A. . How maintenance and restoration measures mediate the response of riparian plant functional composition to environmental gradients on channel margins: Insights from a highly degraded large river. Science of the Total Environment, Elsevier, 2019, 656, pp.1312-1325. -SHR, CNR, CEN Savoie. 2018. Projet de gestion différenciée des bancs d'alluvions sur le Rhône court-circuité de Chautagne. Projet de Journée d'échanges techniques. -DOCOB Rhone aval Tome 2 (ECO042)				
L/ Exemples internationaux (Mission 5)				
- absence d'information collectée				

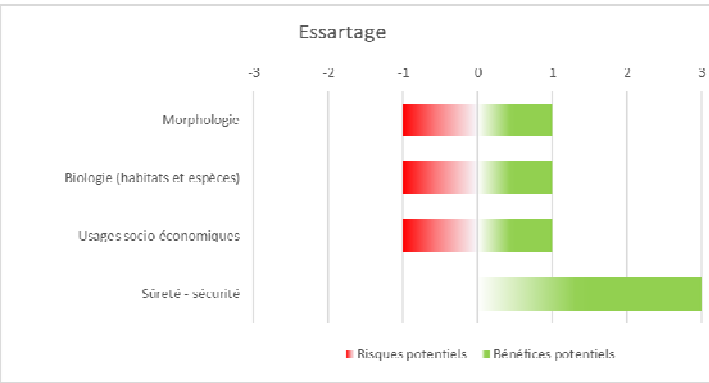
ESSARTAGE				ESS	G13
Type d'action	Gestion				Sédiments concernés : 
Enjeux principaux	Sûreté-sécurité				
Moyens mis en œuvre	Atténuer la végétalisation des bancs en RCC				

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	☐ 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		
			Etat de l'art sur le Rhône	
			☐ Action courante	
			☐ Action en consolidation	
			☐ Proposition scientifique	

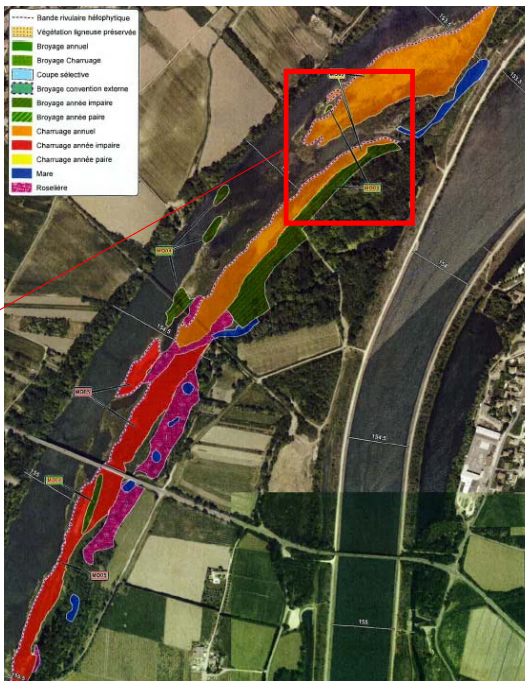
C/ Objectifs et localisations				
Type d'enjeu	Objectifs d'intervention		Tronçon homogène	Localisation action de gestion
Enjeux socio-économiques	☐	Navigation (N)	☐ Retenue (R)	☐ Bande active de Vieux Rhône
	☐	Hydroélectricité (H)	☐ Canal usinier (CU)	☐ Chenal navigable
	☐	Prélèvements eau (P)	☐ Vieux Rhône (RCC)	☐ Barrage de retenue (ou de dérivation)
	☐	Loisirs (L)	☐ Rhône total (RT)	☐ Barrage-usine(-écluse), garage d'écluse
Enjeux sûreté-sécurité	☐	Sûreté ouvrages classés (S)	☐ Affluent (A)	☐ Port, darse, quai, etc.
	☐	Sécurité inondation (I)		☐ Halte fluviale, embouquement, rampe, etc.
	☐	Sûreté CNPE (U)		☐ Confluence affluent, diffluence
	☐	Sûreté AEP (A)		☐ Captage AEP
Ecologie	☐	Ouvrage à vocation écologique (E)		☐ Prise d'eau (CNPE, irrigation, etc.)
	☐	Bon état/potentiel écologique (BPE)		☐ Base de loisirs, bassin de joute, etc.
	☐	Biodiversité (B)		☐ Monitoring (échelle limni, station alerte, etc.)
			Code BPE : P8	☐ Ouvrages annexes (contre-canal, siphon, etc.)
			Code PDM : -	☐ Autres, (passe à poissons, etc.)



D/ Effets potentiels avant séquence ERC		
Indicateurs	Effets négatifs	Effets positifs
Morphologie (bilan sédimentaire et processus)	- par absence de végétation en lit moyen, diminue la capacité de charriage du sein du lit mineur	- limite les dépôts de fines sur les bancs - effet limité sur le transit sédimentaire ; peut favoriser la remobilisation des bancs lors des crues importantes - diminue la capacité de charriage au sein du lit mineur (bénéfique si système en déficit)
Biologie (habitats et espèces)	- destruction végétation ligneuse (habitats d'intérêt) - si exportation, supprime la production de bois mort favorable aux milieux aquatiques et terrestres - risque de destruction de la faune direct, d'habitats terrestres intéressants pour la faune et de plantes patrimoniales - perte de diversité biologique et développement des EEE - altération des habitats intéressants pour la faune	- renouvellement des milieux herbacés ou maintien des saulaies arbustives sur les bancs et des espèces associées - apport potentiel de bois morts au cours d'eau (abris, nourriture,...) si laissé sur place
Usages socio-économiques	- peut favoriser la fréquentation au dépens d'un usage (cas d'un périmètre de protection de captage)	- favorise la fréquentation (espace ouvert, plages, etc.)
Sûreté - sécurité		- conservation capacité hydraulique (respect CC) - diminution de la mobilité latérale du lit - bonne visibilité dans le lit pour gérer la fréquentation et les questions de sécurité



E/ Séquence ERC				
Mesures d'évitement (E)	Mesures de réduction (R)	Mesures de compensation (C)	Mesures d'accompagnement	Recommandations complémentaires
- éviter les secteurs d'habitats d'espèces et les espèces protégées de même que les habitats d'espèces et les espèces patrimoniales	- possibilité de faire évoluer le protocole de gestion pour mieux tenir compte des enjeux milieux naturels et pour laisser plus de bois mort dans le lit - plan de gestion à définir (modalité d'intervention, périodes d'intervention, etc.) - 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 EEE après l'essartage - suivi d'espèces patrimoniales existantes	- à coupler avec dessouchage pour efficacité maximale

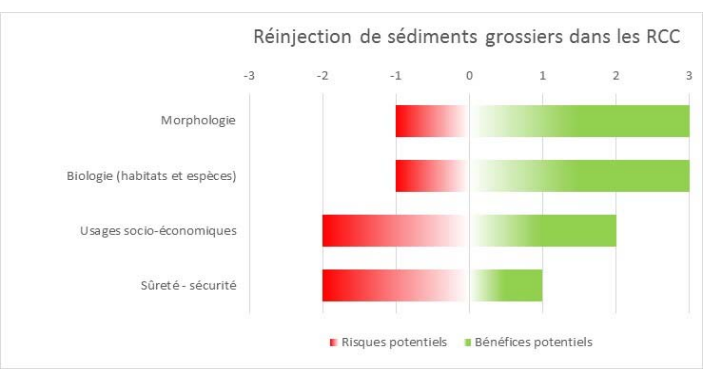
ESSARTAGE			ESS	G13
F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art			J/ Bonnes pratiques	
Objectifs de l'opération	Objectif sureté hydraulique : Couper la végétation arbustive et arborée sur les bancs qui conduirait à diminuer la capacité hydraulique Objectif écologique : conserver une strate herbacée			
Techniques d'intervention	Essartage mécanique A combiner avec des travaux de désouchage pour efficacité optimale			
Principales contraintes d'exécution	Essentiellement des contraintes de période d'intervention			
Devenir des sédiments	Laissés en places			
Indicateurs de réalisation	Superficies essartées			
Indicateurs de résultat	Impact sur les lignes d'eau en crues			
Points de vigilance complémentaire	Ne pas favoriser la fréquentation dans des secteur interdits au public (zone de captage, aval barrage)			
G/ Dossiers réglementaires			K/ Exemples sur le Rhône	
	Plan de gestion (type L215-15, PGPOD)		Dossier d'incidences NATURA 2000	
	Fiche d'incidence de dragage		Dossier de défrichement	
	Dossier Loi sur l'Eau (3.1.2.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0)		Dossier CNPN de dérogation de destruction d'espèce protégée	
	Examen au cas par cas		Demande de Déclaration d'Intérêt Général (DIG)	
	Evaluation environnementale		Dossier ICPE (2515, 2517)	
	Dossier d'exécution Code de l'Energie		Autre	
Commentaires :				
H/ Coûts				
Critères de variabilité des prix	- la superficie traitée - la technique utilisée			
Prix unitaire	le coût unitaire moyen est de 0.16 [0.06 ;0.62] €/m2 sans distinction entre charriage et essartage selon les opérations dont nous disposons des coûts			
Chiffres clés pour le Rhône	- Les coûts totaux depuis 2004 pour le charriage et l'essartage sur le Haut-Rhône, les secteurs BV, BE et MO sont de 1.33M € ou un coût annuel moyen de 78 000 € depuis 2004 pour la CNR, - Les opérations biennales sur le Vieux Rhône de Donzère Mondragon, des Casiers ras d'Avignon et des Casiers Vieux Rhône de Vallabrègues s'élèvent à 158 000 € au total, soit 79 000 €/an.			
Coûts indirects et coûts non monétaires				
I/ Bibliographie				
-Vautier F., Peiry J.-L., Girel J. , 2002. Développement végétal dans le lit endigué de l'Isère en amont de Grenoble : du diagnostic à l'évaluation des pratiques de gestion, Revue d'Ecologie, Terre et Vie, Société nationale de protection de la nature, 2002, Supplément 9, pp.65-79.P. -Janssen P., H. Piegay, Evette A., 2018. Functional composition of gravel bar plant communities along the Rhône River: implications for management and restoration operations. I.S. Rivers, 3rd International Conference on integrative sciences and sustainable development of large rivers, Jun 2018, Lyon, France. pp.3. (hal-02608667) -CNR, 2021. Bilan de la gestion des bancs de graviers depuis els années quatre-vingt. -CNR, 2021a. REX 2020 (Retour d'expériences) sur les opérations de charriage 2020 -CNR, 2021b. REX 2021 (Retour d'expériences) sur les opérations de charriage 2021 -Janssen P., Piegay H., Pont B., Evette A. . How maintenance and restoration measures mediate the response of riparian plant functional composition to environmental gradients on channel margins: Insights from a highly degraded large river. Science of the Total Environment, Elsevier, 2019, 656, pp.1312-1325. -SHR, CNR, CEN Savoie. 2018. Projet de gestion différenciée des bancs d'alluvions sur le Rhône court-circuité de Chautagne. Projet de Journée d'échanges techniques. -DOCOB Rhone aval Tome 2 (ECO042)				
J/ Bonnes pratiques				
- Travaux d'essartage uniquement si végétation trop développée (diamètre >10cm et/ou hauteur >6m sur une grande surface; - engins adaptés (Pelle araignée et engin spécifique pour le broyage et dessouchage)				
 Tracteur forestier avec broyeur à l'avant (photo CNR) 				
K/ Exemples sur le Rhône				
'Nombres bancs charués dans les RCC : -aménagements de Bourg les Valence, Beauchastel, Baix Logis Neuf, Montelimar, etc.; -Vieux-Rhône du haut-Rhône (Brégner-Cordon, Belley, chautagne, etc), etc.'				
 Photographie aérienne des secteurs essartés (et ensuite charués) sur l'aménagement de Montélimar (source geoportail)  Carte des secteurs essartés (en vert) en 2021 sur l'aménagement de Montélimar (source CNR)				
L/ Exemples internationaux (Mission 5)				
- absence d'information collectée				

RÉINJECTION DE SÉDIMENTS GROSSIERS EN RCC OU RHÔNE TOTAL COURANT			RJS		R1
Type d'action	Restauration				
Enjeux principaux	Biodiversité ; Sûreté-sécurité ; Usages socio-économiques			Sédiments concernés :	
Moyens mis en œuvre	Restaurer les habitats du lit d'étiage et des annexes ; Améliorer l'autoépuration ; Rehausser et mieux recharger la nappe alluviale ; Restaurer le matelas alluvial				

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					
						Etat de l'art sur le Rhône			
							Action courante		
							Action en consolidation		
							Proposition scientifique		

C/ Objectifs et localisations					
Type d'enjeu	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)	Barrage de retenue (ou de dérivation)	Bancs
Enjeux sûreté-sécurité		Loisirs (L)	Rhône total (RT)	Barrage-usine(-écluse), garage d'écluse	Berges et marges alluviales
		Sûreté ouvrages classés (S)	Affluent (A)	Port, darse, quai, etc.	Confluence
		Sécurité inondation (I)		Halte fluviale, embouquement, rampe, etc.	Systèmes d'endiguement classés
		Sûreté CNPE (U)		Confluence affluent, diffluence	Lônes
		Sûreté AEP (A)		Captage AEP	Gravières
Ecologie		Ouvrage à vocation écologique (E)		Prise d'eau (CNPE, irrigation, etc.)	Zones humides
		Bon état/potentiel écologique (BPE)		Base de loisirs, bassin de joute, etc.	Seuil
		Biodiversité (B)		Monitoring (échelle limni, station alerte, etc.)	Autre
			Code BPE : C6	Ouvrages annexes (contre-canal, siphon, etc.)	
			Code PDM : MIA0204	Autres, (passe à poissons, etc.)	

D/ Effets potentiels avant séquence ERC		
Indicateurs	Effets négatifs	Effets positifs
Morphologie (bilan sédimentaire et processus)	- peut accentuer une évolution du style fluvial (vers un chenal unique méandrique si le processus est déjà enclenché - cas de Chautagne) - action seule qui ne permet pas de revenir à un style fluvial antérieur (tresse) - tri granulométrie induit par une réinjection ponctuelle en zone courante	- apport d'un stock sédimentaire externe - rehausse du fond du lit (RCC) - restauration des échanges chenal/nappe (RCC) - peut favoriser les dynamiques latérales si injection de grandes quantités (> capacité de transport) - diversification de la granulométrie - réduction du pavage
Biologie (habitats et espèces)	- localement sur le ou les sites de réinjection, destruction d'habitats et d'espèces	- contribution à la diversification des habitats aquatiques (espèces lithophiles), amphibiens et contribution favorable aux herbiers aquatiques (dépend de la profondeur) - augmentation des capacités d'autoépuration (apports de sédiments grossiers)
Usages socio-économiques	- risque potentiel sur navigation et sûreté dans la queue de retenue aval	- bénéfice pour les activités de pêche - bénéfice pour la navigation dans un secteur en incision (risque de décrochage de l'écluse)
Sûreté - sécurité	- risque d'aggravation des conditions d'écoulement et des risques d'inondation	- bénéfice pour la protection des ouvrages avec risque d'affouillement



E/ Séquence ERC				
Mesures d'évitement (E)	Mesures de réduction (R)	Mesures de compensation (C)	Mesures d'accompagnement	Recommandations complémentaires
- éviter les secteurs d'habitats ou d'espèces d'intérêt - éviter les stations d'espèces protégées	- balisage si espèces patrimoniales - déplacement d'espèces au besoin (nécessité dossier CNPN si espèces protégées) -adapter les périodes d'intervention 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 de la recolonisation des habitats alluviaux et des espèces - mettre en place une zone de gestion sédimentaire en limite aval (cf. action G9)	- nécessité d'une dynamique alluviale suffisante pour remobiliser les sédiments - étude de faisabilité et d'incidence en préalable, envisageant les modalités de réinjection - en cas d'évolution de style fluvial (chenal unique méandrique au lieu de tresses), doit s'accompagner d'un programme plus ambitieux si le retour au style fluvial antérieur devait être visé (x points d'injection, remodelage du lit, etc.) - privilégier l'injection sur un site localisé à proximité des travaux de dragage ou de restauration - choix de solutions permettant d'optimiser la lutte contre le changement climatique et l'adaptation à ses effets

RÉINJECTION DE SÉDIMENTS GROSSIERS EN RCC OU RHÔNE TOTAL COURANT

RJS

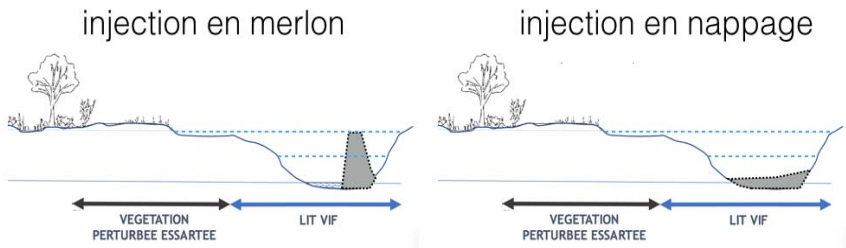
R1

F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art

Objectifs de l'opération	Atteinte du Bon potentiel / Bon état écologique: - Restaurer les équilibres hydro-sédimentaire, rehausser le fond alluvial, rehausser la ligne d'eau d'étiage, augmenter la connectivité - Restaurer les processus et les formes associés au transit de la charge solide - Restaurer les habitats benthiques (contre les effets de l'incision et du pavage) et activer les processus d'autoépuration dans le matelas alluvial
Techniques d'intervention	- Injection dans le lit vif sous forme de nappage de fond ou de merlon: - Création d'un piste pour la circulation des engins puis regalage en fond (nappage) ou éventuellement (merlon) sous la ligne d'étiage pour éviter les "désagréments" visuels. - Injection sur des sites en situation concave (sortie de méandre) pour faciliter la reprise des matériaux - possibilité d'injection en amont du barrage de retenue à étudier
Principales contraintes d'exécution	- Coût carbone (rotation camion) et accès au site - Qualité des sédiments (seuil QSM, physico-chimie, seuils LEMA, décret 2014), qualité de l'eau en aval du rejet (MES) - Devenir des sédiments : vitesse de propagation et secteurs de stockages préférentiels - Espèces floristiques ou faunistiques protégées, espèces exotiques envahissantes
Devenir des sédiments	- Remobilisation par les crues successives (transit)
Indicateurs de réalisation	Volumes réinjectés, linaires et/ou superficies concernées, granulométrie injectée
Indicateurs de résultat	Profil en long objectif, état granulométrique du lit, faciès d'écoulement, superficies de frayères restaurées ; densité des espèces cibles ; qualité physico-chimique de l'eau ; Hauteur de rehaussement du plancher alluvial ; Conditions de navigation (nb de jours de trafic conservé/impacté)
Points de vigilance complémentaire	

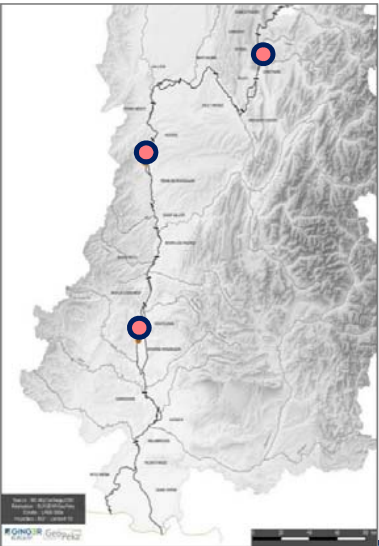
J/ Bonnes pratiques

- Injecter les sédiments dans les zones de concavité
- En fonction des objectifs et des quantités injectées les sédiments sont déposés en nappage de fond ou en merlon. Si merlon, araser la surface sous le niveau moyen ou d'étiage (surêté accès)
- injection peuvent être effectuer à l'aide de moyens nautiques (barges, cf. REX international)



K/ Exemples sur le Rhône

Réinjection sur le RCC de Chautagne en aval du barrage de Motz



G/ Dossiers réglementaires

☐ Plan de gestion (type L215-15, PGPOD)	☐ Dossier d'incidences NATURA 2000
☐ Fiche d'incidence de dragage	☐ Dossier de défrichement
☐ Dossier Loi sur l'Eau (3.1.2.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0)	☐ Dossier CNPN de dérogation de destruction d'espèce protégée
☐ Examen au cas par cas	☐ Demande de Déclaration d'Intérêt Général (DIG)
☐ Evaluation environnementale	☐ Dossier ICPE (2515, 2517)
☐ Dossier d'exécution Code de l'Energie	☐ Autre

Commentaires :

H/ Coûts

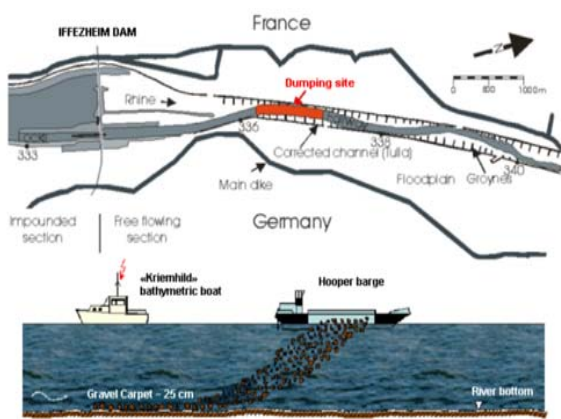
Critères de variabilité des prix	volume, distance, modalités de transport, accessibilité
Prix unitaire	Selon l'expérience en Chautagne le coût unitaire pour cette action serait de 8-10 €/m³. Selon l'observatoire des coûts de l'Agence de l'eau les apports de sédiments pour rehausser le fond du lit d'un cours d'eau incisé ou reconstituer un matelas alluvial favorable aux milieux aquatiques dans des cas simples avec gros volume sont de 10 €/m3 [2 ; 18]. Dans des cas complexes, ils sont de 50 €/m3 [30 ; 70]. La valeur retenue pour les travaux de réinjection après dragage, c'est-à-dire généralement depuis le lieu de stockage provisoire, et tenant compte d'une distance de transport significative (10 à 20 km), est pris à 30 €/m³ [10 ; 50].
Chiffres clés pour le Rhône	Quelques retours d'expérience : 122 000 € pour l'injection en Chautagne € pour 15 000 m³
Coûts indirects et coûts non monétaires	Création des accès (défrichement/terrassement) pour les injections. Coût carbone potentielle très important dans certaines configuration. Nuisances pour les riverains en cas de rotation de camion

I/ Bibliographie

- ARNAUD, Fanny. Approches géomorphologiques historique et expérimentale pour la restauration de la dynamique sédimentaire d'un tronçon fluvial aménagé: le cas du Vieux Rhin entre Kembs et Breisach (France, Allemagne). 2012. Thèse de doctorat. Université Lumière-Lyon II.

L/ Exemples internationaux (Mission 5)

- Sur le Rhin, injection terrestre (Kembs) ou à l'aide de barge (aval d'Iffezheim)
- Nombreuses injections terrestres prévus dans le cas de la Durance



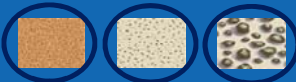
REACTIVATION DES MARGES ALLUVIALES

RMA

R2

Type d'action : Restauration
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

Sédiments concernés :



A/ Echelles spatiales et temporelles

Echelle d'Intervention		Echelle des effets	
Echelle spatiale	Site	Site	
	Tronçon homogène (TH)	Tronçon homogène (TH)	
	Unité hydrographique cohérente (UHC)	Unité hydrographique cohérente (UHC)	
	Multi-UHC	Multi-UHC	
	Bassin versant	Bassin versant	

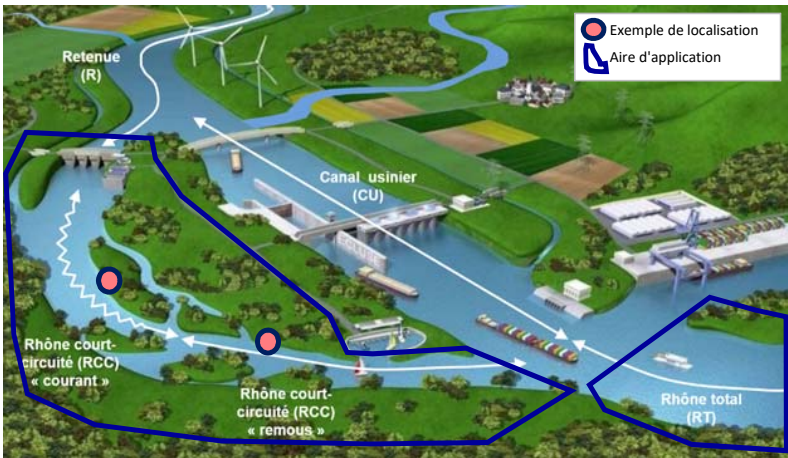
Echelle temporelle	Fréquence d'intervention		Durabilité de l'action	
		Fréquent (1-2 ans)		Court terme (1-2 ans)
		Moyennement fréquent (3-5 ans)		Moyen terme (3-5 ans)
		Peu fréquent (5-10 ans)		Long terme (> 5 ans)
		Rare (> 10 ans) ou unique		Très long terme (>> 10 ans)

B/ Etat de l'art

Etat de l'art sur le Rhône	
	Action courante
	Action en consolidation
	Proposition scientifique

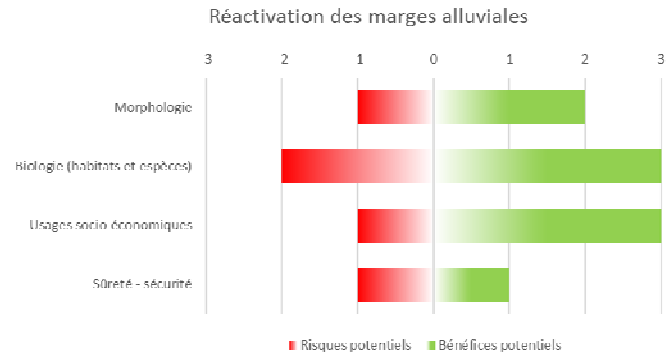
C/ Objectifs et localisations

Type d'enjeu	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, difffluence	Gravières
Ecologie		Ouvrage à vocation écologique (E)		Prise d'eau (CNPE, AEP, irrigation, etc.)	Zones humides
		Bon état/potentiel écologique (BPE)		Base de loisirs, bassin de joute, etc.	Seuil
		Biodiversité (B)		Monitoring (échelle limni, station alerte, etc.)	Autre



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 (faciès, granulométrie,...)

REACTIVATION DES MARGES ALLUVIALES

RMA

R2

F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art

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
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 réchauffement

G/ Dossiers réglementaires

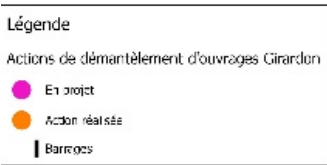
Plan de gestion (type L215-15, PGPOD)	Dossier d'incidences NATURA 2000
Fiche d'incidence de dragage	Dossier de défrichement
Dossier Loi sur l'Eau (3.1.1.0, 3.1.2.0, 3.1.4.0, 3.1.5.0, 3.2.6.0, 3.3.5.0)	Dossier CNPN de dérogation de destruction d'espèce protégée
Examen au cas par cas	Demande de Déclaration d'Intérêt Général (DIG)
Evaluation environnementale	Dossier ICPE (2515, 2517)
Dossier d'exécution Code de l'Energie	Autre

Commentaires :

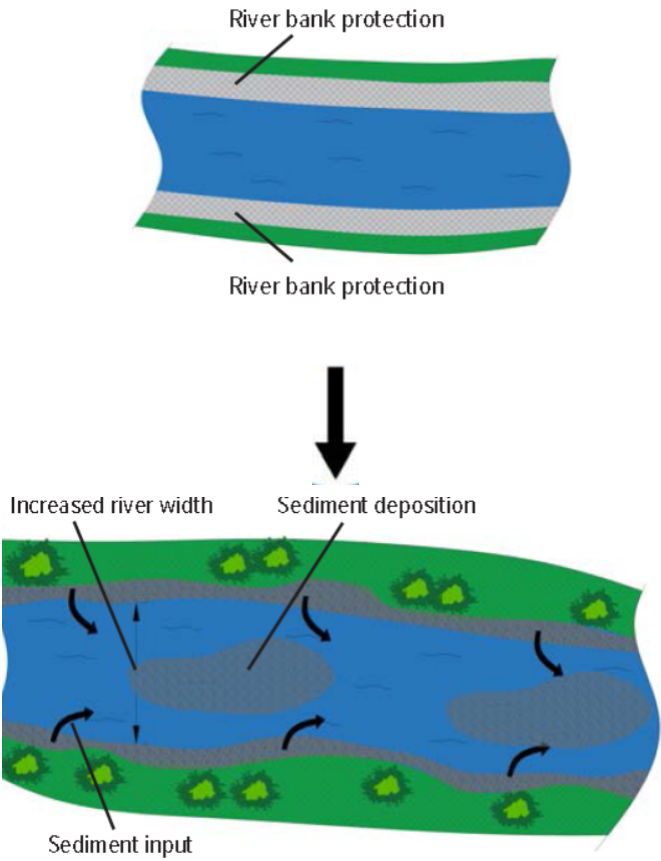
Les opérations de restauration des marges alluviales sont inscrites dans les plan quinquennaux (Plan 5 Rhône).
Les travaux projetés s'apparentent généralement à une modification de l'aménagement concédé; dans ce cas, un dossier d'exécution pour la modification des ouvrages concédés doit donc être constitué au titre de l'article R.521-40 du Code de l'Energie

H/ Coûts

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
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 Gravieres, 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 l'ônes est intégrée aux actions de réactivation des marges par démantèlement des anciens ouvrages Girardon.



J/ Bonnes pratiques



K/ Exemples sur le Rhône

Plusieurs exemples : casiers de Serrières, Ile des Gravieres (PDR), Pont-st-Esprit (DZM), casier Dions, Malauvert (DZM), Cornas (BLV), etc.



Restauration des marges alluviales dans les casiers de Cornas (UHC#15-BLV)

L/ Exemples internationaux (Mission 5)

- 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



La Meuse dans le secteur de Meers avant/après travaux (Kurstjens & Van Looy, 2020)



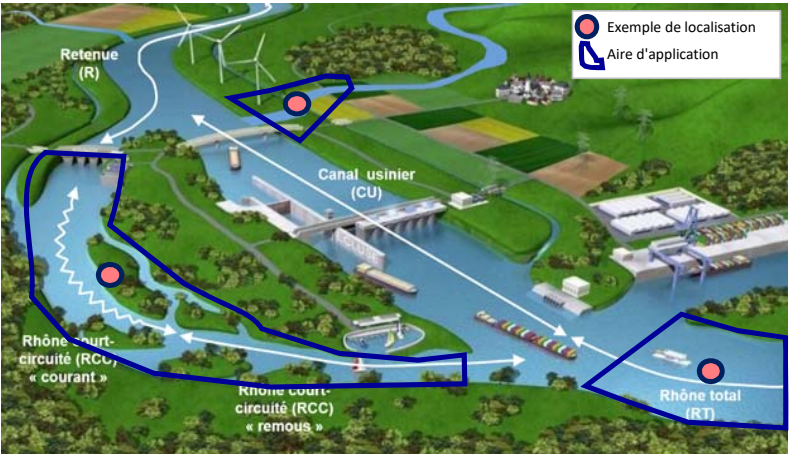
L'Isar en aval du pont de Brudermühl avant/après travaux

I/ Bibliographie

Schéma directeur de réactivation des marges alluviales (Gaydou, 2013)
IS Rivers 2021 (Ch. MOIROUD) : <https://www.youtube.com/watch?v=uGJ9nOPExiE>
Réhabilitation l'ônes DZM (Gangloff, CCDSP) : <https://fr.calameo.com/books/0036636393992044b03dd>

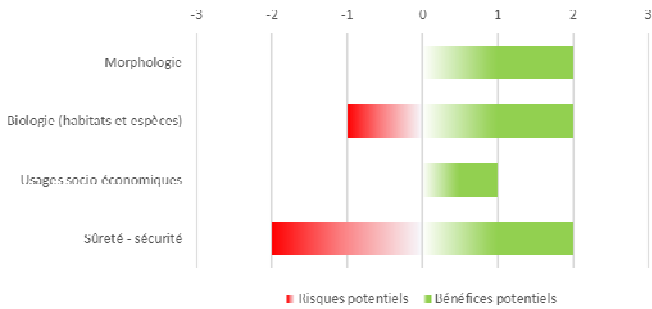
RESTAURATION MORPHOLOGIQUE DE LA BANDE ACTIVE				RBA		R3
Type d'action	Restauration					
Enjeux principaux	Biodiversité ; Sûreté-sécurité				Sédiments concernés :   	
Moyens mis en œuvre	Restaurer les habitats de la bande active ; Reconnecter le lit mineur et les berges ; Rehausser et favoriser les échanges avec la nappe alluviale					

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	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		
			Etat de l'art sur le Rhône	
			Action courante	
			Action en consolidation	
			Proposition scientifique	

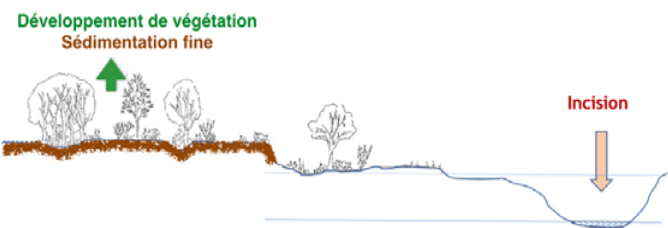
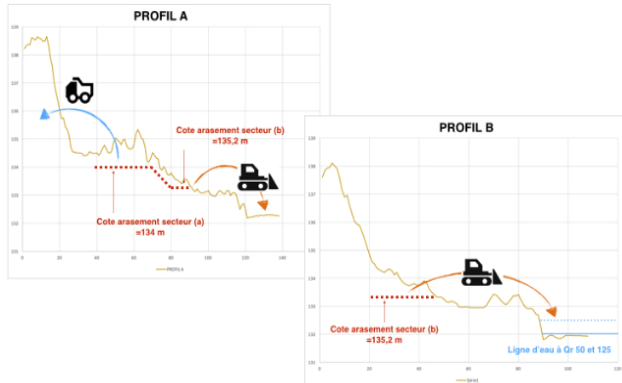
C/ Objectifs et localisations				
Type d'enjeux	Objectifs d'intervention		Tronçon homogène	Localisation action de gestion
Enjeux socio-économiques		Navigation (N)	Retenue (R)	Bande active de Vieux Rhône
		Hydroélectricité (H)	Canal usinier (CU)	Chenal navigable
		Prélèvements eau (P)	Vieux Rhône (RCC)	Barrage de retenue (ou de dérivation)
		Loisirs (L)	Rhône total (RT)	Barrage-usine(-écluse), garage d'écluse
Enjeux sûreté-sécurité		Sûreté ouvrages classés (S)	Affluent (A)	Port, darse, quai, etc.
		Sécurité inondation (I)		Halte fluviale, embouquement, rampe, etc.
		Sûreté CNPE (U)		Confluence affluent, diffluence
		Sûreté AEP (A)		Captage AEP
Ecologie		Ouvrage à vocation écologique (E)		Prise d'eau (CNPE, irrigation, etc.)
		Bon état/potentiel écologique (BPE)		Base de loisirs, bassin de joute, etc.
		Biodiversité (B)		Monitoring (échelle limni, station alerte, etc.)
			Code BPE : P1	Ouvrages annexes (contre-canal, siphon, etc.)
			Code PDM : MIA0203-0204	Autres, (passe à poissons, etc.)
				

D/ Effets potentiels avant séquence ERC		
Indicateurs	Effets négatifs	Effets positifs
Morphologie (bilan sédimentaire et processus)		- amélioration de transfert de charge grossière - favoriser les processus morphologiques (dépôts ; érosions) au sein de la bande active - disparition du pavage - renouvellement des substrats du chenal (sur site = réinjection et en aval = remobilisation)
Biologie (habitats et espèces)	- destruction potentielle d'habitats et d'espèces suivant le secteurs; - propagation potentielle d'espèces exotiques envahissantes	- rajeunissement et diversification des habitats terrestres, semi-aquatiques et aquatiques - gestion des espèces exotiques envahissantes présentes sur les secteurs qui seront remobilisés
Usages socio-économiques		- restauration partielle des paysages fluviaux (usages récréatifs)
Sûreté - sécurité	- risque d'aggravation des conditions d'écoulement et des risques d'inondation	- amélioration des conditions d'écoulement, élargissement des sections hydrauliques

Restauration morphologique de la bande active

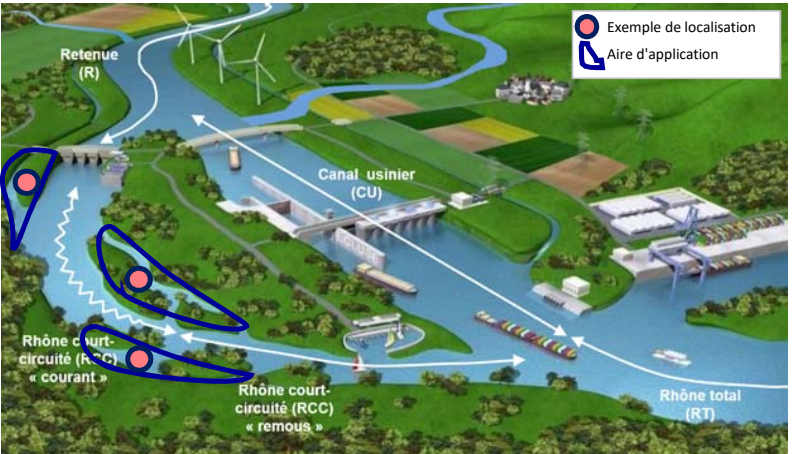
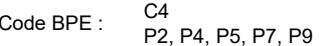
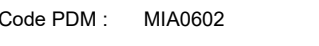
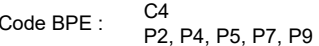
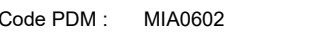


E/ Séquence ERC				
Mesures d'évitement (E)	Mesures de réduction (R)	Mesures de compensation (C)	Mesures d'accompagnement	Recommandations complémentaires
- balisage si espèces patrimoniales - déplacement espèces au besoin (nécessité dossier CNPN si espèces protégées)	- adaptation des périodes de travaux à la sensibilité de 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 de la recolonisation des habitats alluviaux et des espèces - suivi de la remobilisation des sédiments et des changements morphologiques - suivi des EEE	- nécessité d'une dynamique alluviale suffisante pour remobiliser les sédiments - étude de faisabilité et d'incidence en préalable - à réaliser essentiellement sur atterrissement des trains de casier en convexité - peut être accompagner d'action de type R9 - injection sur un site localisé à proximité des travaux de dragage ou de restauration

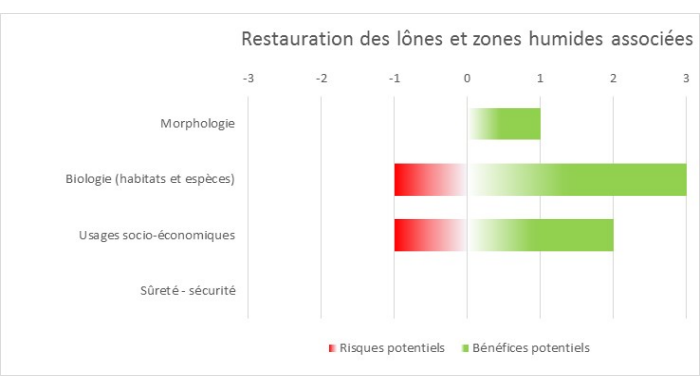
RESTAURATION MORPHOLOGIQUE DE LA BANDE ACTIVE				RBA	R3
F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art				J/ Bonnes pratiques	
Objectifs de l'opération	Objectif écologie : remobiliser des stocks sédimentaires, réduire les risques de débordement, diversifier les formes alluviales dans la bande active (sinuosités, faciès, bancs, etc.), restaurer la connectivité des formes fluviales (bancs, terrasses)			- décaissement des parties hautes, souvent en cours de végétalisation, et déplacement localisé des sédiments pour une injection dans les secteurs où ils sont susceptibles d'être ensuite remobilisés naturellement - traitement approprié des espèces exotiques/envahissantes  	
Techniques d'intervention	Terrassement, transfert mécanique des matériaux. En cas de réinjection (lien avec la fiche R3)				
Principales contraintes d'exécution	- Espèces floristiques ou faunistiques protégées, espèces exotiques envahissantes - en cas d'intervention sur les retenues ou les RT, intervention hors chenal de navigation et prise en compte des effets sur celui-ci				
Devenir des sédiments	- utilisés pour la création des nouveaux modelés et/ou laissé sur place après terrassement - éventuellement en fonction des volumes exportés pour opération de type R3 ou export hors système fluvial				
Indicateurs de réalisation	Volumes terrassés, superficies retravaillées ; Diversité des formes alluviales, profil en long objectif, faciès d'écoulement ; Suivi piézométrique ; Surfaces remodelées et zones d'échanges recréées				
Indicateurs de résultat	Diversité des formes alluviales (dont état granulométrique et colmatage), faciès d'écoulement, profil en long objectif ; Diversité et densité des espèces cibles ; Hauteur de rehaussement du plancher alluvial ; Profil en travers sédimentaire ; Niveau piézométrique, qualité des eaux de la nappe				
Points de vigilance complémentaire					
G/ Dossiers réglementaires				K/ Exemples sur le Rhône	
Plan de gestion (type L215-15, PGPOD) Fiche d'incidence de dragage Dossier Loi sur l'Eau (3.1.2.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0) 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	- Non appliqué sur le Rhône. Peut être envisagé à l'échelle d'un RCC pour redynamiser les dynamiques fluviales. - Actions à penser en lien avec la restauration de marge (R2) et des opérations de réinjection (R3) + action complémentaire (R9) - Action proposé sur le RCC de PDR dans le cadre de la stratégie de réactivation de la dynamique fluviale au droit de la réserve naturelle de l'île de la Platière  			
H/ Coûts				L/ Exemples internationaux (Mission 5)	
Critères de variabilité des prix	- fonction de l'ampleur des travaux et des conditions d'accès au site. Variable en fonction des actions complémentaires (R2 - R9 par exemple) déployées en parallèle			 	
Prix unitaire	Il s'agit d'une action nouvelle : essentiellement travaux de terrassement, de défrichement et de végétalisation. Selon l'observatoire des coûts de l'Agence de l'Eau, coûts unitaires de suppression de contraintes latérales (arasement de digues, merlons ou remblais pour restaurer des espaces de mobilité) coûte 20€/m3 [10 ;30]. Pour le chiffrage des actions linéaires, un coût moyen au mètre linéaire de 1 200 à 1 500 €/m est retenu. Pour la restauration des confluences, le coût est forfaitaire, avec des ordres de grandeur de 500 000 à 3 000 000 € selon l'importance des confluences.				
Chiffres clés pour le Rhône	- pas de chiffre clé pour le Rhône				
Coûts indirects et coûts non monétaires	Création des accès (défrichement/terrassement) pour les travaux			- il est possible de mentionner des actions visant une restauration"passive" de la bande active : c'est le cas des action de type de R2 ou R9 mais aussi des "encoches d'érosions" testés sur le Rhin	
I/ Bibliographie					

RESTAURATION DES LÔNES ET DES ZONES HUMIDES ASSOCIÉES			RLO		R4
Type d'action	Restauration				
Enjeux principaux	Biodiversité				
Moyens mis en œuvre	Restaurer les habitats annexes et leur connexion ; Restaurer les continuités latérales et les corridors écologiques				
					Sédiments concernés :   

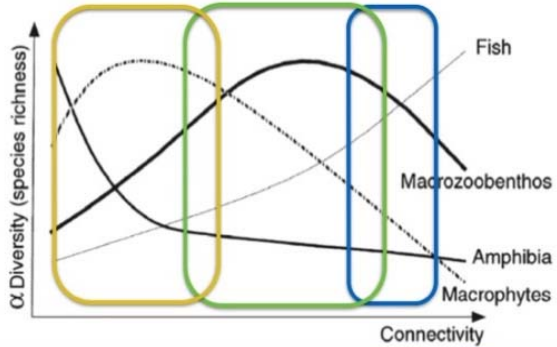
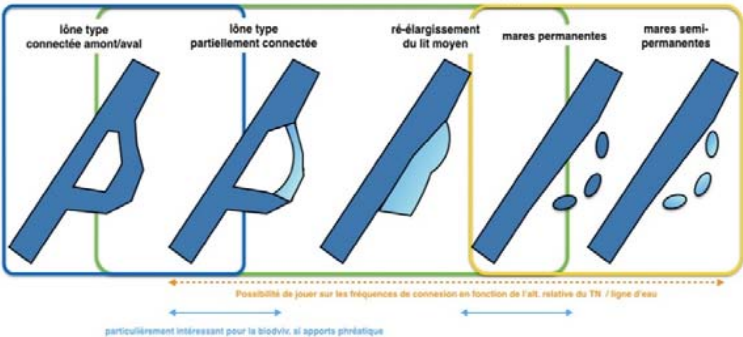
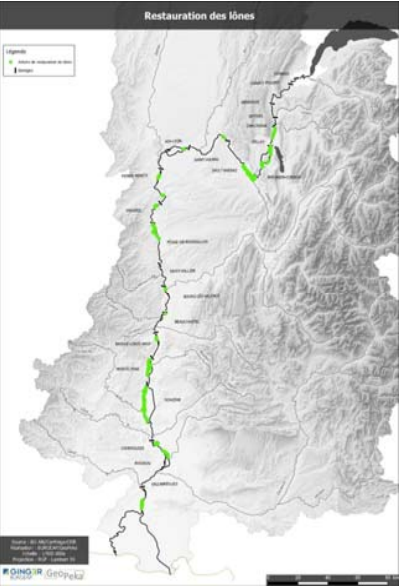
A/ Echelles spatiales et temporelles					
Echelle d'intervention			Echelle des effets		
Echelle spatiale		Site		Site	Echelle temporelle
		Tronçon homogène (TH)		Tronçon homogène (TH)	
		Unité hydrographique cohérente (UHC)		Unité hydrographique cohérente (UHC)	
		Multi-UHC		Multi-UHC	
		Bassin versant		Bassin versant	
Fréquence d'intervention			Durabilité de l'action		
Echelle temporelle		Fréquent (1-2 ans)		Court terme (1-2 ans)	
		Moyennement fréquent (3-5 ans)		Moyen terme (3-5 ans)	
		Peu fréquent (5-10 ans)		Long terme (> 5 ans)	
		Rare (> 10 ans) ou unique		Très long terme (>> 10 ans)	
					
B/ Etat de l'art					
Etat de l'art sur le Rhône					
	Action courante				
	Action en consolidation				
	Proposition scientifique				

C/ Objectifs et localisations					
Type d'enjeu	Objectifs d'intervention		Tronçon homogène	Localisation action de gestion	Localisation action de restauration
Enjeux socio-économiques	 Navigation (N)	 Retenue (R)  Canal usinier (CU)  Vieux Rhône (RCC)  Rhône total (RT)  Affluent (A)	 Bande active de Vieux Rhône  Chenal navigable  Barrage de retenue (ou de dérivation)  Barrage-usine(-écluse), garage d'écluse  Port, darse, quai, etc.  Halte fluviale, embouquement, rampe, etc.  Confluence affluent, diffluence  Captage AEP  Prise d'eau (CNPE, irrigation, etc.)  Base de loisirs, bassin de joute, etc.  Monitoring (échelle limni, station alerte, etc.)  Ouvrages annexes (contre-canal, siphon, etc.)  Autres, (passe à poissons, etc.)	 Lit courant  Plan d'eau de retenue  Bancs  Berges et marges alluviales  Confluence  Systèmes d'endiguement classés  Lônes  Gravières  Zones humides  Seuil  Autre	
	 Hydroélectricité (H)				
	 Prélèvements eau (P)				
	 Loisirs (L)				
Enjeux sûreté-sécurité	 Sûreté ouvrages classés (S)				
	 Sécurité inondation (I)				
	 Sûreté CNPE (U)				
	 Sûreté AEP (A)				
Ecologie	 Ouvrage à vocation écologique (E)				
	 Bon état/potentiel écologique (BPE)				
	 Biodiversité (B)				

D/ Effets potentiels avant séquence ERC		
Indicateurs	Effets négatifs	Effets positifs
Morphologie (bilan sédimentaire et processus)		- remobilise des sédiments fins, sableux piégés dans les lônes. Toutefois, les conditions de remobilisation ne sont pas appliquées à toutes les restaurations de lônes (connexion amont et aval, pente suffisante, auto-curage) - pas d'effet sur la granulométrie du RCC
Biologie (habitats et espèces)	- risque de remobilisation de pollutions historiques piégées - risque de destruction ou de dérangement d'espèces patrimoniales/protégées - risque de colonisation par les EEE	- diversification des habitats aquatiques et semi-aquatiques dans la plaine alluviale, - augmentation de la biodiversité floristique et faunistique - amélioration de la qualité de l'eau en favorisant les échanges nappe-cours d'eau
Usages socio-économiques	- peut augmenter la vulnérabilité d'un captage (pollutions) - espaces naturels ayant parfois un déficit d'appréciation (eaux stagnantes, mortes)	- usages récréatifs (canoë, pêche, etc.) - favorise l'alimentation de la nappe et des captages - évolution favorable de la valeur paysagère et des activités touristiques associées
Sûreté - sécurité		- peut localement avoir des effets sur les lignes d'eau (objectifs avancés pour les premières opérations)



E/ Séquence ERC				
Mesures d'évitement (E)	Mesures de réduction (R)	Mesures de compensation (C)	Mesures d'accompagnement	Recommandations complémentaires
- éviter les secteurs d'habitats ou d'espèces d'intérêt - éviter les stations d'espèces protégées	- balisage si espèces patrimoniales - déplacement espèces au besoin (nécessité dossier CNPN si espèces protégées)	- dossier CNPN si destruction d'espèces végétales protégées + transfert d'espèces - dossier CNPN si destruction d'espèces animales protégées ou de leur biotope	- suivi de la recolonisation des habitats alluviaux et des espèces	- permettre l'auto-entretien des lônes - prévoir des restaurations durables dans le temps (>20 ans) - s'assurer de l'adéquation entre les conditions nouvellement créées et les besoins écologiques des espèces en place (ou attendues) - si diversification des actions de restauration , augmentation diversification des milieux à l'échelle du paysage - souvent conçu avec une(des) action(s) de type R2 pour les connexions amont et aval et les tenons intermédiaires

RESTAURATION DES LÔNES ET DES ZONES HUMIDES ASSOCIÉES		RLO	R4																								
F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art		J/ Bonnes pratiques																									
Objectifs opérationnelle	Objectif écologie : Restauration des annexes fluviales, améliorer la mosaïque d'habitats fluviaux au sein de l'Espace de Bon Fonctionnement, décolmater et reconnecter les lônes (connexion amont, aval) Objectif sureté AEP : Améliorer les échanges nappe/rivières	- Prévoir un design qui correspond à un état de référence à déterminer - A l'échelle de l'UHC une diversité de type de lône (connexion amont/aval, amont et aval, marre) afin de créer un mosaïque d'habitat favorable pour différents groupes d'espèce - Prévoir un design en fonction de la pente des lignes d'eau en crue et des fréquences de connexion (cf. travaux de J.Riquier) - Enlèvement des enrochements des anciens aménagement dit Girardon																									
Techniques d'intervention	Terrassement ou dragage, transfert mécanique des matériaux, génie écologique. En cas de réinjection cf. aussi fiche R3	 																									
Principales contraintes d'exécution	- pollution des sédiments - présence d'espèces exotiques envahissantes - en cas d'intervention sur les retenues ou les RT, intervention hors chenal de navigation et prise en compte des effets sur celui-ci																										
Devenir des sédiments	- utilisés pour la création des nouveau modelé et/ou laissé sur place après terrassement - éventuellement en fonction des volumes export pour opération de type R3 ou export hors système fluvial																										
Indicateurs de réalisation	Linéaires de lônes restaurées																										
Indicateurs de résultat	Profil en long objectif, état granulométrique du lit, zones de frayères ; Densités, richesse spécifique, proportion d'espèce cibles (BRO, TAN, ROT, ...) ; Proportion d'espèce lithophiles/psammophiles ; Richesse spécifique ; Proportion et diversité des habitats sur les superficies restaurées																										
Points de vigilance complémentaire																											
G/ Dossiers réglementaires		K/ Exemples sur le Rhône																									
<table><tr><td>☐</td><td>Plan de gestion (type L215-15, PGPOD)</td><td>☐</td><td>Dossier d'incidences NATURA 2000</td></tr><tr><td>☐</td><td>Fiche d'incidence de dragage</td><td>☐</td><td>Dossier de défrichement</td></tr><tr><td>☐</td><td>Dossier Loi sur l'Eau (3.1.2.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0)</td><td>☐</td><td>Dossier CNPN de dérogation de destruction d'espèce protégée</td></tr><tr><td>☐</td><td>Examen au cas par cas</td><td>☐</td><td>Demande de Déclaration d'Intérêt Général (DIG)</td></tr><tr><td>☐</td><td>Evaluation environnementale</td><td>☐</td><td>Dossier ICPE (2515, 2517)</td></tr><tr><td>☐</td><td>Dossier d'exécution Code de l'Energie</td><td>☐</td><td>Autre</td></tr></table>		☐	Plan de gestion (type L215-15, PGPOD)	☐	Dossier d'incidences NATURA 2000	☐	Fiche d'incidence de dragage	☐	Dossier de défrichement	☐	Dossier Loi sur l'Eau (3.1.2.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0)	☐	Dossier CNPN de dérogation de destruction d'espèce protégée	☐	Examen au cas par cas	☐	Demande de Déclaration d'Intérêt Général (DIG)	☐	Evaluation environnementale	☐	Dossier ICPE (2515, 2517)	☐	Dossier d'exécution Code de l'Energie	☐	Autre	-Nombreaux projets réalisés : CHA, BEL, BRC, PBN, PDR, BLN, MON, DZM, etc. <i>exemple de la restauration de la lône Moiroud sur le Haut Rhône</i>  <i>- exemple de mise en place de génie végétale associé à la restauration de lône</i>  	
☐	Plan de gestion (type L215-15, PGPOD)	☐	Dossier d'incidences NATURA 2000																								
☐	Fiche d'incidence de dragage	☐	Dossier de défrichement																								
☐	Dossier Loi sur l'Eau (3.1.2.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0)	☐	Dossier CNPN de dérogation de destruction d'espèce protégée																								
☐	Examen au cas par cas	☐	Demande de Déclaration d'Intérêt Général (DIG)																								
☐	Evaluation environnementale	☐	Dossier ICPE (2515, 2517)																								
☐	Dossier d'exécution Code de l'Energie	☐	Autre																								
H/ Coûts		L/ Exemples internationaux (Mission 5)																									
Critères de variabilité des prix	- Fonction de la longueur de lône restaurée (et des volumes de sédiments gérés) et de la complexité d'exécution (présence d'aménagement "Girardon" ?)	Plusieurs exemples sur le Rhin : au niveau de Marcholsheim ou du Petit Rhin (Fessemheim) ; mais également sur le Danube, la Columbia River 																									
Prix unitaire	- le coût moyen de restauration d'une lône est de 370 000 € par opération de restauration (2 000 €-1 785 000 €/opération) Les coûts unitaires peuvent rester dans des ordres de grandeurs de 400 000 € environ comme par le passé, mais peuvent également prendre des proportions plus importantes, notamment lorsque l'action inclut du démantèlement d'anciens ouvrages Girardon et qu'elle se rapproche de l'objectif de l'action-clé R3.	- exemple de la restauration d'annexe dans l'estuaire de la Columbia River																									
Chiffres clés pour le Rhône	Pour les actions réalisées dont le coût à pu être estimé ~ 24,7 M€ investit sur le Rhône.																										
Coûts indirects et coûts non monétaires																											
I/ Bibliographie																											
- RIQUEIR, Jérémie. Réponses hydrosédimentaires de chenaux latéraux restaurés du Rhône français. 2015. Thèse de doctorat. Université Lumière Lyon 2.																											

RESTAURATION DE LA CONTINUITÉ SÉDIMENTAIRE DES OUVRAGES TRANSVERSAUX			RCS		R5
Type d'action	Restauration				
Enjeux principaux	Biodiversité				
Moyens mis en œuvre	Restaurer les continuités latérales et longitudinales				
			Sédiments concernés :		

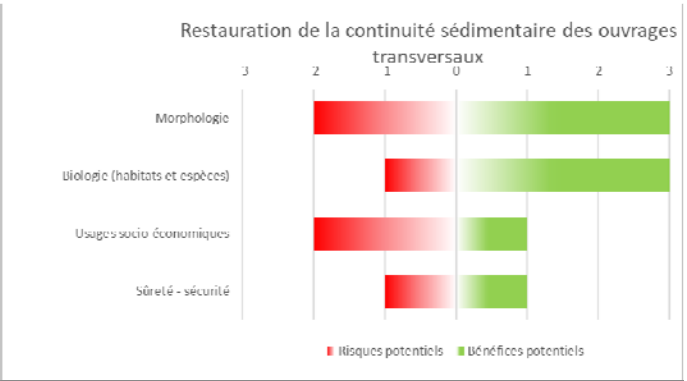
A/ Echelles spatiales et temporelles			B/ Etat de l'art		
Echelle d'intervention		Echelle des effets	Fréquence d'intervention		Durabilité de l'action
Echelle spatiale	Site	Site	Echelle temporelle	Fréquent (1-2 ans)	Court terme (1-2 ans)
	Tronçon homogène (TH)	Tronçon homogène (TH)		Moyennement fréquent (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			
			Etat de l'art sur le Rhône		
			Action courante		
			Action en consolidation		
			Proposition scientifique		

C/ Objectifs et localisations					
Type d'enjeux		Objectifs d'intervention		Tronçon homogène	
Enjeux socio-économiques		Navigation (N)		Retenue (R)	Localisation action de gestion ☐ Bande active de Vieux Rhône ☐ Chenal navigable ☐ Barrage de retenue (ou de dérivation) ☐ Barrage-usine(-écluse), garage d'écluse ☐ Port, darse, quai, etc. ☐ Halte fluviale, embouquement, rampe, etc. ☐ Confluence affluent, diffluence ☐ Captage AEP ☐ Prise d'eau (CNPE, irrigation, etc.) ☐ Base de loisirs, bassin de joute, etc. ☐ Monitoring (échelle limni, station alerte, etc.) ☐ Ouvrages annexes (contre-canal, siphon, etc.) ☐ Autres, (passe à poissons, etc.) Localisation action de restauration ☐ Lit courant ☐ Plan d'eau de retenue ☐ Bancs ☐ Berges et marges alluviales ☐ Confluence ☐ Systèmes d'endiguement classés ☐ Lônes ☐ Gravières ☐ Zones humides ☐ Seuil ☐ Autre
		Hydroélectricité (H)		Canal usinier (CU)	
		Prélèvements eau (P)		Vieux Rhône (RCC)	
		Loisirs (L)		Rhône total (RT)	
Enjeux sûreté-sécurité		Sûreté ouvrages classés (S)		Affluent (A)	
		Sécurité inondation (I)			
		Sûreté CNPE (U)			
		Sûreté AEP (A)			
Ecologie		Ouvrage à vocation écologique (E)			
		Bon état/potentiel écologique (BPE)			
		Biodiversité (B)			

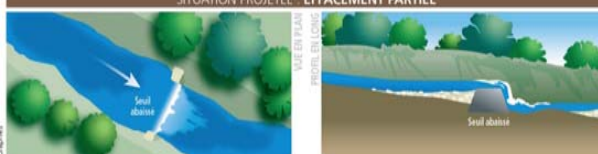
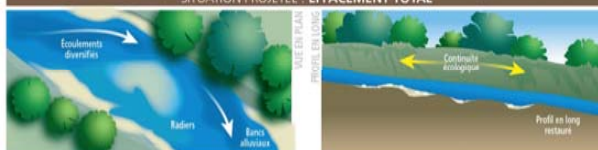
Exemple de localisation

Aire d'application

D/ Effets potentiels avant séquence ERC		
Indicateurs	Effets négatifs	Effets positifs
Morphologie (bilan sédimentaire et processus)	- risque de déstockage sédimentaire et de déséquilibre du profil en long dans les RCC si absence de renouvellement des sédiments (par apport amont et/ou recharge latérale) - en cas de stock limité ou de déficience des apports amont, risque de mise en place ou d'amplification du pavage (progression d'un front de pavage par érosion progressive)	- libération d'un stock de sédiment favorable pour le linéaire aval - restauration du transit des matériaux provenant de l'amont - redistribution de la granulométrie
Biologie (habitats et espèces)	- risque de gains limités en cas d'impact négatif sur la granulométrie - réduction des échanges nappe-rivière (recharge liée à la présence d'une retenue) - risque de propagation (vers l'aval mais aussi vers l'amont) d'EEE	- continuité biologique rétablie - diversification des habitats aquatiques en amont et aval de l'ouvrage (augmentation des faciès lotiques) - diversification des habitats amphibies en aval du barrage - réduction de l'impact négatif lié à la présence de la retenue (réchauffement de la lame d'eau, sédimentation, stockage de polluants) - amélioration de l'autoépuration
Usages socio-économiques	- risque de perte de l'effet plan d'eau et des usages associés - risque de transfert de matériaux vers un nouveau site de blocage (queue de retenue) - pertes potentielles d'exploitation en cas d'installation de MCH	- usages récréatifs (canoë, pêche, etc.) dans un milieu plus diversifié
Sûreté - sécurité	- risque de déstabilisation d'ouvrages et bâtiments en amont	- abaissement des lignes d'eau en crue



E/ Séquence ERC				
Mesures d'évitement (E)	Mesures de réduction (R)	Mesures de compensation (C)	Mesures d'accompagnement	Recommandations complémentaires
- éviter les secteurs d'habitats ou d'espèces d'intérêt - éviter les stations d'espèces protégées	- vérification de l'équilibre du profil en long en amont après démantèlement de l'ouvrage. Adaptation de la hauteur d'arasement en fonction des enjeux écologiques, nappe et morphologiques - balisage si espèces patrimoniales - déplacement espèces au besoin (nécessité dossier CNPN si espèces protégées)	- dossier CNPN si destruction d'espèces végétales protégées + transfert d'espèces - dossier CNPN si destruction d'espèces animales protégées ou de leur biotope - replantation d'une ripisylve sur les nouvelles berges	- mise en place d'un dispositif de franchissement piscicole si démantèlement partiel - suivi des ajustements morphologiques - suivi des populations piscicoles - suivi de la recolonisation des habitats alluviaux et des espèces	- tenir compte de l'effet sur la modification des paysages et les perceptions locales - l'équilibre du profil en long peut être atténué

RESTAURATION DE LA CONTINUITÉ SÉDIMENTAIRE DES OUVRAGES TRANSVERSAUX			RCS	R5
F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art			J/ Bonnes pratiques	
Objectifs de l'opération	Objectif écologie : Laisser passer les flux sédimentaires (amont->aval) et/ou piscicole (aval->amont->aval)			
Techniques d'intervention	Suppression de l'ouvrage ou arasement partiel / création de brèche dans l'ouvrage. Eventuellement transfert mécanique des matériaux			
Principales contraintes d'exécution	- effet sur la stabilisation du profil en long - risques de déstabilisation des ouvrages localisés à proximité - projet d'installation (cf. plan prolongation concession) de MCH sur certains ouvrages = Molottes, Caluire , Peyraud, Livron-Drôme, Beaucaire)			
Devenir des sédiments	- remobilisation vers l'aval des sédiments "libérés"			
Indicateurs de réalisation	Nombre d'ouvrages rendus transparents, évolution Dmax remobilisable. Etat granulométrique du lit			
Indicateurs de résultat	Proportion d'espèces lithophiles/psammophiles amont vs aval de l'ouvrage			
Points de vigilance complémentaire				
			  - exemple de suppression d'ouvrage sur la Corrèze à Tulle	
G/ Dossiers réglementaires			K/ Exemples sur le Rhône	
☐	Plan de gestion (type L215-15, PGPOD)	☐	Dossier d'incidences NATURA 2000	
☐	Fiche d'incidence de dragage	☐	Dossier de défrichement	
☐	Dossier Loi sur l'Eau (3.1.2.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0)	☐	Dossier CNPN de dérogation de destruction d'espèce protégée	
☐	Examen au cas par cas	☐	Demande de Déclaration d'Intérêt Général (DIG)	
☐	Evaluation environnementale	☐	Dossier ICPE (2515, 2517)	
☐	Dossier d'exécution Code de l'Energie	☐	Autre	
Commentaires :				
H/ Coûts				
Critères de variabilité des prix	- arasement partiel ou complet - installation d'un dispositif de franchissement - la largeur du l'hydrosystème, les coûts étant souvent définis pour les cours d'eau de taille plus modeste - la largeur et la hauteur de l'ouvrage ainsi que du matériau principal			
Prix unitaire	- Environ 100 000 €/ m de chute pour des arasements partiels (ou 100€/m3), Le coût / m de chute est inférieur en cas de suppression complète de l'ouvrage Ces informations sont basées sur les coûts de l'obervatoire de l'Agence de l'Eau pour les coûts suivants: - suppression de contraintes latérales: 20€/m3 [10 ;30] - effacement de l'ouvrage en travers : 5 000 et 150 000 €/mètre de chute ou 50 000€ en moyenne - abaissement de l'ouvrage en travers: 70 000 €/mètre d'arasement [10 000 ; 120 000].			
Chiffres clés pour le Rhône	Selon les sources citées précédemment et en application d'ouvrage sur le Rhône dont la taille est significative 80 à 200 m de largeur), on retiendra pour cette action des coûts d'environ 500 000 € à 1 000 000 € par ouvrage, ou environ 200 000 à 400 000 €/m de chute.			
Coûts indirects et coûts non monétaires				
I/ Bibliographie				
- Demain 2 Berges, 2017, <i>Guide d'accompagnement des porteurs de projet dans les opérations d'effacement ou d'arasement de seuil en rivière</i> .				

RÉINJECTION DE BOIS MORT

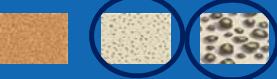
RBM

R6

Type d'action
Enjeux principaux
Moyens mis en œuvre

Restauration
Biodiversité
Restaurer les habitats du lit d'étiage

Sédiments concernés :



A/ Echelles spatiales et temporelles

Echelle d'Intervention		Echelle des effets	
Echelle spatiale	Site	Site	
	Tronçon homogène (TH)	Tronçon homogène (TH)	
	Unité hydrographique cohérente (UHC)	Unité hydrographique cohérente (UHC)	
	Multi-UHC	Multi-UHC	
	Bassin versant	Bassin versant	

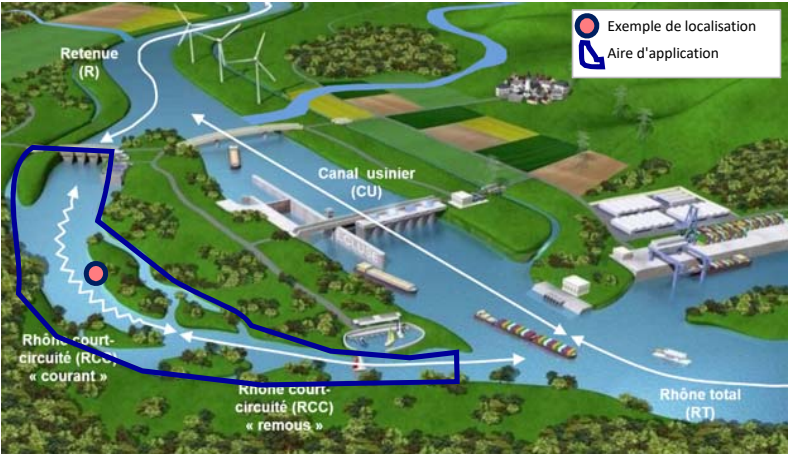
Echelle temporelle	Fréquence d'intervention		Durabilité de l'action	
	Fréquent (1-2 ans)		Court terme (1-2 ans)	
	Moyennement fréquent (3-5 ans)		Moyen terme (3-5 ans)	
	Peu fréquent (5-10 ans)		Long terme (> 5 ans)	
	Rare (> 10 ans) ou unique		Très long terme (>> 10 ans)	

B/ Etat de l'art

Etat de l'art sur le Rhône	
	Action courante
	Action en consolidation
	Proposition scientifique

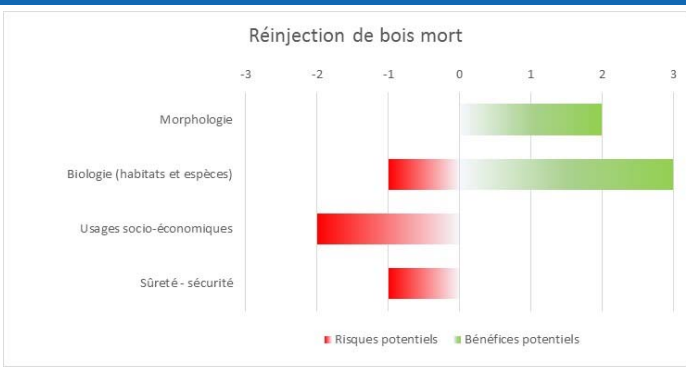
C/ Objectifs et localisations

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)	Barrage de retenue (ou de dérivation)	Bancs
Enjeux sûreté-sécurité		Loisirs (L)	Rhône total (RT)	Barrage-usine(écluse), garage d'écluse	Berges et marges alluviales
		Sûreté ouvrages classés (S)	Affluent (A)	Port, darse, quai, etc.	Confluence
		Sécurité inondation (I)		Halte fluviale, embouquement, rampe, etc.	Systèmes d'endiguement classés
		Sûreté CNPE (U)		Confluence affluent, difffluence	Lônes
Ecologie		Sûreté AEP (A)		Captage AEP	Gravières
		Ouvrage à vocation écologique (E)		Prise d'eau (CNPE, irrigation, etc.)	Zones humides
		Bon état/potentiel écologique (BPE)		Base de loisirs, bassin de joute, etc.	Seuil
		Biodiversité (B)		Monitoring (échelle limni, station alerte, etc.)	Autre



D/ Effets potentiels avant séquence ERC

Indicateurs	Effets négatifs	Effets positifs
Morphologie (bilan sédimentaire et processus)		- Restauration des processus et des formes (érosions/dépôts localisés) - Diversification des formes granulométriques
Biologie (habitats et espèces)	- risque de destruction ou de dérangement d'espèces patrimoniales/protégées	- Diversification des habitats benthiques et semi-aquatiques
Usages socio-économiques	- Risque sur la navigation, l'hydroélectricité et prise d'eau CNPE en cas de relargage des pièces de bois - Coûts de l'extraction en cas de relargage - Risque de perception négative sur l'entretien	
Sûreté - sécurité	- risque de dévalaison des flottants et enbâcles sur les ouvrages aval	



E/ Séquence ERC

Mesures d'évitement (E)	Mesures de réduction (R)	Mesures de compensation (C)	Mesures d'accompagnement	Recommandations complémentaires
- éviter les secteurs d'habitats ou d'espèces d'intérêt - éviter les stations d'espèces protégées	- adapter la période d'intervention à la sensibilité de la faune		- suivi des formes alluviales : analyses diachronique par PVA ; cartographie des faciès d'écoulement et des habitats - suivi écologique	- choix des essences de bois - ancrage des pièces de bois en cas d'enjeu de navigation, hydroélectrique ou CNPE en aval

RÉINJECTION DE BOIS MORT

RBM

R6

F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art

Objectifs de l'opération	Objectif écologie : diversifier localement les habitats et supports biogènes, créer une diversité de formes alluviales par la création de point durs (restauration passive) Objectif sureté/sécurité: protection contre les érosions
Techniques d'intervention	Génie écologique, terrassement
Principales contraintes d'exécution	- enfouissement de la base des structures > à l'épaisseur de la couche active - éventuellement ancrage des bois (en cas de flottant pour protéger une berge) pour éviter les risques associés aux flottants - en cas d'intervention sur les retenues ou les RT - intervention hors chenal de navigation et prise en compte des effets sur celui-ci - étude des impacts potentiels sur les ouvrages hydroélectriques, de navigation et sur les CNPE et mesures correctives
Devenir des sédiments	- utilisés pour la création des nouveaux modeléx et/ou laissés sur place après terrassement - éventuellement en fonction des volumes export pour opération de type R3
Indicateurs de réalisation	Nombre/surface de structures "bois mort" mises en place
Indicateurs de résultat	Profil en long objectif, état granulométrique du lit, faciès d'écoulement, superficies des zones de frayères restaurées ; Densités, richesse spécifique, espèce cibles (e.g. phytophiles) sur secteurs restaurés et non restaurés ; Proportion d'espèces lithophiles/psammophiles/rhéophiles
Points de vigilance complémentaire	

G/ Dossiers réglementaires

☐	Plan de gestion (type L215-15, PGPOD)	☐	Dossier d'incidences NATURA 2000
☐	Fiche d'incidence de dragage	☐	Dossier de défrichement
☐	Dossier Loi sur l'Eau (3.1.2.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0)	☐	Dossier CNPN de dérogation de destruction d'espèce protégée
☐	Examen au cas par cas	☐	Demande de Déclaration d'Intérêt Général (DIG)
☐	Evaluation environnementale	☐	Dossier ICPE (2515, 2517)
☐	Dossier d'exécution Code de l'Energie	☐	Autre

Commentaires :

H/ Coûts

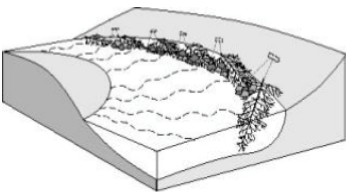
Critères de variabilité des prix	- Fonction du nombre d'implantation
Prix unitaire	Il s'agit d'une action nouvelle. Aucun coût unitaire n'est directement disponible pour ce type d'action, mais il semble qu'elle soit peu onéreuse si elle est mise en œuvre avec des techniques rustiques et du matériel ligneux pris sur place. Par défaut, un montant de 100 000 € est pris par RCC et inclut les éventuelles opérations d'entretien récurrentes ou de renouvellement d'opération.
Chiffres clés pour le Rhône	Pas de chiffres clés sur le Rhône
Coûts indirects et coûts non monétaires	- coût juridique et assurantiel par rapport aux risques engendrés sur la navigation par les flottants. - coût de l'extraction des bois flottants (0,5 M€ / an sur l'ensemble du corridor) : il faut noter que la quantité de bois installé pour les opérations de type R6 est sans commune mesure avec les flux naturels. Des coûts indirects pourraient être estimés pour rendre compte des modalités de réinjections de bois morts (entretien des dégrilleurs de barrage) ; toutefois, l'objet de cette action est de viser une absence de remobilisation du bois mort par ancrage en berge ou en fond de lit, avec une application priorisée dans les Vieux Rhône qui présentent un intérêt écologique.

I/ Bibliographie

- "National Large Wood Manual, Assessmet, planning, Design, and Maitenance of Large Wood in Fluvial Ecosystems : Restoring Process, Function, ans Structure", 2016, US Department of the Interior, Bureau of Reclamation, US Army Corps of Engineers, 665 p.
- "Computation Design Tool for Evaluating the Stability of Large Wood Structure", M. Rafferty, 2017, technical noteNational Stream & Aquatic Ecology Center_33 p.

J/ Bonnes pratiques

- structure de bois à déposer en concavité des sinuosités (objectif protection de berge) ou à enterrer dans la bande active (objectif diversification des écoulements).
- possibilité d'enfouir partiellement ou presque complètement la structure, qui pourra être mise à jour partiellement après des épisodes morphogènes. Installation en tête de banc
- possibilité d'ancrage des bois à l'aide de structure béton pour éviter les remobilisation



- exemple d'implantation en rive concave ou dans la bande active (semi-enfoui) ou ancré



- exemple d'effet sur la diversification des axes d'écoulement et des formes alluviales

K/ Exemples sur le Rhône

- Pas d'exemple sur le Rhône

L/ Exemples internationaux (Mission 5)

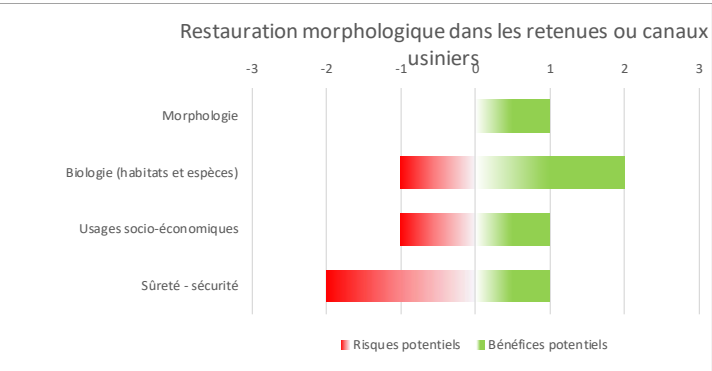
- Actions proposées sur des affluents de la Columbia River et sur la Meuse. Plusieurs autres exemples en Amérique du Nord sur des hydrosystèmes de taille plus modeste

RESTAURATION MORPHOLOGIQUE DANS LES RETENUES OU CANAUX USINIERS			RRC		R7
Type d'action	Restauration				
Enjeux principaux	Biodiversité				
Moyens mis en œuvre	Restaurer les habitats du lit d'étiage				
			Sédiments concernés :		
					

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					

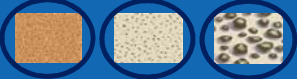
C/ Objectifs et localisations						
Type d'enjeux		Objectifs d'intervention		Tronçon homogène	Localisation action de gestion	Localisation action de restauration
Enjeux socio-économiques			Navigation (N)	Retenue (R) Canal usinier (CU) Vieux Rhône (RCC) Rhône total (RT) Affluent (A)	Bande active de Vieux Rhône	Lit courant
			Hydroélectricité (H)		Chenal navigable	Plan d'eau de retenue
			Prélèvements eau (P)		Barrage de retenue (ou de dérivation)	Bacs
			Loisirs (L)		Barrage-usine(-écluse), garage d'écluse	Berges et marges alluviales
Enjeux sûreté-sécurité			Sûreté ouvrages classés (S)		Port, darse, quai, etc.	Confluence
			Sécurité inondation (I)	Halte fluviale, embouquement, rampe, etc.	Systèmes d'endiguement classés	
			Sûreté CNPE (U)	Confluence affluent, diffluence	Lônes	
			Sûreté AEP (A)	Captage AEP	Gravières	
Ecologie			Ouvrage à vocation écologique (E)	Prise d'eau (CNPE, irrigation, etc.)	Zones humides	
			Bon état/potentiel écologique (BPE)	Base de loisirs, bassin de joute, etc.	Seuil	
			Biodiversité (B)	Monitoring (échelle limni, station alerte, etc.)	Autre	
				Code BPE : B1, B3	Ouvrages annexes (contre-canal, siphon, etc.)	
				Code PDM : -	Autres, (passe à poissons, etc.)	

D/ Effets potentiels avant séquence ERC		
Indicateurs	Effets négatifs	Effets positifs
Morphologie (bilan sédimentaire et processus)		- possible amélioration du transit des éléments fins au sein des retenues/canaux du fait de la réduction de la section
Biologie (habitats et espèces)	- risque de remobilisation de sédiments pollués (évaluation préalable de la qualité des sédiments) - risque de colonisation par EEE	- diversification des habitats aquatiques et semi-aquatiques au sein du lit mineur - augmentation de la biodiversité floristique et faunistique - création de corridors écologiques (trame verte) - limitation de l'impact du batillage sur les zones rivulaires
Usages socio-économiques	- risque potentiel pour des usages situés en aval (apport sédimentaire fin/sableux) pour navigation, usages récréatifs	- usages récréatifs (pêche, chasse, etc.) - évolution favorable de la valeur paysagère et des activités touristiques associées
Sûreté - sécurité	- risque d'aggravation des conditions d'écoulement et des risques d'inondation mais a priori limités du fait de la faible emprise (15-20 m large au maximum) - meilleure attractivité du lit et fréquentation public	- conservation, voire restauration, de la capacité hydraulique (respect CC)



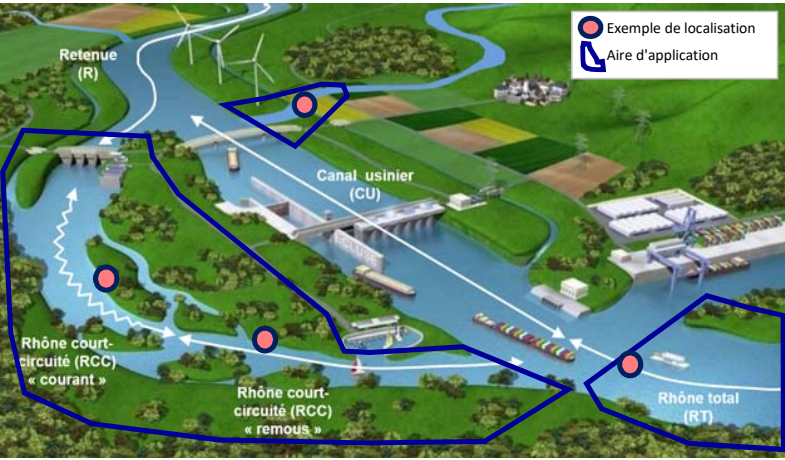
E/ Séquence ERC				
Mesures d'évitement (E)	Mesures de réduction (R)	Mesures de compensation (C)	Mesures d'accompagnement	Recommandations complémentaires
- Vérification de l'absence de pollution dans les sédiments (concentration HAP et PCB), ou gestion adaptée en cas de pollution avérée - Eviter les stations d'espèces protégées - 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) - choix de solutions permettant d'optimiser la lutte contre le changement climatique et l'adaptation à ses effets	- dossier CNPN si destruction d'espèces végétales protégées + transfert d'espèces - dossier CNPN si destruction d'espèces animales protégées ou de leur biotope	- suivi de la recolonisation des habitats alluviaux et des espèces - entretien régulier (5-10 ans) afin de limiter le développement de la végétation à la strate herbacée (roseaux) - créer régulièrement, de place en place, des ouvertures au sein de la roselière en jouant sur les fréquences/localisation des actions de gestion, ou encore sur la topographie de la banquette (zone + profonde = faible développement des roseaux) - intégrer des débris ligneux grossiers (bois mort), fixés, afin d'augmenter la diversité des supports et abris - faire varier l'altitude de la banquette afin de permettre l'installation d'une flore variée (roseaux, hydrophytes, autres hélophytes)	- sélectionner les secteurs susceptibles d'accueillir ce type d'aménagement : zones de surlargeur, zones d'écoulement non efficace - caler la banquette à niveau relativement bas afin de ralentir le développement des roseaux ? - nécessité de réaliser des études complémentaires pour bien intégrer les aménagements : bathymétrie, sédimentation, EDD - Etudes de faisabilité et incidences

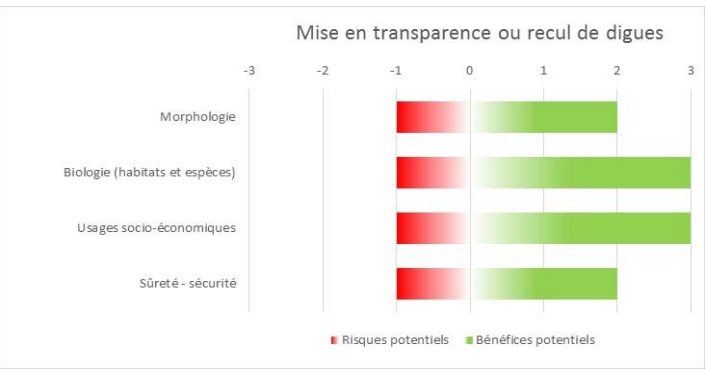
RESTAURATION MORPHOLOGIQUE DANS LES RETENUES OU CANAUX USINIERS			RRC	R7
F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art			J/ Bonnes pratiques	
Objectifs de l'opération	Objectif écologie : Atteinte du bon potentiel / bon état écologique, diversifier les zones d'eau profonde et lentique			
Techniques d'intervention	- Réutilisation des sédiments fins (limons, sables) issus des dragages (entretien du chenal de navigation, des ports, garages à bateau, etc.) - Besoin de mettre en place une protection extérieure issue du génie écologique (barrière de rondin, fascine de pieux, voir photo ci-contre) visant à retenir les sédiments, et délimiter, vers le large, l'emprise de la banquette et ainsi mieux contrôler son développement - Génie écologique, gestion des EEE			
Principales contraintes d'exécution	Respect des contraintes en terme de section d'écoulement en crue Qualité des sédiments (seuil QSM, physico-chimie, seuils LEMA, décret 2014) Espaces naturels (Natura 2000, APB, ENS, ZNIEFF, zones humides, frayères) Espèces floristiques ou faunistiques protégées, espèces exotiques envahissantes Période sensibles des espèces aquatiques et semi-aquatiques (poissons, oiseaux, amphibiens)			
Devenir des sédiments	Mise en dépôt des sédiments au niveau des berges Evaluer le besoin de mise en dépôt provisoire à terre (ré-essuyage) Exceptions : gestion à terre si pollution			
Indicateurs de réalisation	Linéaire/superficie d'espaces lenticques restaurés			
Indicateurs de résultat	Profil en long objectif, état granulométrique du lit, faciès d'écoulement, superficies des zones de frayères restaurées ; Densités, richesse spécifique, espèce cibles (e.g. phytophiles) sur secteurs restaurés et non restaurés ; Proportion d'espèces lithophiles/psammophiles/rhéophiles			
Points de vigilance complémentaire	Nécessité de réaliser des études complémentaires (bathymétrie, sédimentation, EDD) Calage altimétrique et profil de la banquette			
G/ Dossiers réglementaires			K/ Exemples sur le Rhône	
☐	Plan de gestion (type L215-15, PGPOD)	☐	Dossier d'incidences NATURA 2000	Restauration de la roselière de la retenue de Rochemaure (07) Implatantion d'une roselière dans la retenue de Vallabrègues (30) 
☐	Fiche d'incidence de dragage	☐	Dossier de défrichement	
☒	Dossier Loi sur l'Eau (3.1.2.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0)	☐	Dossier CNPN de dérogation de destruction d'espèce protégée	
☐	Examen au cas par cas	☐	Demande de Déclaration d'Intérêt Général (DIG)	
☐	Evaluation environnementale	☐	Dossier ICPE (2515, 2517)	
☐	Dossier d'exécution Code de l'Energie	☐	Autre	
Commentaires :				
H/ Coûts				
Critères de variabilité des prix	Longueur du linéaire à protéger Technique utilisée Origine des matériaux et des plants			
Prix unitaire	Il s'agit d'une action nouvelle mais selon d'autres sources les coûts unitaires pourraient être de l'ordre de 500 €/ml de canaux. Considérant des linéaires à restaurer de l'ordre de 1 000 à 2 000 m, des coûts forfaitaires sont pris par retenue à hauteur d'un montant forfaitaire de 500 000 à 1 000 000 €.			
Chiffres clés pour le Rhône	-			
Coûts indirects et coûts non monétaires				
I/ Bibliographie			L/ Exemples internationaux (Mission 5)	
			Pas de référence internationaux	

MISE EN TRANSPARENCE OU REcul DE DIGUES			MTD		R8
Type d'action	Restauration				
Enjeux principaux	Biodiversité ; Sûreté-sécurité ; Usages socio-économiques			Sédiments concernés :	
Moyens mis en œuvre	Favoriser la recharge sédimentaire ; Réduire les contraintes sur les systèmes d'endiguement ; Restaurer les continuités latérales et les habitats				

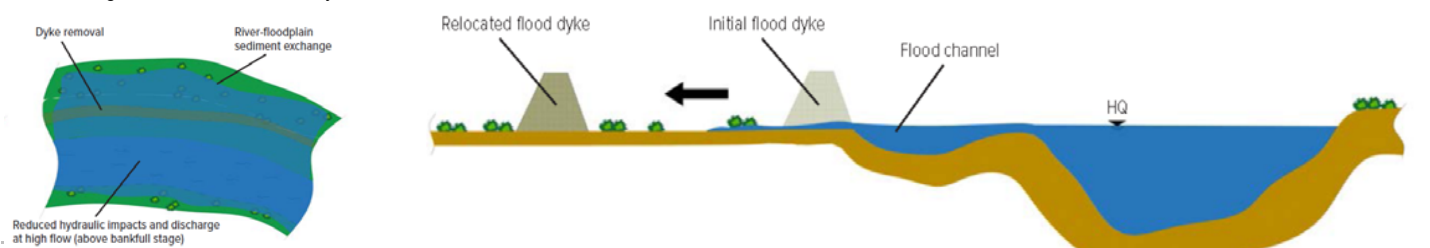
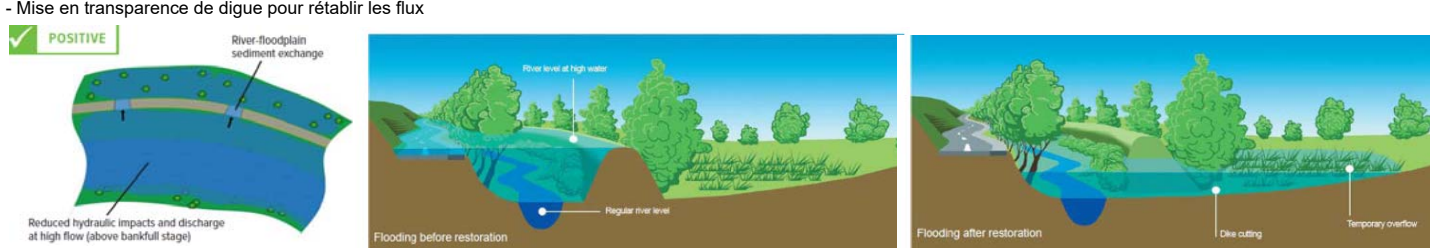
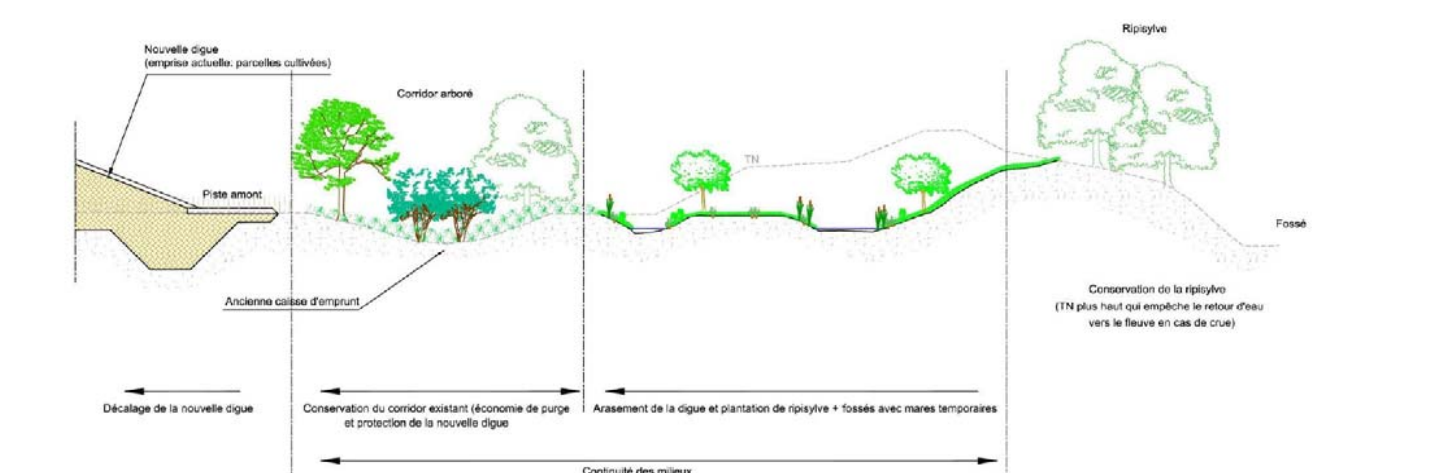
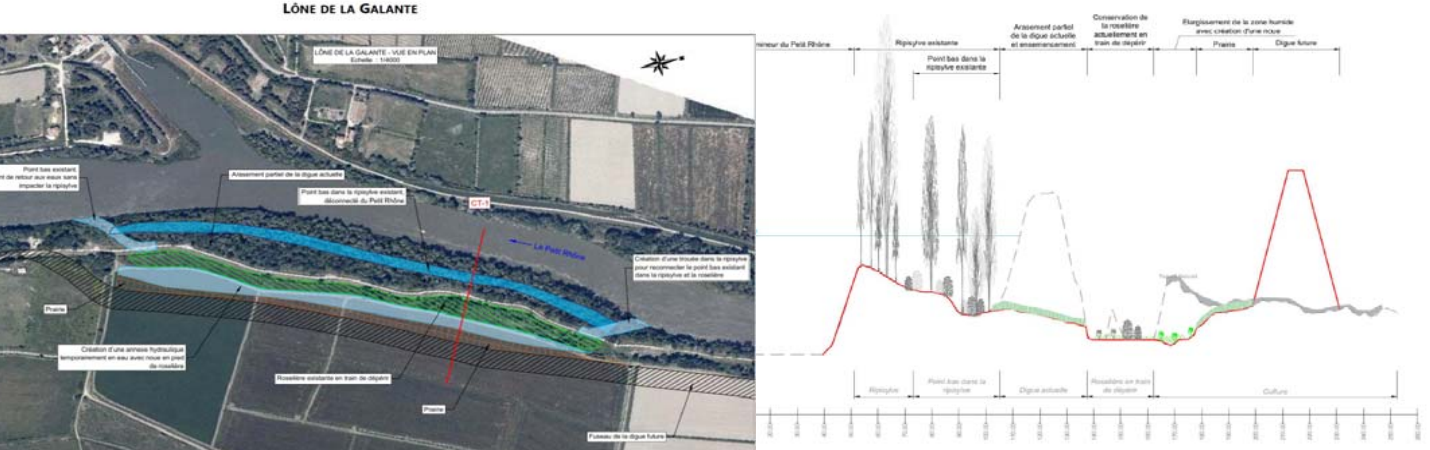
A/ Echelles spatiales et temporelles						B/ Etat de l'art	
Echelle d'Intervention			Echelle des effets			Etat de l'art sur le Rhône	
Echelle spatiale		Site		Site	Echelle temporelle		Action courante
		Tronçon homogène (TH)		Tronçon homogène (TH)			Action en consolidation
		Unité hydrographique cohérente (UHC)		Unité hydrographique cohérente (UHC)			Proposition scientifique
		Multi-UHC		Multi-UHC			
		Bassin versant		Bassin versant			
			Fréquence d'intervention			Durabilité de l'action	
				Fréquent (1-2 ans)		Court terme (1-2 ans)	
				Moyennement fréquent (3-5 ans)		Moyen terme (3-5 ans)	
				Peu fréquent (5-10 ans)		Long terme (> 5 ans)	
				Rare (> 10 ans) ou unique		Très long terme (>> 10 ans)	

C/ Objectifs et localisations					
Type d'enjeu	Objectifs d'intervention		Tronçon homogène	Localisation action de gestion	Localisation action de restauration
Enjeux socio-économiques		Navigation (N)		Bande active de Vieux Rhône Chenal navigable Retenue, queue de retenue Barrage de retenue (ou de dérivation) Garage d'écluse, barrage-usine-écluse Port, darse, quai, etc. Halte fluviale, embouquement, rampe, etc. Confluence, difffluence Prise d'eau (CNPE, AEP, irrigation, etc.) Base de loisirs, bassin de joute, etc. Monitoring (échelle limni, station alerte, etc.) Ouvrages annexes (contre-canal, siphon, etc.) Autres (passe à poissons, etc.)	Lit courant Plan d'eau de retenue Bancs Berges et marges alluviales Confluence Systèmes d'endiguement classés Lônes Gravières Zones humides Seuil Autre
		Hydroélectricité (H)			
		Prélèvements eau (P)			
		Loisirs (L)			
Enjeux sûreté-sécurité		Sûreté ouvrages classés (S)			
		Sécurité inondation (I)			
		Sûreté CNPE (U)			
		Sûreté AEP (A)			
Ecologie		Ouvrage à vocation écologique (E)			
		Bon état/potentiel écologique (BPE)			
		Biodiversité (B)			
			Code BPE : B2		
			Code PDM : -		



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 du lit actif	- conservation des stocks fins et grossiers dans l'hydrosystème - remobilisation des sédiments stockés dans les terrasses alluviales - restauration de la mobilité latérale - restauration des processus érosion/dépôt - remise en mouvement en crue de sédiments grossiers	
Biologie (habitats et espèces)	- risque de mobilisation de sédiments pollués - risque de destruction de certains habitats (forêts alluviales, milieux aquatiques, milieux terrestres) et d'espèces protégées ou patrimoniales fixées sur les marges alluviales et/ou en dehors des digues - risque de colonisation par les 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 biomasse/diversité mais dépend des configurations - potentiellement, augmentation de la surface globale de zones humides (habitats humides et espèces inféodées) - 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	
Sûreté - sécurité	- risque potentiel de majoration des lignes d'eau en crue en aval si remobilisation de sédiments et dépôts	- bénéfice pour la protection des ouvrages avec risque d'affouillement - 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 - éviter les secteurs d'habitats ou d'espèces d'intérêt patrimonial	- adaptation de la période des travaux par rapport à la faune - déplacement d'espèces au besoin (nécessité dossier CNPN si espèces protégées)	- 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 après la création de milieux	- 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 -nécessité de faire une étude préalable (dossier d'incidence) pour limiter les incidences sur les habitats et espèces existants sur digue et en dehors

MISE EN TRANSPARENCE OU REcul DE DIGUES			MTD	R8
F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art				
Objectifs de l'opération	Objectif biodiversité : atteinte du bon potentiel / bon état écologique, réduire le déstockage sédimentaire, l'incision et/ou le pavage du lit, restaurer des mises en eau fréquentes du lit moyen/majeur Objectif sûreté-sécurité : élargir le lit pour abaisser les lignes d'eau, diminuer les contraintes sur les ouvrages, l'exposer à des inondations fréquentes et favoriser les dépôts fins en lit majeur			
Techniques d'intervention	Recul de digues ou création de brèches pour mise en transparence (terrassement, génie écologique) Couplé éventuellement avec réactivation des marges alluviales (cf. R2) Si besoin, nouvelles protections en limite d'espace restauré/espace protégé			
Principales contraintes d'exécution	Présence d'enjeux en lit majeur, nécessitant protection rapprochée Espaces naturels (Natura 2000, APB, ENS, ZNIEFF, zones humides, frayères) Espèces floristiques ou faunistiques protégées, EEE (espèces exotiques envahissantes)			
Devenir des sédiments	Laissés sur place ou réutilisation pour protection rapprochée en cas de matériaux de bonne qualité géotechnique Exceptions : gestion à terre si pollution			
Indicateurs de réalisation	Linéaire/superficie désendigués ou mis en transparence			
Indicateurs de résultat	Bilan sédimentaire post-crise ; Superficie de zone inondation reconquise ;et linéaire de digues préservé ; Proportion et diversité des espèces cibles sur les sites concernés ; Profil en long / objectif, état granulométrique du lit, faciès d'écoulement			
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			
G/ Dossiers réglementaires				
	Plan de gestion (type L215-15, PGPOD)		Dossier d'incidences NATURA 2000	
	Fiche d'incidence de dragage		Dossier de défrichement	
	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)		Dossier CNPN de dérogation de destruction d'espèce protégée	
	Examen au cas par cas		Demande de Déclaration d'Intérêt Général (DIG)	
	Evaluation environnementale		Dossier ICPE (2515, 2517)	
	Dossier d'exécution Code de l'Energie		Autre	
Commentaires : Les opérations de mise en transparence de digues (recul de digues ou brèches) doivent faire l'objet d'un dossier loi sur l'eau qui peut être simplifié dans le cadre de la nouvelle rubrique 3.3.5.0. En cas de localisation dans un site Natura 2000, ou de présence d'espèces protégées, des dossiers complémentaires devront être réalisés. Par ailleurs, s'il y a nécessité de recréer un système d'endiguement (cas d'un recul de digue), un dossier d'autorisation devra être réalisé, comprenant une étude de dangers concernant le nouvel ouvrage.				
H/ Coûts				
Critères de variabilité des prix	Longueur de digue Technique : arasement/suppression ou brèches Nécessité de recréer une digue de protection			
Prix unitaire	Il s'agit d'une action nouvelle mais selon le retour d'expérience de l'opération décorsetage du Petit Rhône (145 M€ pour 213 ha d'espace de bon fonctionnement gagnés) le prix unitaire de cette opération serait de 0,7 M€/hectare d'espace de bon fonctionnement restauré (EGIS-GEOPEKA, 2021). Cependant, le coût d'opération ne comprend pas que la mise en transparence ou le recul de digue : il est accompagné de remodelage de lit, de travaux de terrassement, de revégétalisation, de mesures annexes, etc. Aussi, des coûts forfaitaires de 10 000 000 € sont pris arbitrairement pour chacune des masses d'eau concernées (FRDR2009, FRDT19, FRDT20).			
Chiffres clés pour le Rhône	Opération décorsetage Petit Rhône : 145 M€ pour 213 ha d'EBF gagnés ==> 0,68 M€/ha d'EBF restaurés			
Coûts indirects et coûts non monétaires				
I/ Bibliographie				
SYMADREM / EGIS-GEOPEKA - Etude de renforcement et recul limité des digues du Petit Rhône (2021)				
J/ Bonnes pratiques				
- Recul de digues en cas d'absence d'enjeu				
				
- Mise en transparence de digue pour rétablir les flux				
				
K/ Exemples sur le Rhône				
- Recul des digues du Petit Rhône (Décorsetage du Petit Rhône)				
				
Profil en travers type de décorsetage des digues du Petit Rhône (SYMADREM)				
				
Exemple de la lône de Galante (SYMADREM)				
L/ Exemples internationaux (Mission 5)				
- 5/ Durance : Suppression d'épis transversaux pour réactiver la dynamique fluviale				

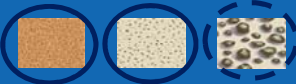
RESTAURATION D'ANCIENNES GRAVIÈRES

RAG

R9

Type d'action : Restauration
Enjeux principaux : Biodiversité
Moyens mis en œuvre : Restaurer les continuités latérales, les habitats annexes et leurs connexions

Sédiments concernés :



A/ Echelles spatiales et temporelles

Echelle d'intervention		Echelle des effets	
Echelle spatiale	Site	Site	
	Tronçon homogène (TH)	Tronçon homogène (TH)	
	Unité hydrographique cohérente (UHC)	Unité hydrographique cohérente (UHC)	
	Multi-UHC	Multi-UHC	
	Bassin versant	Bassin versant	

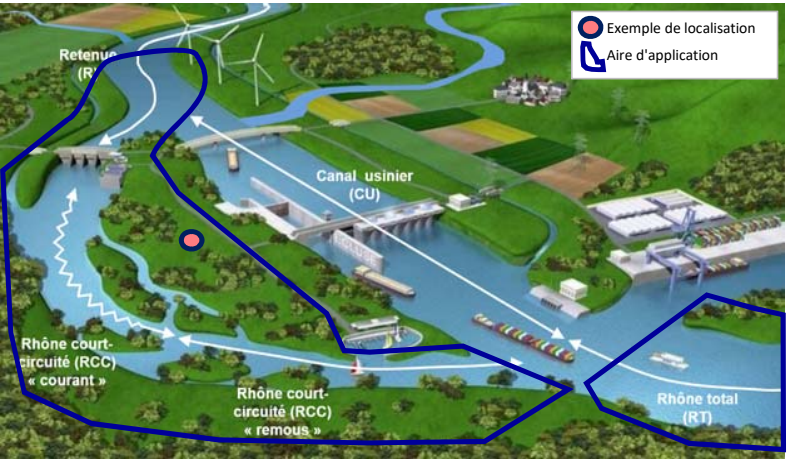
Fréquence d'intervention		Durabilité de l'action	
Echelle temporelle	Fréquent (1-2 ans)	Court terme (1-2 ans)	
	Moyennement fréquent (3-5 ans)	Moyen terme (3-5 ans)	
	Peu fréquent (5-10 ans)	Long terme (> 5 ans)	
	Rare (> 10 ans) ou unique	Très long terme (>> 10 ans)	

B/ Etat de l'art

Etat de l'art sur le Rhône	
	Action courante
	Action en consolidation
	Proposition scientifique

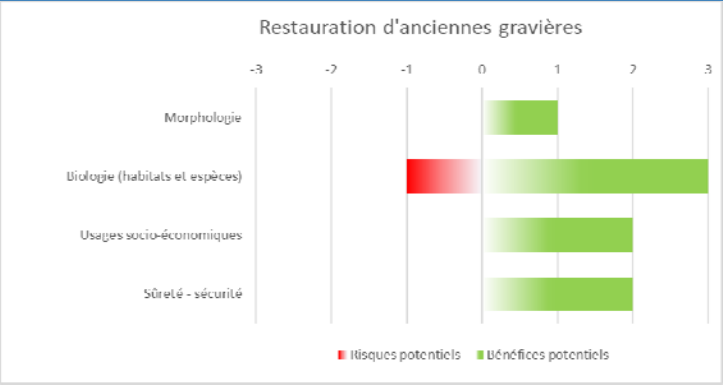
C/ Objectifs et localisations

Type d'enjeu	Objectifs d'intervention		Tronçon homogène	Localisation action de gestion	Localisation action de restauration
Enjeux socio-économiques		Navigation (N)	Retenue (R) Canal usinier (CU) Vieux Rhône (RCC) Rhône total (RT) Affluent (A)	Bande active de Vieux Rhône Chenal navigable Retenue, queue de retenue Barrage de retenue (ou de dérivation) Garage d'écluse, barrage-usine-écluse Port, darse, quai, etc. Halte fluviale, embouquement, rampe, etc. Confluence, diffluence Prise d'eau (CNPE, AEP, irrigation, etc.) Base de loisirs, bassin de joute, etc. Monitoring (échelle limni, station alerte, etc.) Ouvrages annexes (contre-canal, siphon, etc.) Autres (passe à poissons, etc.)	Lit courant Plan d'eau de retenue Bancs Berges et marges alluviales Confluence Systèmes d'endiguement classés Lônes Gravières Zones humides Seuil Autre
		Hydroélectricité (H)			
		Prélèvements eau (P)			
		Loisirs (L)			
Enjeux sûreté-sécurité		Sûreté ouvrages classés (S)			
		Sécurité inondation (I)			
		Sûreté CNPE (U)			
		Sûreté AEP (A)			
Ecologie		Ouvrage à vocation écologique (E)	Code BPE : P9 Code PDM : MIA0602		
		Bon état/potentiel écologique (BPE)			
		Biodiversité (B)			



D/ Effets potentiels avant séquence ERC

Indicateurs	Effets négatifs	Effets positifs
Morphologie (bilan sédimentaire et processus)		Selon contexte de la gravière : - restauration de la dynamique latérale - reconnexion de plusieurs gravières entre elles : remobilisation de sédiments fins/sableux
Biologie (habitats et espèces)	- risque de remobilisation de sédiments pollués (évaluation préalable de la qualité des sédiments) - risque de destruction ou de dérangement d'espèces patrimoniales/protégées - risque de colonisation par les EEE	- diversification des habitats aquatiques et semi-aquatiques dans la plaine alluviale, - augmentation de la biodiversité floristique et faunistique - amélioration de la qualité de l'eau en favorisant les échanges nappe-cours d'eau
Usages socio-économiques		- usages récréatifs (canoë, pêche, etc.) - favorise l'alimentation de la nappe et des captages - évolution favorable de la valeur paysagère et des activités touristiques associées
Sûreté - sécurité		- favorise l'alimentation de la nappe et des captages



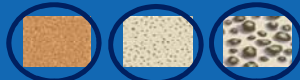
E/ Séquence ERC

Mesures d'évitement (E)	Mesures de réduction (R)	Mesures de compensation (C)	Mesures d'accompagnement	Recommandations complémentaires
- éviter les secteurs d'habitats ou d'espèces d'intérêt - éviter les stations d'espèces protégées	- balisage si espèces patrimoniales - déplacement d'espèces au besoin (nécessité dossier CNPN si espèces protégées)	- dossier CNPN si destruction d'espèces végétales protégées + transfert d'espèces - dossier CNPN si destruction d'espèces animales protégées ou de leur biotope	- suivi de la recolonisation des habitats alluviaux et des espèces - suivi des EEE	- permettre l'auto-entretien des anciennes gravières - prévoir des restaurations durables dans le temps (>50 ans) - s'assurer de l'adéquation entre les conditions nouvellement créées et les besoins écologiques des espèces en place (ou attendues) - s'assurer par un diagnostic écologique que les habitats et espèces en place sur la gravière ne sont pas d'intérêt écologique plus élevé (milieux plus oligotrophes par exemple) que ceux sur le Rhône

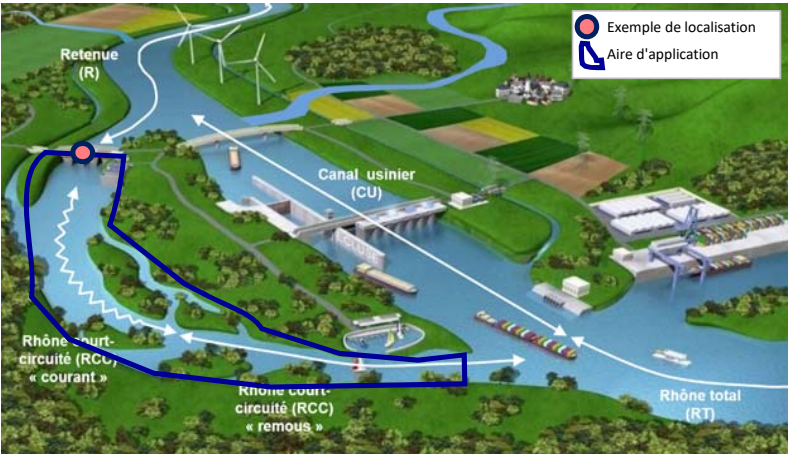
RESTAURATION D'ANCIENNES GRAVIÈRES			RAG	R9
F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art			J/ Bonnes pratiques	
Objectifs de l'opération	- Objectif écologie : restaurer des milieux annexes en diversifiant les conditions d'habitats, connecter des milieux aquatiques artificiels au lit mineur et améliorer leur fonction écologique - Objectif loisir : développer un tourisme doux			
Techniques d'intervention	Terrassement, génie écologique. Réutilisation possible de matériaux excédentaires (cf. action G1-G3)			
Principales contraintes d'exécution	- basses eaux - pollution des sédiments - remise en suspension des sédiments pendant les travaux de remodelage - présence d'espèces exotiques envahissantes			
Devenir des sédiments	- laissés sur place après terrassement ou réinjectés, utilisés pour la création des nouveaux modelés			
Indicateurs de réalisation	Superficie d'anciennes gravières connectées au lit mineur et/ou restaurées			
Indicateurs de résultat	Profil en long objectif, état granulométrique du lit, zones de frayères ; Densités, richesse spécifique, proportion d'espèce cibles (BRO, TAN, ROT, ...) ; Proportion d'espèces lithophiles/psammophiles ; Proportion d'habitats aquatiques et humides sur les sites concernés			
Points de vigilance complémentaire	- présence d'espèces protégées et patrimoniales dans le milieu existant			
G/ Dossiers réglementaires			K/ Exemples sur le Rhône	
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	 Pendant le déroulement des travaux de réhabilitation écologique 		
Commentaires : L'action de restauration des gravières est souvent en lien avec une action de dragage et de réinjection sédimentaire. Dans ce cas, la réalisation d'une fiche d'incidence de dragage sera nécessaire ; le dossier Loi sur l'Eau associera dans ce cas à la fois l'action de restauration de la gravière et l'action de dragage.			Réhabilitation écologique d'un casier d'emprunt de graviers de l'île de Malourdie à Anglefort (01) et Serrières en Chautagne (73) Restauration écologique du canal écreteur (Vieux-Rhône de Neyron - 69)	
H/ Coûts			L/ Exemples internationaux (Mission 5)	
Critères de variabilité des prix	- dimensions de la gravière à restaurer qui conditionnent les volumes de sédiments à mobiliser (terrassement / réinjection)			
Prix unitaire	Les coûts unitaires moyens varient de 12 [7 ; 18] €/ m³ à 27 [15 ; 55] €/m², selon TERE0 (2021) et le retour d'expérience de la restauration du casier de Malourdie qui donne un coût unitaire de 15 €/m²			
Chiffres clés pour le Rhône	403 000 € ont été dépensés par le CEN Savoie pour la réhabilitation écologique de la gravière de Malourdie sur 27 000 m2 restaurés.			
Coûts indirects et coûts non monétaires				
			 	
I/ Bibliographie			Restauration d'anciennes gravières sur la Meuse à la frontière Belgique - Pays-Bas	
			Réhabilitation de la réserve naturelle de Negenoord (Belgique)	

RELÈVEMENT DES DÉBITS RÉSERVÉS ET DES RÉGIMES RÉSERVÉS			RQR		R10
Type d'action	Restauration				
Enjeux principaux	Biodiversité ; Sûreté-sécurité ; Usages socio-économiques				
Moyens mis en œuvre	Restaurer les habitats et l'autoépuration du lit d'étiage ; Améliorer l'hydrologie courante des tronçons court-circuités				

Sédiments concernés :

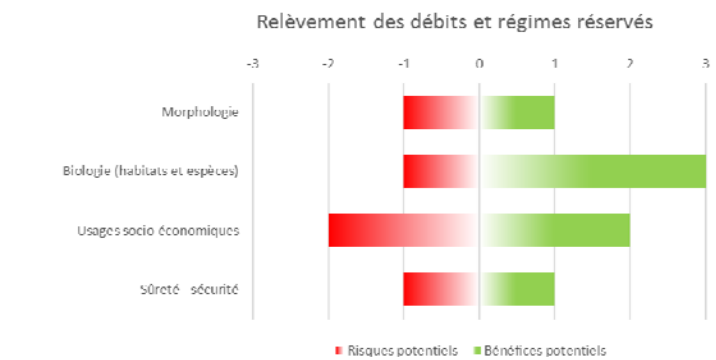


A/ Echelles spatiales et temporelles			B/ Etat de l'art	
Echelle d'Intervention		Echelle des effets	Fréquence d'intervention	Durabilité de l'action
Echelle spatiale	Site	Site	Fréquent (1-2 ans)	Court terme (1-2 ans)
	Tronçon homogène (TH)	Tronçon homogène (TH)	Moyennement fréquent (3-5 ans)	Moyen terme (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		
			Etat de l'art sur le Rhône	
			Action courante	
			Action en consolidation	
			Proposition scientifique	

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)	Barrage de retenue (ou de dérivation)	Bancs
	Loisirs (L)	Rhône total (RT)	Barrage-usine(-écluse), garage d'écluse	Berges et marges alluviales
Enjeux sûreté-sécurité	Sûreté ouvrages classés (S)	Affluent (A)	Port, darse, quai, etc.	Confluence
	Sécurité inondation (I)		Halte fluviale, embouquement, rampe, etc.	Systèmes d'endiguement classés
	Sûreté CNPE (U)		Confluence affluent, diffluence	Lônes
	Sûreté AEP (A)		Captage AEP	Gravières
Ecologie	Ouvrage à vocation écologique (E)	Code BPE : C3, C14	Prise d'eau (CNPE, irrigation, etc.)	Zones humides
	Bon état/potentiel écologique (BPE)	Code PDM : RES0601-0602	Base de loisirs, bassin de joute, etc.	Seuil
	Biodiversité (B)		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)	- risque de mise en place d'un armurage/colmatage plus fort du lit (qui peut retarder la remobilisation en crue)	- possibilité de favoriser des agencements granulométriques diversifiés en post-crue
Biologie (habitats et espèces)	- risque de disparition de certains habitats (faibles hauteur et vitesse de courant) en cas de chenalisation trop marquée	- augmentation des superficies en eau ; diversification des caractéristiques de l'écoulement (hauteur d'eau, vitesse) sauf en cas de chenalisation importante - meilleure connexion avec les zones humides, amélioration de leur état de conservation - amélioration des capacités d'autoépuration/dilution - meilleure alimentation de la nappe - amélioration du fonctionnement global dans le cadre de la mise en place d'un régime réservé (à confirmer)
Usages socio-économiques	- pertes pour la production hydroélectrique	- usages récréatifs (canoë, pêche, etc.) dans un milieu plus diversifié - AEP : réalimentation de la nappe ?
Sûreté - sécurité	- meilleure attractivité du lit et fréquentation public (baignade, etc.)	- peut aider à mieux gérer la sécurité du public fréquentant un RCC (moins de zones accessibles si débit relevé)

Relèvement des débits et régimes réservés



E/ Séquence ERC				
Mesures d'évitement (E)	Mesures de réduction (R)	Mesures de compensation (C)	Mesures d'accompagnement	Recommandations complémentaires
	- utiliser des outils de modélisation couplant paramètres hydrauliques (hauteur d'eau, vitesse de courant) de type et préférences des espèces (démarche type "microhabitats") afin de fixer au mieux les différentes valeurs de débit/régime réservé		- étudier la faisabilité de la mise en place PCH - réaliser une sécurisation active du lit en fonction de l'attractivité retrouvée - éviter les débits réservés constants pour permettre en saison sèche le développement des végétations de grèves exondées	- étudier le lien entre débit et caractéristiques des habitats aquatiques (e.g. mise en œuvre de la méthode des microhabitats) - déterminer le débit de mise en eau/fonctionnalité des annexes alluviales - envisager des régimes réservés en cas de débit réservé constant - mettre en balance les impacts économiques

RELÈVEMENT DES DÉBITS RÉSERVÉS ET DES RÉGIMES RÉSERVÉS										RQR		R10																																																																																																																																																																																																																																																															
F/ Objectifs - Techniques - règles de l'art										J/ Bonnes pratiques																																																																																																																																																																																																																																																																	
Objectifs de l'opération		Objectif écologie : restaurer une hydrologie suffisante pour le maintien et le développement de la vie aquatique, augmenter la variabilité géographique et temporelle des habitats et les surfaces d'échanges biochimiques Objectif surété AEP : pérenniser le bon fonctionnement quantitatif des champs captants, augmenter les débits réservés								Mise en place de PCH "ichthyocompatible" avec disposition de franchissement (montaison et dévalaison) ou des équipements sportifs (stade d'eaux vives) 																																																																																																																																																																																																																																																																	
Techniques d'intervention		- changement des consignes d'exploitation, - construction d'un équipement hydroélectrique complémentaire pour turbiner les nouveaux débits réservés - action corollaire : équipement d'un disposition de franchissement (passe à poissons, rivière de contournement)																																																																																																																																																																																																																																																																									
Principales contraintes d'exécution		- pertes d'exploitation et faisabilité des PCH. Hauteur de chute du droit des barrages de dérivation - création d'un aménagement (PCH) sur un aménagement existant pouvant être plus ou moins complexe en fonction de la configuration des différents aménagements																																																																																																																																																																																																																																																																									
Devenir des sédiments		Sans effet, hors fines																																																																																																																																																																																																																																																																									
Indicateurs de réalisation		Nouveaux débits ou régimes réservés ; Courbes des débits classés ; Superficies concernées par les retraits/mises en eau																																																																																																																																																																																																																																																																									
Indicateurs de résultat		Profil en long objectif, état granulométrique du lit, faciès d'écoulement, superficies des zones de frayères restaurées ; Densités, richesse spécifique, espèce cibles (e.g. phytophiles) sur secteurs restaurés et non restaurés ; Proportion d'espèces lithophiles/psammophiles/rhéophiles ; Proportion d'espèces polluo sensibles (poissons, macroinvertébrés, diatomées) ; Débits disponibles au droit des prélèvements																																																																																																																																																																																																																																																																									
Points de vigilance complémentaire										Intervention à associer à des opérations de restauration des marges ou de la bande active pour améliorer les connexions hydrauliques et augmenter les surfaces de milieux semi-aquatiques																																																																																																																																																																																																																																																																	
G/ Dossiers réglementaires																																																																																																																																																																																																																																																																											
	Plan de gestion (type L215-15, PGPOD)		Dossier d'incidences NATURA 2000																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Fiche d'incidence de dragage		Dossier de défrichement																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Dossier Loi sur l'Eau (3.1.2.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0)		Dossier CNPN de dérogation de destruction d'espèce protégée																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Examen au cas par cas		Demande de Déclaration d'Intérêt Général (DIG)																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Evaluation environnementale		Dossier ICPE (2515, 2517)																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Dossier d'exécution Code de l'Energie		Autre																																																																																																																																																																																																																																																																								
Commentaires :																																																																																																																																																																																																																																																																											
H/ Coûts												K/ Exemples sur le Rhône																																																																																																																																																																																																																																																															
Critères de variabilité des prix		- coût du MWh - possibilité et conditions d'installation d'une PCH										- Actions menées sur 9 RCC dont 6 équipés de PCH ou de groupe de restitution (cf. encadré rouge) + en prévision sur Vallabrègue																																																																																																																																																																																																																																																															
Prix unitaire		-Perte de revenu hydroélectricité en % : 5,62 % [2 ; 10,5] -Perte de production hdyroelectrique en GWh/an: ~33 GWh/an										<table><tr><th>Secteur</th><th>Janv</th><th>Fév</th><th>Mars</th><th>Avr</th><th>Mai</th><th>Juin</th><th>Juil</th><th>Août</th><th>Sept</th><th>Oct</th><th>Nov</th><th>Secteur</th><th>Janv</th><th>Fév</th><th>Mars</th><th>Avr</th><th>Mai</th><th>Juin</th><th>Juil</th><th>Août</th><th>Sept</th><th>Oct</th><th>Nov</th><th>Déc</th></tr><tr><td>Chautagne</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>Chautagne</td><td>50</td><td>50</td><td>50</td><td>50</td><td>70</td><td>70</td><td>70</td><td>70</td><td>50</td><td>50</td><td>50</td><td>50</td></tr><tr><td>Belley</td><td>25</td><td>25</td><td>25</td><td>25-30</td><td>30</td><td>30</td><td>60</td><td>60</td><td>60</td><td>30</td><td>30</td><td>Belley</td><td>60</td><td>60</td><td>90</td><td>90</td><td>90</td><td>80</td><td>80</td><td>80</td><td>60</td><td>60</td><td>60</td><td>60</td></tr><tr><td>Brégnier-Cordon</td><td>80</td><td>80</td><td>80</td><td>100</td><td>100</td><td>150</td><td>150</td><td>150</td><td>100</td><td>100</td><td>80</td><td>Brégnier-Cordon</td><td>80</td><td>80</td><td>80</td><td>100</td><td>100</td><td>150</td><td>150</td><td>150</td><td>100</td><td>100</td><td>80</td><td>80</td></tr><tr><td>Miribel Jonage</td><td>30-60</td><td>30-60</td><td>30-60</td><td>30-60</td><td>30-60</td><td>30-60</td><td>30-60</td><td>30-60</td><td>30-60</td><td>30-60</td><td>30-60</td><td>Miribel Jonage</td><td>30-60</td><td>30-60</td><td>30-60</td><td>30-60</td><td>30-60</td><td>30-60</td><td>30-60</td><td>30-60</td><td>30-60</td><td>30-60</td><td>30-60</td><td>30-60</td></tr><tr><td>Pierre-Bénite</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>Pierre-Bénite</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td></tr><tr><td>Péage-de-Roussillon</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>10</td><td>10</td><td>Péage-de-Roussillon</td><td>50</td><td>50-75</td><td>109</td><td>109-125</td><td>125</td><td>125-109</td><td>75</td><td>75</td><td>75-50</td><td>50</td><td>50</td><td>50</td></tr><tr><td>Baix-le-Logis-Neuf</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>Baix-le-Logis-Neuf</td><td>74,5</td><td>74,5</td><td>74,5</td><td>74,5</td><td>74,5</td><td>74,5</td><td>74,5</td><td>74,5</td><td>74,5</td><td>74,5</td><td>74,5</td><td>74,5</td></tr><tr><td>Montélimar</td><td>15-60</td><td>15-60</td><td>15-60</td><td>15-60</td><td>15-60</td><td>15-60</td><td>15-60</td><td>15-60</td><td>15-60</td><td>15-60</td><td>15-60</td><td>Montélimar</td><td>75,4</td><td>75,4</td><td>75,4</td><td>75,4</td><td>75,4</td><td>75,4</td><td>75,4</td><td>75,4</td><td>75,4</td><td>75,4</td><td>75,4</td><td>75,4</td></tr><tr><td>Donzère-Mondragon</td><td>60</td><td>60</td><td>60</td><td>60</td><td>60</td><td>60</td><td>60</td><td>60</td><td>60</td><td>60</td><td>60</td><td>Donzère-Mondragon</td><td>75,4</td><td>75,4</td><td>75,4</td><td>75,4</td><td>75,4</td><td>75,4</td><td>75,4</td><td>75,4</td><td>75,4</td><td>75,4</td><td>75,4</td><td>75,4</td></tr></table>						Secteur	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Secteur	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Chautagne	10	10	10	10	10	20	20	20	20	20	20	Chautagne	50	50	50	50	70	70	70	70	50	50	50	50	Belley	25	25	25	25-30	30	30	60	60	60	30	30	Belley	60	60	90	90	90	80	80	80	60	60	60	60	Brégnier-Cordon	80	80	80	100	100	150	150	150	100	100	80	Brégnier-Cordon	80	80	80	100	100	150	150	150	100	100	80	80	Miribel Jonage	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	Miribel Jonage	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	Pierre-Bénite	10	10	10	20	20	20	20	20	10	10	10	Pierre-Bénite	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	Péage-de-Roussillon	10	10	10	20	20	20	20	20	20	10	10	Péage-de-Roussillon	50	50-75	109	109-125	125	125-109	75	75	75-50	50	50	50	Baix-le-Logis-Neuf	10	10	10	20	20	20	20	20	10	10	10	Baix-le-Logis-Neuf	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	Montélimar	15-60	15-60	15-60	15-60	15-60	15-60	15-60	15-60	15-60	15-60	15-60	Montélimar	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	Donzère-Mondragon	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	Donzère-Mondragon	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4
Secteur	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Secteur	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc																																																																																																																																																																																																																																																			
Chautagne	10	10	10	10	10	20	20	20	20	20	20	Chautagne	50	50	50	50	70	70	70	70	50	50	50	50																																																																																																																																																																																																																																																			
Belley	25	25	25	25-30	30	30	60	60	60	30	30	Belley	60	60	90	90	90	80	80	80	60	60	60	60																																																																																																																																																																																																																																																			
Brégnier-Cordon	80	80	80	100	100	150	150	150	100	100	80	Brégnier-Cordon	80	80	80	100	100	150	150	150	100	100	80	80																																																																																																																																																																																																																																																			
Miribel Jonage	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	Miribel Jonage	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60																																																																																																																																																																																																																																																			
Pierre-Bénite	10	10	10	20	20	20	20	20	10	10	10	Pierre-Bénite	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100																																																																																																																																																																																																																																																			
Péage-de-Roussillon	10	10	10	20	20	20	20	20	20	10	10	Péage-de-Roussillon	50	50-75	109	109-125	125	125-109	75	75	75-50	50	50	50																																																																																																																																																																																																																																																			
Baix-le-Logis-Neuf	10	10	10	20	20	20	20	20	10	10	10	Baix-le-Logis-Neuf	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5																																																																																																																																																																																																																																																			
Montélimar	15-60	15-60	15-60	15-60	15-60	15-60	15-60	15-60	15-60	15-60	15-60	Montélimar	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4																																																																																																																																																																																																																																																			
Donzère-Mondragon	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	Donzère-Mondragon	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4																																																																																																																																																																																																																																																			
Chiffres clés pour le Rhône		- Entre 2000 et 2014 pour 5 UHC (CHA, BEL, BRC, PNB et PDR) selon le rapport de M4 : 41.30M € au total pour les coûts disponibles, soit un coût annuel de 3M €/an entre 2000 et 2014.																																																																																																																																																																																																																																																																									
Coûts indirects et coûts non monétaires		Le relèvement des débits et régimes réservés présente des coûts indirects tels que les pertes de revenu en hydroélectricité. La monétarisation de ces pertes dépend ensuite du coût du MWh. - 9 à 13 M€ de perte de CA par an sur l'ensemble du Rhône (DOUTRIAUX, 2008) - pertes d'exploitation irrémédiables = les débits turbinés au barrage sont moins intéressants d'un point de vue hydroélectrique car la hauteur de chute au barrage est plus faible. Exemple : pour un équipement du 1/20e du module sur tout le Rhône, perte de 440GWh pour un gain de 60GWh avec un équipement équivalent en PCH (DOUTRIAUX, 2008) - perte d'exploitation estimées à 20 M€ (sans PCH) et 10 M€ (avec PCH) (exemple de PBN) - coût d'installation d'une PCH : entre 6 et 14 M€										Construction de PCH prévues dans le cadre de la prolongation de concession : STV, BLV, BEA, DZM, CAD mais sans modification des débits ou régimes																																																																																																																																																																																																																																																															
I/ Bibliographie												L/ Exemples internationaux (Mission 5)																																																																																																																																																																																																																																																															
- E. Doutriaux, C. Terrier, M. Zylberblat, 2004, Aménagement du Rhône et débits réservés, Sciences Eaux et Territoire, Ingénierie n°38 Supplément, p.37-44 -D. Courret, M. Larinier, 2008, Guide pour la conception de prise d'eau "ichthyocompatibles" pour les petites centrales hydroélectriques, ADEME, 78 p.												- dans le cadre du Plan Rhin, opération de ce type au niveau de Rohrschollen ou du polder d'Erstein - sur l'Isar en amont de Munich, la concession de l'ouvrage hydroélectrique d'Icking a expiré en 1997. Pour obtenir une nouvelle concession, il a été demandé à la société d'hydroélectricité d'augmenter le débit minimum (de 5 à 15 m³/s),																																																																																																																																																																																																																																																															

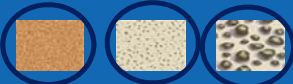
AUGMENTATION DE LA FRÉQUENCE DE DÉBITS MORPHOGÈNES

RQM

R11

Type d'action : Restauration
Enjeux principaux : Biodiversité
Moyens mis en œuvre : Restaurer les habitats et leur connexion ; Améliorer l'autoépuration dans la bande active

Sédiments concernés :



A/ Echelles spatiales et temporelles

Echelle d'Intervention		Echelle des effets	
Echelle spatiale	Site	Site	
	Tronçon homogène (TH)	Tronçon homogène (TH)	
	Unité hydrographique cohérente (UHC)	Unité hydrographique cohérente (UHC)	
	Multi-UHC	Multi-UHC	
	Bassin versant	Bassin versant	

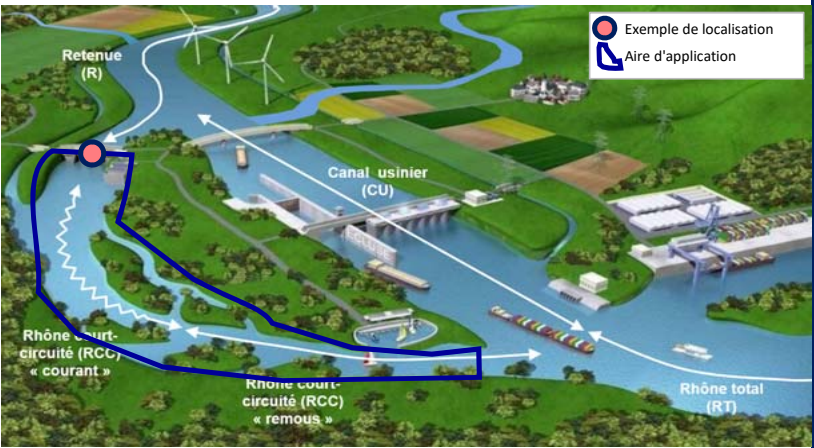
Echelle temporelle	Fréquence d'intervention		Durabilité de l'action	
	Fréquent (1-2 ans)		Court terme (1-2 ans)	
	Moyennement fréquent (3-5 ans)		Moyen terme (3-5 ans)	
	Peu fréquent (5-10 ans)		Long terme (> 5 ans)	
	Rare (> 10 ans) ou unique		Très long terme (>> 10 ans)	

B/ Etat de l'art

Etat de l'art sur le Rhône	
	Action courante
	Action en consolidation
	Proposition scientifique

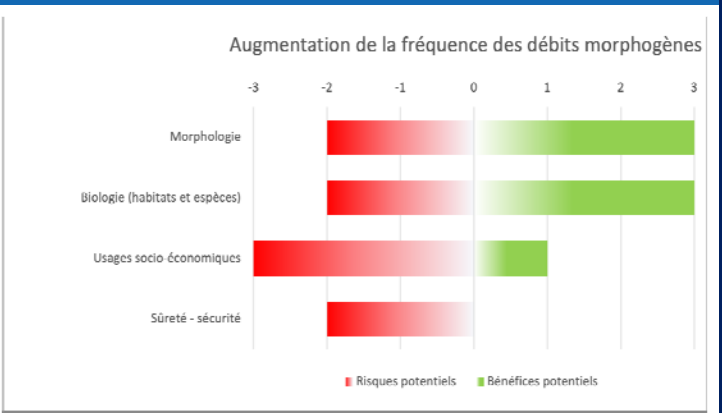
C/ Objectifs et localisations

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)	Barrage de retenue (ou de dérivation)	Bancs
		Loisirs (L)	Rhône total (RT)	Barrage-usine(-écluse), garage d'écluse	Berges et marges alluviales
Enjeux sûreté-sécurité		Sûreté ouvrages classés (S)	Affluent (A)	Port, darse, quai, etc.	Confluence
		Sécurité inondation (I)		Halte fluviale, embouquement, rampe, etc.	Systèmes d'endiguement classés
		Sûreté CNPE (U)		Confluence affluent, diffuence	Lônes
		Sûreté AEP (A)		Captage AEP	Gravières
Ecologie		Ouvrage à vocation écologique (E)		Prise d'eau (CNPE, irrigation, etc.)	Zones humides
		Bon état/potentiel écologique (BPE)		Base de loisirs, bassin de joute, etc.	Seuil
		Biodiversité (B)		Monitoring (échelle limni, station alerte, etc.)	Autre



D/ Effets potentiels avant séquence ERC

Indicateurs	Effets négatifs	Effets positifs
Morphologie (bilan sédimentaire et processus)	- risque de déstockage sédimentaire dans les RCC si absence de renouvellement des sédiments (par apport amont et/ou recharge latérale) - en cas de stock limité ou de déficience des apports amont, risque de mise en place ou d'amplification du pavage (progression d'un front de pavage par érosion progressive)	A condition que les matériaux soient disponibles (apport amont ou recharge latérale) : - majoration de la capacité de charriage - restauration des processus du transport sédimentaire et de tri granulométrique - restauration des processus de diversification des formes fluviales (de mobilité latérale) et des faciès d'écoulement - diversification de la granulométrie si des apports existent et/ou si les débits peuvent provoquer de la recharge latérale
Biologie (habitats et espèces)	- impacts liés potentiellement à un aggrèvement du pavage du lit (banalisation du milieu aquatique) - risque de colmatage par des éléments fins - impacts (négatifs) sur les peuplements aquatiques (macroinvertébrés, poissons, voire végétaux) en cas de passage de ces débits morphogènes à des périodes sensibles (e.g. développement des alevins) et/ou fréquence trop élevée (e.g. arrêt intempestif des groupes hydroélectriques et surverse dans le RCC)	Sous réserve de processus réactivés (charge alluviale et débits morphogènes adaptés) - augmentation des habitats aquatiques et amphibiens (selon de degré de connectivité) - recréation d'annexes et/ou rajeunissement des structures existantes - potentiellement plus de biomasse/diversité mais dépend des configurations - amélioration des échanges nappe-rivière et des capacités autoépuration
Usages socio-économiques	- pertes pour la production hydroélectrique - engravement potentiel dans le chenal navigable en aval du RCC et de la restitution - diminution du nombre de jours d'activités récréatives (pêche, canoë)	- usages récréatifs (canoë, pêche, etc.) dans un milieu aux formes renouvelées
Sûreté - sécurité	- stabilité des ouvrages latéraux en cas d'abaissement des niveaux d'eau (mise en transparence) - engravement potentiel dans les queues de retenue avec augmentation des risques hydrauliques - gestion de la fréquentation lors des périodes plus fréquentes de déversés	



E/ Séquence ERC

Mesures d'évitement (E)	Mesures de réduction (R)	Mesures de compensation (C)	Mesures d'accompagnement	Recommandations complémentaires
	- vérifier l'existence de zone refuge pour la faune piscicole - fermeture temporaire des zones sensibles à la sédimentation - adaptation de l'intervention à la sensibilité de la faune		- suivi de la mobilité des sédiments (parcelles peintes, colonnes d'érosion, traçage,) - suivi de la recolonisation des habitats alluviaux et des espèces	- A mettre en œuvre qu'en cas d'opération de type R1 en amont ou en aval des barrages - Prendre en compte la dimension sécurité (condition d'accès au lit) pendant l'opération et social (perception) après l'opération - Lâchers morphogènes à combiner avec des éclusées pour les UHC aval ?

