

PLAN DE GESTION PERENNE DES SEDIMENTS DE L'ESTUAIRE DE LA RANCE

TOME 1 : PROGRAMME 2024 - 2028



Mars 2024



DINAN
AGGLOMÉRATION



Auteur principal :

EPTB Rance Frémur baie de Beussais

5 rue Gambetta, 22100 DINAN

02 96 85 02 49

Version : 8 mars 2024

SOMMAIRE

PREAMBULE	4
SYNTHESE	7
PARTIE 1 : ETAT DES LIEUX ET DIAGNOSTIC	9
PARTIE 2 : SOCLE DU PLAN DE GESTION PERENNE	10
2.1. METHODOLOGIE.....	10
2.2. OBJECTIFS DU PLAN DE GESTION PERENNE	11
2.3. CADRAGE DU PLAN DE GESTION PERENNE	12
2.4. COMMUNICATION	13
PARTIE 3 : SOLUTIONS PROPOSEES ET SUIVIS	14
3.1. SOLUTIONS PROPOSEES POUR AGIR SUR LES DEPOTS EN PLACE (LEVIERS 3, 4, 5).....	14
3.1.1. Contexte.....	14
3.1.2. Zones prioritaires de dragage	14
3.1.3. Gestion à terre des sédiments	18
3.2. SOLUTIONS PROPOSEES POUR LA VALORISATION DES SEDIMENTS (LEVIER 3).....	19
3.2.1. Introduction	19
3.2.2. Besoin et opportunités pour la valorisation des sédiments	19
3.2.3. Stratégie de valorisation des sédiments définie	20
3.2.4. Synthèse des actions à mener sur la période 2024/2028	21
3.3. SOLUTIONS PROPOSEES POUR REDUIRE LA SEDIMENTATION FINE (LEVIERS 1, 2)	23
3.3.1. Limiter les apports entrants de sédiments fins	23
3.3.2. Rechercher un fonctionnement alternatif de l'usine marémotrice.....	25
3.4. EVALUATION PROGRESSIVE DU PLAN DE GESTION, DE L'EFFICACITE ET DES IMPACTS DE LA GESTION SEDIMENTAIRE.....	27
3.4.1. Evaluation de l'efficacité et des impacts des opérations de gestion sédimentaire (échelle locale)	27
3.4.2. Suivi des effets de la gestion sédimentaire sur le milieu (échelle globale)	29
3.5. PLANIFICATION DE LA GESTION SEDIMENTAIRE SUR LA PREMIERE PHASE 2024/2028.....	31
3.5.1. Planification des travaux de gestion sédimentaire	31
3.5.2. Planification des autres actions à mener.....	31
PARTIE 4. FINANCEMENT DU PLAN PERENNE	33
4.1. EVALUATION DES COUTS DU PLAN DE GESTION PERENNE	33
4.2. PLAN DE FINANCEMENT	34
4.3. PISTES D'OPTIMISATION DES COUTS DES OPERATIONS : TRAVAUX EN REGIE.....	35
LEXIQUE	36
ANNEXES	38

PREAMBULE

Depuis la mise en service de l'usine marémotrice de la Rance (UMR) en 1966 par EDF pour produire de l'électricité, le fonctionnement hydrosédimentaire de l'estuaire de la Rance a été modifié de façon significative. Couplé à des apports de sédiments fins provenant majoritairement du milieu marin, cela a eu pour conséquence d'amplifier le phénomène de sédimentation, en particulier dans la zone amont de l'estuaire de la Rance. La modification de l'hydrodynamisme et l'accumulation de sédiments fins ont impacté les usages, notamment la plaisance et la pêche à pied, mais également transformé les paysages estuariens.

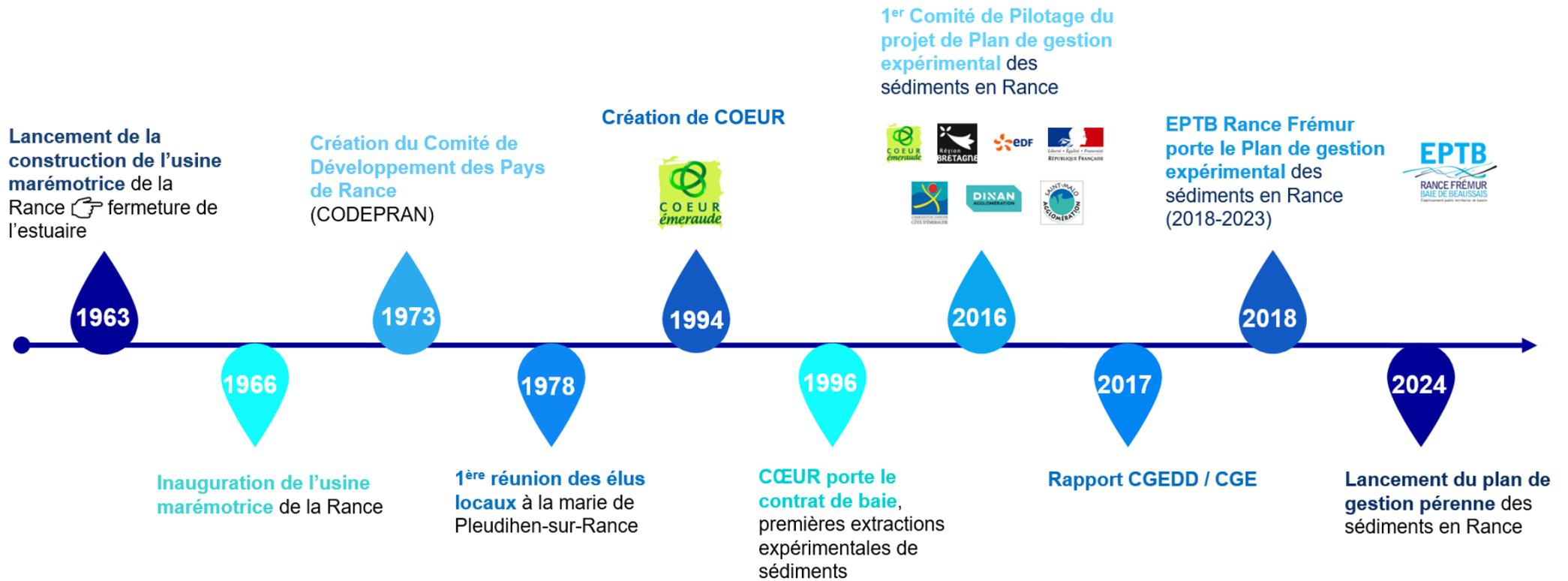
Les mobilisations associative et politique du territoire sur la question de la gestion sédimentaire deviennent très actives dès la fin des années 70. Créé en 1973, le Comité de Développement des Pays de Rance (CODEPRAN) va être progressivement sensibilisé au problème de sur-sédimentation pour la Rance fluviale. Le 26 octobre 1978, à Pleudihen-sur-Rance, la première réunion d'alerte des acteurs locaux sur le sujet de l'envasement dans l'estuaire a constitué une étape clé dans la mobilisation du territoire.

A compter des années 1990, des opérations expérimentales ponctuelles ont eu lieu pour agir sur la sédimentation sans qu'une gestion pérenne des sédiments ne puisse être mise en place. Plusieurs associations souhaitant agir pour améliorer la qualité environnementale de l'estuaire voient le jour : l'association CŒUR (Comité Opérationnel des Elus et Usagers de la Rance) est ainsi créée en 1994 et devient le porteur du Contrat de baie en 1996 qui portait sur trois volets dont la gestion des sédiments. Pour ce volet, plusieurs opérations de dragage, dont la création du piège du Lyvet, ont été réalisées au cours du Contrat de baie. Ce dernier prend finalement fin en 2005 sur une déception des acteurs locaux quant aux volumes de sédiments extraits par rapport à l'objectif fixé.

Depuis la fin du Contrat de baie, l'association CŒUR, devenue CŒUR Émeraude, a poursuivi des actions de gestion sédimentaire dont la création du site de transit de La Hisse et le vidage du piège du Lyvet en 2014/2015. En réponse à une demande locale forte avec la publication de plusieurs propositions de plan de gestion pérenne, une expertise interministérielle a été réalisée en 2016 par le conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD) et le conseil général de l'économie (CGE) afin d'évaluer la problématique de l'envasement dans l'estuaire de la Rance et ses conséquences.

Cette expertise conclut que *« l'extension du phénomène d'envasement de l'estuaire de la Rance a atteint aujourd'hui un niveau tel qu'il convient de réduire au maximum les dépôts, voire de mettre un terme à la progression des volumes de sédiments qui continuent à se déposer, par diverses mesures de gestion sédimentaire dont le piégeage est une possibilité parmi d'autres. [...] En revanche elle n'est pas convaincue de l'intérêt de draguer massivement les sédiments déposés jusqu'ici compte tenu des conséquences possibles en termes d'habitat et de biodiversité et de leur coût considérable. »*. Compte tenu des incertitudes associées au processus de sédimentation dans l'estuaire de la Rance, à son évolution depuis la construction de l'usine et à l'efficacité des mesures de gestion sédimentaire qui demeurent, le CGEDD et le CGE ont recommandé la mise en œuvre d'une phase expérimentale préalable à la définition d'un plan de gestion durable (rapport CGEDD/CGE, 2017).

Ainsi, à compter de mi-2018, un plan de gestion expérimental des sédiments de l'estuaire de la Rance, co-piloté par l'Etat et la Région Bretagne et sous maîtrise d'ouvrage de l'EPTB Rance Frémur, a été mis en œuvre sur une durée de 5 ans. Ce plan expérimental a été co-financé par l'Etat, la Région Bretagne, les trois EPCI bordant l'estuaire - Dinan Agglomération, Saint-Malo Agglomération, Communauté de Communes Côte d'Émeraude et EDF.



Historique synthétique

Sur la base des recommandations du rapport CGEDD/CGE, le plan expérimental avait pour ambition d'aboutir à un plan de gestion pérenne tout en intégrant une dimension écologique en lien avec l'atteinte du bon potentiel de l'estuaire demandée par la Directive cadre sur l'eau. Il comprenait :

- Un volet recherche et développement mis en œuvre avec l'appui d'un Conseil scientifique pour un montant de 1.7 M€ ;
- Un volet opérationnel dans lequel ont été réalisées diverses expérimentations de gestion sédimentaires, un dragage du piège du Lyvet et une valorisation de ces sédiments extraits, pour un montant global de 5.95 M€.

Au terme des cinq années, ce plan expérimental a permis de préciser la connaissance du fonctionnement de l'estuaire, notamment les mécanismes à l'origine de la sur-sédimentation, les volumes accumulés à différentes échelles spatiales et temporelles... Il a également permis de tester différents modes de gestion sédimentaire pour aboutir à des préconisations adaptées au contexte de l'estuaire de la Rance.

L'ensemble des données et résultats obtenus dans le cadre de la phase expérimentale a été compilé pour construire la première brique (2024-2028) du plan de gestion pérenne des sédiments de l'estuaire de la Rance ainsi que des préconisations pour une gestion sédimentaire à plus long terme.

L'ambition des acteurs du territoire pour ce plan de gestion pérenne serait de se fixer comme objectif un volume de référence qui permettrait à la fois de stopper les apports annuels entrants de sédiments fins dans l'estuaire et de réduire le stock historique de sédiments accumulés depuis la mise en service de l'usine marémotrice. L'objectif sera également d'examiner la révision des obligations de l'exploitant de l'usine marémotrice en lien avec les impacts induits par l'ouvrage sur l'environnement et les usages, en prévision du renouvellement de la concession en 2043.

Les moyens techniques et financiers mobilisables à l'heure actuelle ne permettent pas d'atteindre l'idéal de volume vers lequel tendre. La première phase du plan de gestion pérenne a donc été construite sur la base d'enjeux prioritaires à court terme. Les orientations qui en découlent sont susceptibles d'évoluer selon la progression des réflexions et des résultats obtenus à l'issue de cette première brique, dans un objectif de répondre au mieux aux attentes du territoire.

Ce document ne traite pas de l'atteinte du bon potentiel écologique de l'estuaire de la Rance au sens de la Directive Cadre sur l'Eau et du SDAGE Loire-Bretagne. Pour améliorer les paramètres évalués en état moyen (poissons et macroalgues), il faut agir sur l'ensemble du bassin versant de la Rance pour réduire les arrivées d'azote, phosphore et autres micropolluants dans l'estuaire. C'est l'objet du SAGE Rance Frémur et du contrat territorial dans lesquels les collectivités sont engagées.

Ce plan élabore des objectifs ambitieux, volontairement limités, qui dépendront par ailleurs des financements alloués par les partenaires. Si ces objectifs ne pouvaient être atteints, ils constitueront toutefois une base de travail pour mener les actions qui seront validées par un comité de pilotage, en fonction des crédits disponibles.

SYNTHESE

Une réflexion de longue date...

La définition des actions prioritaires à mener dans le cadre du plan de gestion pérenne fait suite à plusieurs décennies de réflexion sur le territoire concernant la problématique de la sédimentation dans l'estuaire de la Rance. Au cours de cette période, de nombreuses analyses du fonctionnement de l'estuaire, de l'influence du barrage marémoteur sur celui-ci, ainsi que des expérimentations ou travaux de gestion sédimentaire ont été réalisés, en particulier durant le plan de gestion expérimental 2018/2023. Cette phase expérimentale a permis de mobiliser des moyens conséquents pour tester des opérations de gestion sédimentaire dans l'estuaire (extractions en zones sous contraintes environnementales, redistribution vers la mer), initier les démarches pour développer de nouvelles filières de valorisation et mener des réflexions sur un fonctionnement alternatif du barrage pour limiter les apports entrants.

Un plan de gestion évolutif...

Le plan de gestion pérenne vise à traiter les accumulations de sédiments fins dans l'estuaire qui se sont amplifiées depuis la mise en service du barrage marémoteur en 1966 et à limiter les nouveaux apports. Sur la base des nombreuses connaissances exploitées par le Conseil Scientifique et l'EPTB Rance Frémur, deux types d'action sont programmés : agir sur les apports provenant majoritairement de la mer en adaptant le fonctionnement du barrage et agir sur les dépôts en place au niveau de secteurs à enjeux où une intervention par dragage est jugée nécessaire.

Sous l'impulsion du Préfet de Région, le plan de gestion pérenne est construit par phases jusqu'au renouvellement de la concession en 2043. Il débute par une première brique financée de 5 ans à compter de 2024. Au terme de chaque phase, une évaluation de l'efficacité des mesures prises sera faite, basée sur les retours d'expérience des opérations menées et sur les suivis du milieu, en particulier de la sédimentation. Ces évaluations périodiques permettront d'ajuster, au fur et à mesure, les actions prioritaires à réaliser lors de la phase suivante. La priorisation des actions sera faite en toute transparence de manière partagée par le biais de comité de pilotage et au travers d'actions de communication.

Avec des travaux priorisés pour la première phase 2024-2028...

Au cours de la phase expérimentale du plan de gestion, cinq leviers d'action, compatibles et cumulables entre eux, ont été identifiés par le Conseil scientifique :

- Les leviers 1 et 2 relatifs à un fonctionnement alternatif du barrage lors de tempête ou de façon plus systématique en agissant sur les courants de marée pour limiter les apports entrants ;
- Le levier 3 relatif au piégeage des sédiments dans le secteur amont et la gestion à terre incluant la valorisation des sédiments ;
- Les leviers 4 et 5 relatifs aux extractions locales ou d'un volume conséquent.

Au regard de l'avancée des travaux sur ces différents leviers, les actions retenues pour la période 2024/2028 visent, en priorité, des opérations d'extraction avec ou sans gestion à terre, dans des zones classées prioritaires par le groupe de travail de définition du plan de gestion pérenne telles que le piège du Lyvet ou des secteurs à enjeux (navigation et redynamisation des courants). La première phase du plan de gestion pérenne a pour ambition d'extraire un volume prévisionnel de 320 000 m³ de sédiments, sur diverses zones localisées majoritairement entre l'écluse du Chatelier et Port-St-Jean (partie amont de l'estuaire).

Les possibilités de gestion à terre d'importants volumes sont conditionnées par la capacité de stockage disponible et les filières de valorisation des sédiments associées. Ainsi, durant la première phase du plan de gestion, la création d'un second site de stockage de grande capacité constituera une priorité.

D'autres actions seront également menées tels que des suivis du milieu et des impacts environnementaux des opérations de gestion sédimentaire incluant une évaluation des bilans énergétiques à réaliser à l'issue de la première phase 2024-2028. Ces derniers contribueront à définir les orientations des phases suivantes du plan pérenne.

Incluant la poursuite des réflexions sur une adaptation du fonctionnement du barrage...

En parallèle, la définition de fonctionnements alternatifs du barrage (leviers 1 et 2) sera poursuivie en 2024 par le Conseil Scientifique, l'EPTB Rance Frémur et EDF, à l'aide du modèle hydrosédimentaire développé spécifiquement pour la gestion sédimentaire lors de la phase expérimentale. La faisabilité technique de leur mise en œuvre sera validée par EDF.

Les adaptations du fonctionnement du barrage, qui seront retenues après concertation des parties prenantes et validées par le Comité de pilotage, seront intégrées dans les actions prioritaires du plan de gestion pérenne avant d'être mises en œuvre par EDF.

Et des perspectives favorables pour la valorisation des sédiments, élément clé de la gestion pérenne.

Le plan de gestion pérenne intègre, dès la première phase 2024/2028, une augmentation de la capacité de stockage à terre et une optimisation de la gestion des sites existants afin d'accroître progressivement les possibilités d'extraction. Cela impliquera la diversification des filières de valorisation, adaptées à des sédiments partiellement salés.

A court terme, la principale filière permettant de valoriser d'importants volumes de sédiments est la valorisation agricole. Diverses filières complémentaires ont été étudiées au cours de la phase expérimentale pour substituer des matériaux tel que le sable, par des sédiments fins. Des études de faisabilité et des pilotes ont ainsi été réalisés pour le béton dans diverses applications, les talus végétalisés et l'amélioration des sols en mélangeant des sédiments avec d'autres déchets verts. D'autres sont en cours d'examen : l'aménagement cyclable, les briques en terre crue...

Le développement de nouvelles filières sur le territoire dépend d'une part des évolutions réglementaires visant depuis plusieurs années à favoriser l'utilisation de sédiments de dragage et, d'autre part, du principe de l'offre et de la demande. La pérennisation de filières de valorisation nécessite l'implication de multiples acteurs : des maîtres d'ouvrages pour créer une demande régulière, des fournisseurs de sédiments tel que l'EPTB Rance Frémur, des entreprises pour produire les matériaux transformés et réaliser les travaux, et les services de l'Etat pour les aspects réglementaires. Une démarche de concertation auprès de ces acteurs, débutée en 2023, constitue une étape clé pour pérenniser de nouvelles filières de valorisation sur le territoire.

L'une des préoccupations des maîtres d'ouvrage ou des entreprises vis-à-vis de l'utilisation de sédiments en dehors des coûts de mise en œuvre est la durabilité des matériaux ou des ouvrages. Pour répondre à cette préoccupation, les retours d'expérience ont mis en évidence l'importance de multiplier les projets pilotes pour, à terme, créer une véritable « culture » du réemploi des sédiments.

*Les termes avec un * sont définis dans le lexique en fin de document page 36.*

PARTIE 1 : ETAT DES LIEUX ET DIAGNOSTIC

L'état des lieux et le diagnostic basés sur l'exploitation des connaissances acquises et des retours d'expérience font l'objet d'un document séparé (Tome 2). Il aborde les deux volets suivants :

- **Le fonctionnement de l'estuaire d'un point de vue hydrosédimentaire, écologique et territorial.**

Ce volet vise à développer la démarche scientifique menée par le Conseil Scientifique sur la base des résultats issus des études antérieures au plan expérimental. Les choix pris par le conseil scientifique pour tenter de répondre aux questions relatives au fonctionnement de l'estuaire et aux enjeux qui se posent sur ce territoire y sont expliqués.

Ce chapitre n'a pas pour objectif de présenter en détail les résultats obtenus dans le cadre du plan expérimental, ces derniers étant déjà formalisés de façon précise au sein du rapport diagnostic du Conseil Scientifique. Il vise à rappeler les principaux messages qui ont été exploités lors de la phase de définition du plan de gestion pérenne.

- **Les retours d'expérience de la gestion sédimentaire dans l'estuaire de la Rance.**

Après un rappel de l'historique des opérations menées dans l'estuaire de la Rance, ce volet a pour but de présenter un bilan des expérimentations de gestion sédimentaire menées par l'EPTB Rance Frémur et par les précédents maîtres d'ouvrage. Ce bilan concerne tous les aspects de cette gestion des sédiments incluant les différentes modalités possibles (extraction, redistribution vers la mer, stockage à terre et valorisation).

Chaque expérimentation réalisée dans le cadre du plan expérimental a été exploitée pour en tirer des enseignements et des préconisations pour la première phase du plan de gestion pérenne.

L'ensemble des connaissances acquises et exploitées durant la phase expérimentale a servi de base pour définir les orientations du plan de gestion pérenne présentées ci-après dans la partie 3.

PARTIE 2 : SOCLE DU PLAN DE GESTION PERENNE

2.1. METHODOLOGIE

L'un des objectifs du plan de gestion préconisés dans le rapport CGEDD/CGE (2017) est de « mettre un terme ou réduire au maximum la sédimentation ».

Pour répondre à cet objectif, la première approche ciblée visait à définir un volume annuel de sédiments à gérer. Ce dernier a été évalué en considérant, dans un premier temps, l'évaluation des apports annuels entrants estimés par le Conseil Scientifique. Sur la base de l'analyse du différentiel bathymétrique* 2018-2010, 960 000 m³ de sédiments se seraient accumulés dans l'estuaire en huit ans, soit des apports annuels moyens estimés à 120 000 m³/an par le Conseil Scientifique. De nouvelles données bathymétriques Lidar* ont été acquises en 2023. Le traitement du différentiel 2023-2018 sera réalisé pour actualiser les apports entrants.

Par ailleurs, le Conseil Scientifique a estimé la quantité de sédiments déposés, avec et sans barrage, en se basant sur une simulation des entrées de sédiments par modélisation. Les résultats indiquent que 50 % au moins de la sédimentation dans l'estuaire seraient engendrés par la présence du barrage.

Dans un courrier adressé au Président de l'EPTB en septembre 2022, l'association du collectif des maires des communes des bords de Rance propose de cibler un objectif d'extraction qui ne se limiterait pas à l'apport annuel mais qui devrait « impérativement permettre de réduire le stock accumulé ». En faisant l'hypothèse d'une sédimentation constante de 120 000 m³/an, l'association estime que le volume accumulé dans l'estuaire depuis 1966 serait d'environ 6 millions de m³. Elle précise que « s'il est utopique de vouloir retrouver l'état initial, il est en revanche souhaitable de réduire ce stock par des prélèvements annuels complémentaires », fixant ainsi un objectif de volume minimal à extraire de 200 000 m³/an comprenant la gestion de l'apport annuel et un volume supplémentaire de l'ordre de 80 000 m³/an pour résorber progressivement les sédiments accumulés depuis 1966.

L'envasement d'un estuaire dépend de nombreux facteurs qui varient fortement à l'échelle spatio-temporelle tels que les apports de matières en suspension*, dépendant eux-mêmes de l'occupation du sol des bassins versants, ou encore, les apports en eaux douces et maritimes dépendant eux-mêmes des conditions climatiques et de la gestion des ouvrages hydrauliques. Par conséquent, l'estimation du stock historique de sédiments fins accumulés dans l'estuaire sur la base d'une projection linéaire de ces apports annuels depuis la mise en service du barrage en 1966 manque de fiabilité.

A la date de rédaction du plan de gestion pérenne, la gestion d'un volume annuel de 200 000 m³ est limitée par des critères de faisabilité notamment techniques et financiers. En effet, les seules modalités de gestion sédimentaire à disposition sont l'extraction avec stockage à terre sur deux sites (La Hisse à Saint-Samson-Rance et Port de Plouër-sur-Rance) et la redistribution vers la mer. Les contraintes techniques sont liées à la capacité limitée de stockage à terre, aux cadences et périodes de dragage autorisées.

Des solutions, autres que l'extraction, sont encore à l'étude en agissant, par exemple, sur l'hydrodynamisme de l'estuaire pour limiter les apports entrants ou les dépôts de sédiments fins.

Dans l'attente de pouvoir atteindre des volumes annuels plus importants, une nouvelle approche a été privilégiée et se base sur :

- L'identification des zones présentant un enjeu lié à un usage tel que la navigation, les mouillages et les fonctionnalités à préserver ;
- Parmi ces zones, la priorisation des secteurs sur lesquels il est nécessaire d'intervenir à court terme ;
- L'estimation des volumes potentiels à gérer au droit de ces zones.

Le travail a été mené dans un cadre concerté par le biais d'un groupe de travail. Ce dernier est composé d'élus des bords de Rance, de représentants de l'Etat, de la Région Bretagne, d'EDF, de Natura 2000 et de l'EPTB Rance Frémur. La définition du plan de gestion pérenne a été cadrée par le Préfet de Région lors du comité de pilotage du 9 décembre 2022 (extrait du compte-rendu) :

- « Le plan de gestion pérenne ne doit pas viser un horizon à 50 ans : une première brique de 2024 à 2028 doit en revanche être construite dans une logique calendaire allant jusqu'à la date de renouvellement de la concession (2043) » ;
- « Le plan pérenne doit objectiver les usages actuels, les fonctionnalités à maintenir, voire à restaurer » ;
- « Le plan de gestion pérenne consiste à présenter des actions pouvant être financées. »

2.2. OBJECTIFS DU PLAN DE GESTION PERENNE

Des actions telles que la mise en place d'un fonctionnement alternatif de l'usine marémotrice ou des extractions de sédiments pour redynamiser un secteur visent à impulser une modification du fonctionnement de l'estuaire pour limiter voire supprimer localement les dépôts de sédiments fins.

Toutefois, toute opération de gestion sédimentaire d'envergure entraînera des modifications significatives de la dynamique hydrosédimentaire. L'estuaire de la Rance étant un écosystème complexe, ces modifications et leurs conséquences potentielles sont difficilement prévisibles sur le long terme.

Ainsi, en l'état actuel de nos connaissances, la planification d'opérations de gestion sédimentaire ne peut être projetée sur plusieurs décennies que pour l'entretien de zones à enjeux et réputées pour se combler rapidement telles que le piège à sédiments du Lyvet ou le port de Plouër-sur-Rance. En revanche, pour des opérations de redynamisation de secteur où l'objectif est de modifier les courants pour réduire localement la sédimentation, il est nécessaire de mettre en place des suivis sur plusieurs années pour s'assurer de l'efficacité de ces mesures. Il est également préconisé d'éviter d'enchaîner des opérations d'envergure sans prise en compte des effets induits par les précédentes opérations afin de limiter les risques de non atteinte des objectifs fixés (effets potentiellement antagonistes) ou permettre d'identifier la méthode la plus efficace.

La stratégie retenue n'est donc pas de détailler un plan d'action à l'horizon 2043, date de renouvellement de la concession de l'UMR, mais de planifier, par période de cinq ans, des opérations pour réduire, autant que nécessaire, la sédimentation avec révision des objectifs en fonction des résultats obtenus.

Les réflexions menées par le groupe de travail de définition du plan de gestion pérenne se sont focalisées sur une première période de 2024 à 2028, sur la base des connaissances acquises et des retours d'expériences des opérations de gestion sédimentaire. La planification des opérations a été faite en considérant que :

- La réduction des apports entrants en modifiant le fonctionnement du barrage ne pourra pas être effective à court terme. Les modalités de fonctionnement alternatif du barrage sont en cours de définition par le Conseil Scientifique, EDF et l'EPTB (éléments attendus pour mi-2024).
- La sécurisation de certains usages (en particulier la navigation) et la limitation de la sédimentation au regard des apports annuels nécessitent d'intervenir dès 2024.
- Les modalités techniques, réglementaires et financières considérées sont semblables à celles appliquées durant le plan de gestion expérimental ou issues des retours d'expérience passés. Cela concerne notamment les cadences d'extraction, les périodes et cadences de rejet devant le barrage, un stockage de sédiments sur les sites de transit de la Hisse et de Plouër-sur-Rance ainsi qu'une valorisation des sédiments principalement agricole.
Les possibilités d'optimiser ces modalités de gestion seront étudiées au cours de la phase 2024/2028.
- Chaque opération devra faire l'objet d'une concertation fine auprès des acteurs locaux.

Le travail de concertation avec le groupe de travail a permis de définir les objectifs suivants :

- Extraire un volume estimé à 320 000 m³ de sédiments entre 2024 et 2028. Des zones prioritaires de dragage ont été identifiées en lien majoritairement avec l'enjeu navigation ;
- Poursuivre les démarches engagées pour la création d'un second grand site de transit des sédiments ;
- Poursuivre les démarches engagées pour développer de nouvelles filières de valorisation des sédiments sur le territoire pour aboutir à une diversification des filières à court terme ;
- Poursuivre les réflexions et/ou tester les leviers relatifs au fonctionnement du barrage afin de réduire les apports entrants de sédiments dans l'estuaire ;
- Mettre en place des suivis pour évaluer l'évolution du milieu et l'efficacité des opérations programmées sur la période 2024/2028 ;
- Déterminer les possibilités d'optimisation des moyens et de mutualisation avec d'autres maîtres d'ouvrage à court et moyen terme ;
- Planifier la gestion sédimentaire envisagée à compter de 2028 en tenant compte des divers retours d'expérience ou démarches réalisées durant la première brique.

Par ailleurs, bien que l'exploitation du barrage ait un impact sur la sédimentation dans l'estuaire, le territoire ne pourrait pas se passer de cet outil, tant par l'énergie produite localement en Bretagne que pour les usages comme celui qu'offre ce pont essentiel entre les deux rives de l'estuaire. Ainsi, le plan de gestion pérenne aura également pour but d'examiner la révision des obligations de l'exploitant de l'usine marémotrice en lien avec les impacts induits par l'ouvrage sur l'environnement et les usages, en prévision du renouvellement de la concession en 2043.

2.3. CADRAGE DU PLAN DE GESTION PERENNE

2.3.1. DUREE DU PLAN DE GESTION

Comme préconisé dans le rapport CGEDD/CGE, le plan de gestion pérenne des sédiments de l'estuaire de la Rance doit être projeté jusqu'en 2043, date de renouvellement de la concession de l'usine marémotrice.

Toutefois, sa mise en œuvre nécessite un phasage par période de cinq ans pour permettre une évaluation de l'efficacité des mesures au regard des objectifs fixés et la révision des objectifs de gestion sédimentaire selon les besoins. Une revoyure est donc programmée tous les cinq ans pour intégrer les retours d'expérience, les nouvelles données acquises et l'impact des mesures mises en œuvre sur le milieu et les usages.

La première phase du plan de gestion pérenne concerne la période 2024/2028.

2.3.2. GOUVERNANCE DU PLAN DE GESTION

Les instances de gouvernance mises en place sont détaillées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Instance de gouvernance du plan de gestion pérenne des sédiments de l'estuaire de la Rance

	Composition	Rôle	Fréquence
Conseil scientifique	Experts désignés en fonction des missions	A définir	Selon le besoin
Comité de pilotage	Représentants des parties prenantes : Etat, Région, Départements, EPCI, EDF et autres acteurs locaux	Bilan annuel des opérations ; priorisation et validation du programme d'action ; validation de l'emploi des finances disponibles	1 fois / an
Comité technique	A définir	Proposition / planification des opérations Préparation du comité de pilotage	Avant chaque comité de pilotage et selon le besoin
Comité des financeurs	Représentants des financeurs	Validation des budgets	Selon le besoin

2.3.3. MAITRISE D'OUVRAGE DU PLAN DE GESTION

La maîtrise d'ouvrage du plan de gestion des sédiments de l'estuaire de la Rance est confiée à l'EPTB Rance Frémur. Celle-ci comprend :

- L'actualisation ou le développement des connaissances sur l'estuaire nécessaire à la planification des opérations de gestion sédimentaire et au suivi du phénomène d'envasement, en exploitant les données existantes ou nouvellement acquises ;
- La mise en œuvre des opérations de gestion sédimentaire définies en concertation avec les acteurs locaux, incluant la gestion du ou des sites de transit des sédiments ;
- La recherche et, dans la mesure du possible, la mise en œuvre de solutions pour optimiser la gestion sédimentaire actuelle (régie, mutualisation des moyens...) en tenant compte des avancées technologiques ;
- Le développement de nouvelles filières de valorisation en lien avec les besoins du territoire, dans une logique d'économie circulaire ;
- Une évaluation environnementale et financière des actions mises en œuvre.

Les mesures de réduction de la sédimentation liées à une adaptation du fonctionnement du barrage, nécessitent plusieurs étapes :

- La définition des modalités de mise en œuvre pour les leviers 1 et 2 sur proposition du Conseil Scientifique en lien avec l'EPTB Rance Frémur, après validation de la faisabilité technique de ces modalités par EDF ;
- La validation par le Comité de pilotage de l'intégration de ces leviers dans les actions prioritaires du plan de gestion pérenne ;
- La mise en œuvre effective par EDF des actions liées au fonctionnement du barrage.

Pour veiller à une gestion pertinente des sédiments à l'échelle de l'estuaire, toutes les opérations qui s'y prêtent devront être coordonnées avec les autres maîtres d'ouvrage du territoire à savoir : EDF, commune de Plouër-sur-Rance et la Région Bretagne.

2.4. COMMUNICATION

Au cours des cinq années du plan de gestion expérimental, de nombreuses informations ou données ont été acquises et traitées afin de mieux appréhender le fonctionnement de l'estuaire et programmer des expérimentations de gestion sédimentaire. L'état des lieux présenté dans le Tome 2 constitue une synthèse condensée des analyses réalisées. La vulgarisation et la diffusion de ces travaux auprès des acteurs locaux sont nécessaires. Ainsi, une attention particulière devra être portée sur la communication auprès des acteurs locaux et du grand public pour les sensibiliser sur :

- Le fonctionnement hydrosédimentaire et écologique de l'estuaire de la Rance ;
- La qualité des sédiments marins de la Rance ;
- Les opérations de gestion sédimentaire mises en œuvre ;
- Les possibilités de valorisation des sédiments.

Les actions de communication pourront être menées sous différentes formes : diffusion via le site internet de l'EPTB, plaquette informative, expositions itinérantes...

PARTIE 3 : SOLUTIONS PROPOSEES ET SUIVIS

3.1. SOLUTIONS PROPOSEES POUR AGIR SUR LES DEPOTS EN PLACE (LEVIERS 3, 4, 5)

3.1.1. CONTEXTE

Suite au constat des fortes accumulations de sédiments fins depuis des décennies dans l'estuaire et en particulier dans la partie amont entre l'écluse du Châtelier et Port-St-Jean, des interventions par dragage sont demandées par divers acteurs du territoire pour améliorer ou faciliter certains usages (plaisance, baignade, paysage...).

Dans l'attente de la mise en place des leviers d'action permettant de réduire les apports entrants, des opérations de dragage sont programmées dans la première phase de gestion 2024/2028 pour extraire des sédiments du piège du Lyvet, améliorer les conditions de navigation en certains lieux et redynamiser les courants dans la plaine de Mordreuc. Les sites visés pour cette première phase sont constitués majoritairement de dépôts en place depuis plusieurs années qui ne sont pas susceptibles d'être remobilisés sans une intervention par dragage.

L'objectif à terme sera également de monter en puissance en termes de volumes gérés via les différents leviers en fonction de l'évolution de la capacité de stockage à terre, des filières de valorisation développées, des moyens techniques disponibles, des possibilités de régie ou de mutualisation des moyens avec d'autres maîtres d'ouvrage (EDF, commune de Plouër-sur-Rance, Région Bretagne...) pour réduire les coûts...

Les éléments suivants ont été définis sur la base des retours d'expérience des expérimentations menées par le passé, détaillées dans le tome 2 « Etat des lieux et diagnostic ».

3.1.2. ZONES PRIORITAIRES DE DRAGAGE

Des zones prioritaires de dragage ont été définies dans le cadre du groupe de travail de définition du plan de gestion pérenne. Cette priorisation a été faite en considérant en premier lieu, l'enjeu navigation, la redynamisation des courants pour limiter les futurs dépôts et la préservation de sites naturels particuliers.

3.1.2.1. Identification des zones prioritaires de dragage

Diverses zones répondant à ces enjeux ont été identifiées et priorisées. Les zones à priorité élevée à moyenne ont été retenues pour la phase de gestion 2024/2028. D'autres secteurs où une intervention est souhaitée mais pour lesquelles il est nécessaire d'étudier plus en détails les objectifs et/ou les modalités d'action ont été identifiés comme « Zones à définir ». Enfin, des secteurs ont été identifiés comme « à surveiller » : le besoin d'extraction n'est pas impératif à court terme mais ils sont susceptibles de devenir des sites prioritaires selon l'évolution de la sédimentation à venir. Ces zones à surveiller sont essentiellement des zones de mouillages.

Cet inventaire des zones de dragage prioritaires ou potentielles sera complété au fur et à mesure du plan de gestion selon des besoins complémentaires à identifier, les impacts des opérations de redynamisation réalisées...

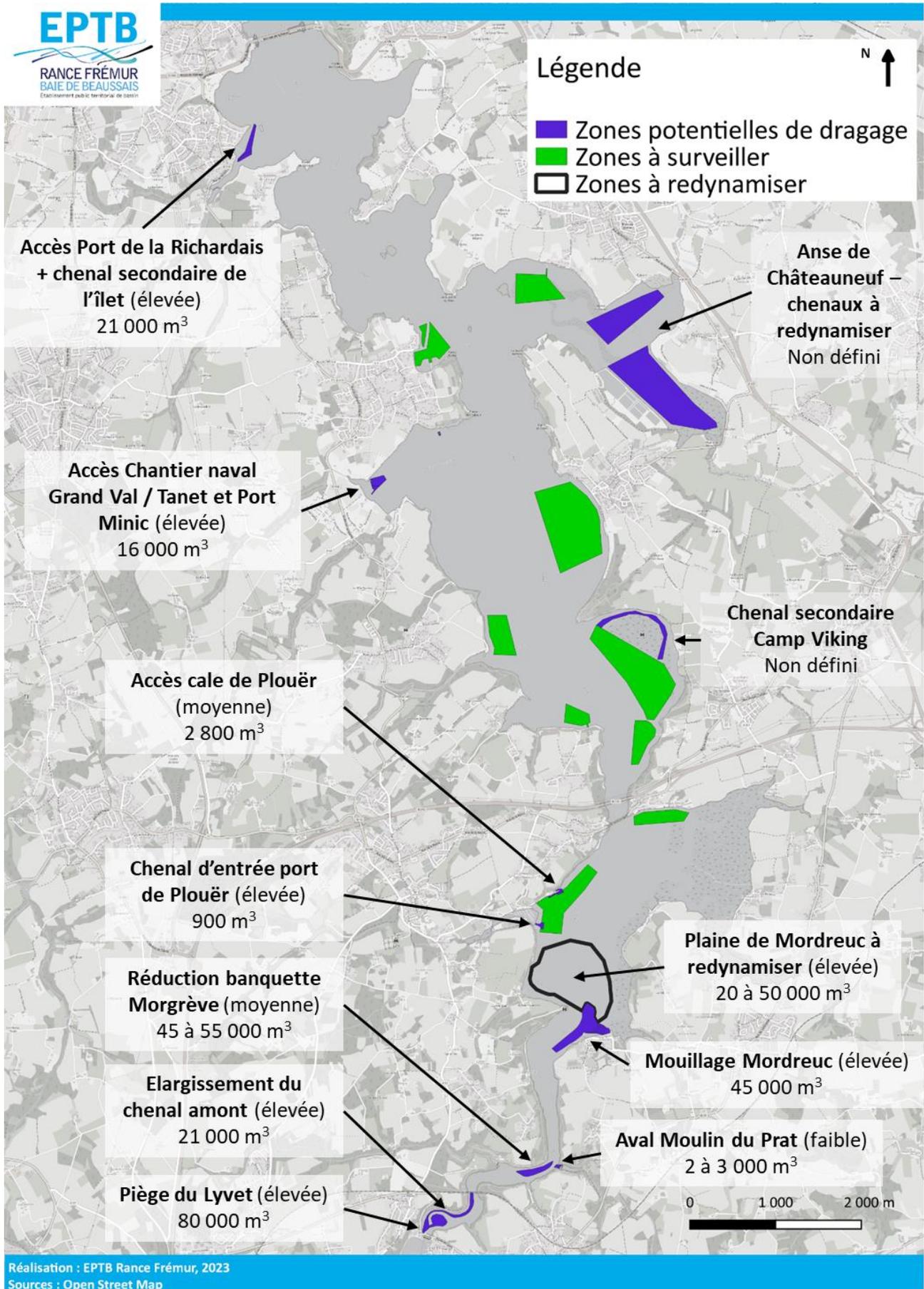


Figure 1 : Zones potentielles de dragage avec volume estimatif à extraire et zones à surveiller à compter de 2024. Niveau de priorité indiqué entre parenthèses (élevée, moyenne et faible)

3.1.2.2. Estimation des volumes potentiels à draguer

Les volumes potentiels de sédiments à draguer au droit des zones prioritaires pour la phase 2024/2028 ont été déterminés en considérant pour :

- L'enjeu navigation : rétablissement d'une hauteur d'eau de 2 m dans les zones propices à la navigation, lorsque les niveaux d'eau sont à 8,5 mètres Cote Marine* (mCM) soit une cote du fond à 6,5 mCM (objectif basé sur les obligations d'entretien du chenal par EDF liées à la concession du barrage).
- Après concertation d'élus concernés et compte tenu de la localisation de certaines zones prioritaires proches de cales ou des berges de l'estuaire, cette cote d'objectif a été adaptée pour éviter notamment la création de fosses profondes pouvant être des pièges naturels de sédiments.
- La redynamisation des courants : il est impossible de fixer des cotes d'objectif pour ce type de projet sans une analyse préalable par modélisation des courants et de l'évolution de la morphologie et de la sédimentation suite aux extractions. Un volume approximatif a malgré tout été défini pour définir un budget prévisionnel global du plan de gestion pérenne.

Les levés bathymétriques* de 2018 ont été utilisés pour estimer les volumes provisoires à extraire. Ces volumes seront affinés lors des études préalables aux projets.

Les zones prioritaires ciblées pour la phase 2024/2028 et les volumes par site sont détaillés dans le tableau ci-dessous. Au cours de cette période, deux opérations seront programmées au niveau du piège du Lyvet.

Tableau 2 : Volume provisoire de dragage estimé pour chaque zone prioritaire de dragage

Zone de l'Estuaire	Priorité	Volumes provisoire (m ³) estimée avec la bathymétrie 2018
Elargissement chenal amont	Elevée	21 000
Piège du Lyvet	Elevée	80 000
Banquette Morgrève	Moyenne	45 à 55 000
Moulin du Prat	Faible mais proche Morgrève	2 à 3 000
Mouillages Mordreuc	Elevée	45 000
Plaine de Mordreuc	Elevée	Estimé 20 à 50 000
Chenal port Plouër	Elevée	900
Accès cale Plouër	Moyenne	2 800
Chenal accès Grand Val et Tanet - Port Minic	Elevée	16 000
Port + ilet La Richardais	Elevée	21 000

Chaque zone est présentée en détails en annexe 1 (délimitation, enjeux, volumes estimés...).

La préparation des projets sur chacune des zones nécessitera :

- La définition de la nature du sédiment en place et une étude affinée de la dynamique hydrosédimentaire du secteur (via les données précédemment acquises, des modélisations en cas de besoin, etc.)
- L'étude de l'interrelation entre les dragages des zones et les impacts potentiels sur les secteurs environnants et sur les zones potentielles de dragage situées à proximité (exemple : élargir le chenal en amont impactera potentiellement la plaine de Mordreuc).
- Le phasage des travaux à proposer en fonction du site d'étude (type d'engin, gestion des sédiments dragués, planification...)
- Les études réglementaires (Loi sur l'eau, Sites classés, Natura 2000, etc.)

3.1.2.3. Planification des opérations et modalités de gestion pressenties

Pour la planification des opérations, plusieurs facteurs ont été pris en compte :

(1) Le volume maximal de sédiments pouvant être dragué durant la période autorisée de dragage en fonction des méthodes employées et des cadences associées

(2) La proximité des zones prioritaires de dragage entre elles pour combiner les actions et les facteurs influençant les modalités de dragage (cote bathymétrique des fonds...)

(3) La capacité de stockage à terre disponible

(4) La fréquence de remplissage des sites de transit

Des cycles de remplissage/vidage des sites de transit ont ainsi pu être fixés pour la période 2024/2028.

Tableau 3 : Cycles de remplissage/vidage des sites de transit de la Hisse et de Plouër-sur-Rance sur la période 2024/2028

Site	Sept. 2024	Sept. 2025	Sept. 2026	Sept. 2027	Sept. 2028	Sept. 2029
LA HISSE	Remplissage (100 000 m ³) ↑	-	Valorisation 1 (partielle)	Valorisation 2 + Remplissage (90 000 m ³)	-	Valorisation 1 (partielle)
PLOUER	Valorisation étanchéification La Hisse	Remplissage (10 000 m ³)	-	Valorisation + Remplissage (10 000 m ³)	Valorisation si désalinisés après 1 an	Valorisation après 2 ans

Concernant la valorisation des sédiments du site de la Hisse, celle-ci est programmée en deux opérations compte tenu des volumes conséquents à valoriser.

Le tableau suivant synthétise les sites visés par une opération année par année et les modalités de gestion pressenties.

Tableau 4 : Programmation des travaux de dragage sur la période 2024/2028 et modalités de gestion

Années	Volumes provisoires (m ³)	Sites concernés	Modalités de gestion pressenties
2024/2025	100 000	<ul style="list-style-type: none"> Dragage du piège du Lyvet Elargissement à 30 m du chenal amont entre l'écluse du Châtelier et le pont de Lessard 	Dragage hydraulique Stockage des sédiments sur le site de transit de La Hisse
2025/2026	60 000	<ul style="list-style-type: none"> Redynamisation des courants à Mordrec Amélioration de l'accès au port de Plouër Amélioration des accès aux chantiers navals de Grand Val et Tanet - Port Minic Amélioration des accès au port de La Richardais et dragage d'un chenal le long de l'îlet pour l'isoler (enjeu oiseaux) 	Dragage hydraulique Stockage de 10 000 m ³ de sédiments sur le site de transit de Plouër et redistribution devant le barrage des 50 000 m ³ restants
2026/2027	50 à 60 000	<ul style="list-style-type: none"> Approfondissement de la zone de mouillages de Mordrec Amélioration de l'accès à la cale de Plouër 	Dragage mécanique (présence de corps morts) Redistribution devant le barrage
2027/2028	100 000	<ul style="list-style-type: none"> Dragage du piège du Lyvet Réduction de la banquette rive gauche à Morgrève gênant la navigation Dégagement côté estuaire de l'ouvrage du moulin du Prat 	Dragage hydraulique Stockage des sédiments sur les sites de transit de La Hisse (90 000 m ³) et sur le site de Plouër (10 000 m ³)
TOTAL	310 à 320 000 m ³		

D'un point de vue réglementaire, la période des dragages s'étale de septembre à mars. Cependant les activités de pêche professionnelle à la Coquille Saint-Jacques étant très actives en amont direct du barrage entre octobre et décembre, une gestion par redistribution des sédiments sera préconisée de janvier à mars. Par ailleurs, un risque de prolifération de la microalgue toxique *Alexandrium* subsiste en Rance. Selon Le Bec et al. (2016), le risque de développement d'un bloom d'*Alexandrium* est fortement réduit quand les apports en eau douce sont importants (baisse de la salinité), l'ensoleillement faible et la température des eaux est inférieure à 14°C. Les kystes d'*Alexandrium* sont présents dans les sédiments sous forme de poches difficiles à localiser sans une recherche en laboratoire dans des échantillons de sédiments. Leur découverte est par conséquent aléatoire. Ainsi, il est préconisé de ne pas réaliser d'extractions lorsque la température des eaux dépasse 15°C pour limiter le risque de développement de bloom d'*Alexandrium*.

3.1.3. GESTION A TERRE DES SEDIMENTS

3.1.3.1. Création d'un nouveau site de transit

Afin d'augmenter la capacité de stockage à terre des sédiments de dragage, l'EPTB cherche à disposer d'un second site de transit en rive droite de l'estuaire, proche de la plaine de Mordreuc dans la zone amont où la sédimentation est importante.

Les recherches ont été ciblées sur 6 communes bordant l'estuaire : St-Hélen, La Vicomté-sur-Rance, Pleudihen-sur-Rance, La Ville-Es-Nonais, St-Suliac et St-Père-Marc-en-Poulet. Après analyses, trois sites potentiels ont été retenus : 2 sur la commune de Pleudihen-sur-Rance et un site sur la commune de la Ville-Es-Nonais. La capacité de stockage dépendra entre autres de la configuration du site et de l'agencement des lagunes (pente, hauteur de digue...). Le choix du site qui sera aménagé durant la première phase du plan de gestion pérenne dépendra principalement de l'acquisition foncière.

Le délai nécessaire pour la création d'un nouveau site est évalué à 4 ans minimum incluant les phases d'acquisition foncière, d'études préalables pour préciser l'aménagement, d'études réglementaires et la phase travaux. La tenue de ce délai nécessite de progresser sur les études préalables durant 1 an, en parallèle de la phase d'acquisition foncière si un consensus d'achat est confirmé avec le(s) agriculteur(s).

3.1.3.2. Optimisation de la gestion du site de transit de la Hisse et du fonctionnement du piège du Lyvet

Le dispositif constitué par l'association du piège à sédiments du Lyvet et du site de transit de La Hisse est fonctionnel et a montré depuis une vingtaine d'années son efficacité, en particulier le piège.

3.1.3.2.1. Optimisation et/ou augmentation du piégeage

D'après une évaluation des volumes de sédiments accumulés dans le piège entre 2019 et 2023, la quantité de sédiments piégés est de 80 000 m³ (IDRA, 2023). Pour disposer d'une capacité de piégeage plus importante, un agrandissement du piège serait nécessaire. Selon le suivi mené par l'INSA sur la dynamique de remplissage du piège de 2001 à 2007, le piège serait comblé à 80 % au bout de 2 ans et arrivé à saturation après 3 ans. La dynamique de remplissage sera à suivre au cours des années suivant son dragage prévu en 2024/2025 afin de confirmer cette vitesse de comblement.

Dans l'attente, il peut être considéré que le piège atteint 80 % de sa capacité en 2 ans (64 000 m³ soit 32 000 m³/an) et 100 % en 3 ans (80 000 m³ soit 26 000 m³/an). Sur cette base et tel que préconisé par le Conseil Scientifique, un dragage du piège pourrait être programmé tous les 2 ans sous réserve que les sédiments stockés ensuite sur le site de la Hisse puissent être valorisés également en 2 ans.

3.1.3.2.2. Optimisation et/ou augmentation du stockage dans le site de transit

L'optimisation du fonctionnement du piège du Lyvet en le draguant plus fréquemment et/ou en accélérant son remplissage n'est possible que si les sédiments peuvent être valorisés en 2 ans. Actuellement, la filière qui permet de gérer d'importants volumes de sédiments est l'amendement agricole. Cette dernière nécessite que les sédiments soient suffisamment désalinisés et déshydratés. Le suivi de la désalinisation entre 2020 et 2022 des sédiments stockés montre que la teneur en sel reste trop élevée après 1.5 an de stockage dans certaines lagunes pour une valorisation en agriculture.

Pour pouvoir gérer de plus grand volume de sédiments sur le site de la Hisse, plusieurs options sont possibles : optimiser les phases de déshydratation et de désalinisation des sédiments, augmenter la capacité de stockage du site de la Hisse dans la limite des 100 000 m³ autorisés ou stocker un volume moindre dans les lagunes les plus profondes pour pouvoir valoriser les sédiments plus rapidement.

3.2. SOLUTIONS PROPOSEES POUR LA VALORISATION DES SEDIMENTS (LEVIER 3)

3.2.1. INTRODUCTION

Le plan de gestion expérimental des sédiments de l'estuaire de la Rance a permis de tester et d'assurer la faisabilité de plusieurs filières de valorisation des sédiments, et d'ouvrir des possibilités pour diversifier la valorisation des sédiments jusque-là centrée sur l'épandage des sédiments sur terres agricoles. A moyen-terme, la valorisation des sédiments pourrait être en partie réorientée vers des matériaux à forte valeur ajoutée.

Les éléments suivants ont été définis sur la base des retours d'expérience des expérimentations menées dans le cadre du plan expérimental 2018/2023, détaillées dans le tome 2 « Etat des lieux et diagnostic ».

3.2.2. BESOIN ET OPPORTUNITES POUR LA VALORISATION DES SEDIMENTS

3.2.2.1. Besoins concernant la valorisation agronomique

A l'heure actuelle, la demande exprimée du territoire en sédiments se concentre en majorité sur l'utilisation des sédiments en amendements pour les sols. Des agriculteurs locaux sont d'ores et déjà identifiés et receveurs de sédiments. De plus, les études menées par la Chambre d'agriculture montrent qu'un apport de sédiments peut être bénéfique pour les sols acides ou qui nécessitent d'être épaissis suite à une érosion.

Dans un rayon de 8km autour du site de transit de la Hisse, la disponibilité des parcelles serait suffisante pour gérer jusqu'à 280 000 m³ de sédiments par an, selon les modalités d'épandage fixées par arrêtés préfectoraux de 2014 et 2017. Ce mode de valorisation dispose par ailleurs d'une bonne acceptabilité sociale et d'un encadrement réglementaire spécifique, ce qui en permet une mise en œuvre aisée dans le cadre d'un transport et d'un épandage assuré par l'EPTB.

3.2.2.2. Besoins concernant les autres filières de valorisation

En l'absence de filière en place et de visibilité concrète à long terme sur les besoins du territoire, il est complexe de déterminer les besoins en sédiments pour des matériaux de construction tels que le béton, le ciment et les briques en terre crue ou encore pour des usages en techniques routières.

De manière générale, la raréfaction des granulats et des sables dans certaines régions françaises (à ce jour, moins importante en Bretagne qu'ailleurs) et l'évolution de la réglementation environnementale dans le secteur du bâtiment constituent des opportunités pour le développement de l'usage des sédiments fins de dragage. Pour faire face à la raréfaction de granulats, les secteurs du bâtiment et des travaux publics ont développé au cours des dernières années le remploi de gravats de chantiers pour une utilisation dans divers usages, par exemple en remblai routier. L'évolution du contexte réglementaire dans le domaine du bâtiment crée aussi un besoin de matières premières alternatives pour la production de matériaux moins émetteurs de CO₂. La réglementation environnementale de 2020 (RE 2020), en vigueur depuis 2022, définit en effet des seuils d'émissions limites de CO₂ pour les matériaux utilisés dans le bâtiment, au-delà desquels ils ne pourront plus être mis en œuvre. Ainsi, les sédiments de l'estuaire de la Rance représentent une perspective intéressante pour des matériaux « bas-carbone ». D'après les échanges menés avec des entreprises du secteur, une industrialisation de ces filières de valorisation en lien avec la construction pourrait nécessiter des volumes de plusieurs milliers de mètres-cube par an par filière.

Pour la création de merlon paysager, les volumes valorisables seront dépendants des opportunités locales et du besoin de matériaux additionnels pour créer ces aménagements. Les premières concertations menées auprès de maîtres d'ouvrage du territoire n'ont à ce jour pas mis en avant de besoin concret à court et moyen terme du fait d'un réemploi de matériaux ou remblais déjà présents sur site.

3.2.3. STRATEGIE DE VALORISATION DES SEDIMENTS DEFINIE

3.2.3.1. Rappel des quantités de sédiments à valoriser

Au regard de la demande exprimée localement pour les sédiments et de la prévision des dragages avec gestion à terre pour la première brique du plan de gestion pérenne, il est possible de planifier les phases de valorisation des sédiments selon leur degré de désalinisation. Les solutions de valorisation proposées seront effectives sous réserve de l'aboutissement des projets de valorisation en cours.

Selon les modalités de gestion actuelle, il faut attendre au minimum 1.5 ans pour que les sédiments soient suffisamment déshydratés et désalinisés pour être valorisés. Ainsi, une partie des sédiments dragués lors de l'opération Lyvet 4 entre fin 2024 et mars 2025 et stockés sur le site de la Hisse, pourront être valorisés à partir de septembre 2026. Les sédiments dragués à l'hiver 2025/2026 et stockés dans la lagune de Plouër-sur-Rance pourront être valorisés à l'automne 2027. En prenant en compte une réduction de 25% du volume des sédiments dans les lagunes au cours de la déshydratation par rapport au volume initial dragué (déshydratation et tassement), il est prévu un volume de sédiments à valoriser de 83 000 à 91 000 m³ au cours de la première brique du plan pérenne.

3.2.3.2. Filières privilégiées à court terme

3.2.3.2.1. Valorisation agricole des sédiments

A court terme, la valorisation agricole des sédiments est à privilégier pour sa facilité de mise en œuvre et sa capacité à valoriser d'importants volumes de sédiments. Le recours à cette valorisation est adaptable en fonction du volume de sédiments géré dans les autres filières en cours de développement.

L'objectif d'optimiser la valorisation agricole des sédiments sera poursuivi en adaptant la gestion des sites de transit et/ou en adaptant les modalités d'épandage des sédiments.

3.2.3.2.2. Etanchéité des lagunes

L'utilisation des sédiments pour étanchéifier les lagunes des sites de transit avant un nouveau remplissage sera à poursuivre. Un volume d'environ 15 000 m³ est nécessaire pour le site de la Hisse. Au cours de la 1^{ère} brique du plan de gestion pérenne, une étanchéification des lagunes de la Hisse sera à prévoir avant le remplissage de 2027-2028, ainsi que des lagunes du nouveau site de transit dont la mise en service est prévue en 2028-2029.

3.2.3.3. Autres filières à développer à court et moyen termes

3.3.3.3.1. Béton et ciment

Pour un usage des sédiments de l'estuaire dans des matériaux en béton, divers acteurs ont été identifiés au cours du plan expérimental en lien avec les différentes étapes de mise en œuvre de ce matériau : la validation des formulations, la production du béton puis sa mise en œuvre sur site.

Plusieurs entreprises locales ont montré leur intérêt pour l'utilisation de béton à base de sédiments dans de futurs chantiers, telle que l'entreprise locale Construction Côte d'Emeraude. Ils représentent des partenaires potentiels pour la mise en œuvre de ces matériaux dans de futurs projets de valorisation. Dans une optique d'industrialisation de la filière, des producteurs industriels de béton et de ciment potentiellement intéressés ont été identifiés. Durant la première phase du plan de gestion, une concertation avec ces industriels sera lancée pour évaluer la faisabilité de développer une filière béton en Bretagne.

Enfin, la mobilisation de maîtres d'ouvrage sera un point clé pour la multiplication de projets nécessaire à la création d'une filière pérenne. Les collectivités locales peuvent jouer un rôle important dans le développement de la filière, à travers des chantiers sur leur territoire (murets, mobilier urbain...).

3.3.3.3.2. Terre crue

L'entreprise Sédimentterre est d'ores-et-déjà impliquée dans la production de matériaux préfabriqués avec les sédiments de l'estuaire de la Rance. A la suite de leur travail pour la formulation de matériaux, la possibilité de réaliser des chantiers tests est primordiale pour démontrer sur site, la faisabilité de l'emploi de briques à base de sédiments dans des constructions et pour développer cette activité.

La production des briques ne nécessite pas de cuisson à haute température. Ainsi, une piste pourrait être d'employer une partie de la chaleur produite par l'Unité de Valorisation Énergétique (UVE) de Taden pour sécher les matériaux en terre crue à proximité du site de transit de la Hisse.

3.3.3.3.3. Techniques routières

Les essais en laboratoire réalisés en 2023/2024 montrent qu'il est possible d'incorporer des sédiments fins dans une formulation de sous-couche routière à hauteur de 30 % pour une voirie légère et 20 % pour une voirie avec passage de véhicules lourds.

Dans le cadre de la mise en œuvre des schémas directeurs pour les aménagements cyclables à l'échelle des EPCI du territoire, l'usage de sédiments en sous-couche constitue une filière intéressante à développer. Dans ce sens, un pilote de couche d'assise d'une piste cyclable à base de sédiments de la Rance sera mis en œuvre en 2024 en partenariat avec Dinan Agglomération.

3.2.4. SYNTHÈSE DES ACTIONS A MENER SUR LA PÉRIODE 2024/2028

3.2.4.1. Travaux de valorisation des sédiments durant la phase 2024/2028

Plusieurs opérations de valorisation des sédiments seront réalisées sur la période 2024/2028 :

- 2024 : valorisation des sédiments stockés sur le site de stockage de St-Jouan-des-Guéréts (7 000 m³ extraits en 2021). Un projet de renaturation du site est en cours de définition en vue de créer des habitats d'intérêt écologique en remplacement des lagunes artificielle préexistantes ;
- 2026, 2027 et 2028 : valorisation des sédiments qui seront extraits dans le cadre de l'opération Lyvet 4 et stockés sur le site de la Hisse (65 000 m³ à valoriser après ressuyage) ainsi que ceux stockés dans la lagune de décantation de Plouër-sur-Rance (8 000 m³ à valoriser après ressuyage). Ces sédiments seront principalement orientés vers une valorisation agricole et l'étanchéification des bassins en vue d'un nouveau remplissage du site de la Hisse et/ou de la création du second site de stockage.

Cette planification est susceptible d'être adaptée en fonction des initiatives qui seront menées à compter de 2024 pour développer de nouvelles filières de valorisation.

3.2.4.2. Développement de partenariats pour l'émergence de nouvelles filières

Les concertations auprès d'acteurs locaux initiées en 2023 dans le cadre du projet européen SURICATES devront être poursuivies pour concrétiser des partenariats, estimer plus précisément les besoins et les volumes valorisables au-delà de 2028.

La mise en place de filières industrielles (béton, ciment, briques...) nécessitera des collaborations multi-acteurs impliquant notamment les gestionnaires de sédiments, les producteurs de matériaux, les maîtres d'ouvrage, les entreprises de travaux ainsi que toute structure permettant de développer une filière ou plus largement, une économie circulaire (la Région Bretagne, l'ADEME, les fédérations professionnelles...). Ce type de démarche nécessite plusieurs années pour aboutir, depuis la concertation des parties prenantes jusqu'à l'industrialisation effective de la filière, comme l'ont montré les actions menées en Région Hauts-de-France où des filières sont actuellement en cours d'industrialisation.

La mobilisation de maîtres d'ouvrage (collectivités publiques ou entreprises privées) sera un levier d'action essentiel pour développer de nouvelles filières autres que la valorisation agricole. L'importance de la

commande publique à cet égard a été mise en avant par les retours d'expérience sur d'autres territoires tels qu'en Région Hauts-de-France où l'usage de sédiments est intégré dans la mesure du possible, dans les clauses environnementales des marchés.

La mutualisation des actions portées par les maîtres d'ouvrage à une échelle départementale voire régionale est une piste qu'il serait intéressant d'explorer dans les années à venir. Les initiatives pour la valorisation des sédiments se développent actuellement à une échelle locale. Une mutualisation des infrastructures de stockage ou de prétraitement, des moyens de transport des sédiments ou des filières de valorisation pourrait permettre la réalisation d'économies d'échelle et faciliter l'intégration sur le marché des productions réalisées à base de sédiments marins (ou fluviaux) de dragage, tout en assurant une fourniture régulière en sédiments. Cela concerne en particulier les filières nécessitant une transformation des matériaux dans des unités de production adaptées (béton, ciment...).

3.2.4.3. Actions à engager en parallèle par filière en vue de leur développement

Le tableau suivant synthétise les principales actions à mener de 2024 à 2028 en termes de valorisation des sédiments. Pour chacune des filières, l'EPTB mettra à disposition les sédiments nécessaires et pourra apporter un appui technique aux maîtres d'ouvrage et faire le lien avec le territoire.

Tableau 5 : Synthèse des actions à mener par filière en 2024/2028 pour la valorisation des sédiments

Valorisation agricole	<ul style="list-style-type: none"> • Optimiser la valorisation agricole via une adaptation de la gestion des sites de transit • Mettre en place des suivis agronomiques à long-terme sur les parcelles ayant fait l'objet d'un épandage pour une meilleure compréhension des dynamiques du sol liées à l'épandage et des bénéfices agronomiques associées (rétention d'eau, fertilité...). Ces éléments amèneront les réflexions à l'échelle nationale sur la sortie du statut de déchet pour un usage en agriculture. • Développer dans la mesure du possible, le recours à un épandage direct de sédiments pour limiter les contraintes liées à l'épandage classique
Matériaux en terre crue	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier des chantiers tests pour les matériaux en terre crue fabriqués à partir des sédiments marins de la Rance en appui à Sédimentterre • Déterminer avec les parties prenantes, les conditions de mise en œuvre de la filière • Contribuer à l'identification de potentiels partenaires locaux de la filière terre crue en appui à Sédimentterre
Matériaux béton/ciment	<ul style="list-style-type: none"> • Engager des discussions avec les acteurs identifiés pour la valorisation des sédiments dans des productions industrielles de ciment/béton • Réfléchir avec les parties prenantes à l'organisation de la filière • Identifier des chantiers / projets pilotes localement pour développer la filière
Voirie/pistes cyclables	<ul style="list-style-type: none"> • Finaliser le projet de mise en œuvre d'une piste cyclable pilote avec Dinan Agglo. (FIM 2022-2025) • Déterminer les potentialités de réemploi de sédiments en lien avec les schémas directeurs pour le développement des aménagements cyclables
Toutes filières	<ul style="list-style-type: none"> • Communiquer auprès des diverses parties prenantes sur les valorisations possibles et réalisations à partir de sédiments de l'estuaire de la Rance pour mettre en avant la faisabilité, la viabilité et les atouts des matériaux ainsi produits, dans une optique d'économie circulaire et de diversification des filières utilisées • Mettre à disposition les informations techniques issues des expérimentations précédentes • Accompagner et conseiller les maîtres d'ouvrage du territoire dans le montage de projets • Mettre à disposition des sédiments pour toute initiative locale • Poursuivre l'identification des acteurs et des partenaires pour chacune des filières • Multiplier les projets pilotes pour participer à créer une « culture du réemploi » de sédiments • Travailler à la structuration des filières pour limiter les coûts relatifs à la valorisation des sédiments et faciliter l'intégration des produits à base de sédiments sur le marché

3.3. SOLUTIONS PROPOSEES POUR REDUIRE LA SEDIMENTATION FINE (LEVIERS 1, 2)

Ces solutions reposent sur les leviers d'action 1 et 2 du Conseil Scientifique, à savoir « réduire les apports de sédiments fins venant du large » et « rechercher un fonctionnement alternatif de l'usine marémotrice ». La description précise de ces leviers a été publiée au sein du diagnostic « Fonctionnement hydro-sédimentaire du bassin maritime de la Rance » du Conseil Scientifique (Tome 2 - Annexe 1). Ce dernier précise qu'il est aussi possible de combiner ces deux leviers en adoptant un mode alternatif du barrage au cours d'une tempête.

La construction et la mise en application de ces leviers visant à réduire la sédimentation fine dans le bassin par un arrêt et/ou un fonctionnement alternatif du barrage repose sur plusieurs étapes :

- Définition des leviers et de leurs modalités de mise en œuvre sur proposition du Conseil Scientifique en lien avec l'EPTB, après validation de la faisabilité technique de ces modalités par EDF ;
- Validation par le Comité de pilotage de l'intégration de ces mesures dans les actions prioritaires du plan pérenne ;
- Mise en œuvre effective par EDF.

Ces deux leviers ont en commun l'idée d'intervenir sur le fonctionnement de l'UMR et sont donc susceptibles d'impacter la production électrique. Il est supposé que le fonctionnement actuel du barrage ait été optimisé de telle sorte à maximiser la production électrique tout en respectant les contraintes techniques, de sécurité et environnementales. Ces leviers cherchent également à agir sur la source à l'origine de la sédimentation et représentent donc des pistes d'actions pertinentes du point de vue de la gestion sédimentaire.

L'instruction de ces leviers n'est pas encore finalisée, en particulier le levier 2 dont le travail de réflexion et d'étude de faisabilité se poursuit actuellement et ce jusque courant 2024.

3.3.1. LIMITER LES APPORTS ENTRANTS DE SEDIMENTS FINS

3.3.1.1. Relation entre les apports entrants de sédiments dans le bassin et les vagues au large

Le Conseil Scientifique a démontré qu'il existe un lien fort entre l'apport de matières en suspensions* (MES) dans le bassin et les tempêtes (Tome 2 - Annexe 1). Les vagues, liées à une tempête locale ou à des houles se propageant en Manche, sont à l'origine de remises en suspension de sédiments fins dans la baie de Saint-Malo ou plus au large. En particulier, il semblerait que ces épisodes de turbidité* plus importante soient liés aux tempêtes d'Ouest-Nord/Ouest. Le Conseil Scientifique recommande d'analyser plus finement les mesures de MES obtenues en 2020-2021 à l'aval du barrage pour préciser les conditions météorologiques responsables de ces resuspensions de sédiments qui entrent dans le bassin pendant le remplissage (au flot*). De même, l'exploitation des nouvelles mesures de MES, acquises à l'amont et à l'aval du barrage dans le cadre de l'opération de dragage au Chêne Vert (2023), permettrait de mieux préciser le flux net de sédiments transitant à travers le barrage.

3.3.1.2. Estimation des effets d'un arrêt temporaire de l'usine marémotrice pendant une tempête sur les flux sédimentaires entrants

Le principe du levier 1 consiste à stopper les apports entrants de sédiments fins pendant les épisodes de tempête en fermant le barrage au cours de marées entières. Les tempêtes pouvant être prédites jusqu'à 8 jours avant, cela laisse suffisamment de temps pour programmer une fermeture du barrage. Selon EDF, une fermeture du barrage est techniquement possible dans un délai de 48h seulement avant une tempête. Le Conseil Scientifique précise également que les volumes d'eau transitant à travers le barrage étant maximums en vive eau* (VE), ce levier sera d'autant plus efficace s'il est appliqué pendant ces marées. De plus, les tempêtes se produisant le plus souvent en hiver, les mesures de fermeture seront plus nombreuses pendant cette saison, mais c'est également à cette période que la demande en électricité est la plus forte.

Afin d'étudier l'efficacité de ce levier, le Conseil Scientifique s'est appuyé sur 2 approches différentes mais complémentaires pour quantifier le gain potentiel sur les apports entrants dans le bassin : l'une reposant sur les mesures de MES acquises à l'aval du barrage en 2021 (mesures EPTB) et l'autre sur une modélisation.

3.3.1.2.1. A partir de mesures

La caractérisation des flux nets sera reprise à partir des mesures faites en aval et en amont du barrage pendant l'opération Chêne Vert 2023 et devrait pouvoir aboutir début 2024.

3.3.1.2.1. A partir de modélisation

Le Conseil Scientifique a réalisé deux types de simulations dans lesquelles le fonctionnement du barrage était modifié pendant plusieurs marées en période de tempête : soit en fermant complètement l'ouvrage, soit en réalisant un fonctionnement alternatif. Ces simulations ont permis une première estimation de l'efficacité de ces actions sur les apports entrants de sédiments et de l'impact sur la production électrique.

Avec une fermeture complète pendant plusieurs marées

Deux simulations avec et sans fermeture du barrage ont permis d'estimer le flux de MES à travers le barrage. Le critère de fermeture appliqué était d'arrêter l'usine au cours des marées pour lesquelles la hauteur des vagues au large dépassait 1,6 m.

Sur 4 mois simulés (de mars à juin 2021), cela aboutit à la fermeture du bassin pendant 18 marées et à une réduction du flux net d'environ 5 860 m³ de vase, dont 88% (soit environ 5 200 m³) résultent de la fermeture du barrage pendant 9 marées consécutives qui ont lieu en mars. Cette fermeture du barrage pendant plusieurs marées a bien sûr un coût en entraînant une perte de production électrique, d'autant plus que la production est supérieure en période de vive eau et que le besoin d'électricité est plus fort en hiver. Le Conseil Scientifique a estimé une perte s'élevant à environ 9 GWh en arrêtant l'UMR pendant les 9 marées consécutives de mars 2021, et 15,5 GWh pour les 18 marées.

Une perspective intéressante : rechercher un fonctionnement alternatif au cours d'une tempête

Le Conseil Scientifique a également testé des variantes à la fermeture complète du barrage pendant plusieurs marées en cas d'épisodes de tempête. En supprimant le « survidage » du bassin pendant les 9 marées consécutives de mars 2021, le flux est diminué d'environ 280 m³ de vase sans perte de production électrique. Si en plus le turbinage direct est réduit d'1h pendant ces 9 marées, le gain s'élève à environ 1 440 m³ de vase pour une perte de 0,773 GWh.

3.3.1.3. Synthèse et perspectives

Les estimations du gain volumique obtenu sur les apports entrants et de la perte de production électrique faites par le Conseil Scientifique ont été extrapolées sur une année à partir des résultats de modélisation (Tableau 6). Ces estimations ont été faites en considérant les différents types d'action simulés par le Conseil Scientifique pour réduire le flux entrant de sédiments en cas de tempête :

- Fermeture complète du barrage :
 - Soit en limitant la fermeture pendant 9 marées uniquement sur une année, afin de réduire la perte de production électrique tout en permettant un certain gain sur les apports entrants ;
 - Soit en réitérant cette fermeture à trois reprises pour extrapoler à une année, ce qui conduit à une fermeture du barrage pendant 27 marées.
- Mise en œuvre d'un fonctionnement alternatif sur une année (27 marées) :
 - Soit en supprimant le « survidage » uniquement ;
 - Soit en supprimant le « survidage » et en réduisant d'1h le turbinage.

Tableau 6 : Evaluation de l'efficacité du levier 1 sur les apports entrants de sédiments et de l'impact sur la production électrique en fermant complètement l'ouvrage et avec un fonctionnement alternatif pendant plusieurs marées en cas de tempêtes

Type d'action sur le barrage	Gain sur les apports entrants de sédiments (en m ³)	Perte de production électrique (en GWh)
Fermeture complète (au cours de 9 marées uniquement pendant l'année)	5 200	9
Fermeture complète (au cours de 27 marées pendant l'année)	15 660	27,4
Fonctionnement alternatif au cours d'une tempête : suppression du « survidage » (au cours de 27 marées pendant l'année)	900	0
Fonctionnement alternatif au cours d'une tempête : suppression du « survidage » et réduction turbinage d'1h (au cours de 27 marées pendant l'année)	4 300	2,4

Le Conseil Scientifique recommande de poursuivre l'analyse des MES en aval et en amont du barrage pour affiner ces estimations. Les données acquises dans le cadre de l'opération de dragage au Chêne Vert constituent une très bonne opportunité. Une autre suggestion d'optimisation du fonctionnement du barrage proposée par le Conseil Scientifique serait de vérifier si les pics de MES se produisent principalement à une heure donnée, afin d'éviter d'ouvrir les vannes à ce moment précis ; là encore les données acquises en 2023 présentent un intérêt. Cela permettrait de ne pas fermer complètement le barrage sur une marée entière et de réduire ainsi l'impact sur la production électrique.

Les modalités pratiques d'application de ce levier et leurs conséquences environnementales n'ont pas été finement étudiées par le Conseil Scientifique et devront l'être avec EDF, gestionnaire du barrage. Le Conseil Scientifique précise toutefois qu'en cas de fermeture complète du barrage, il serait préférable de le faire lorsque le niveau est haut, les organismes peuplant l'estran* supportant plutôt mieux une immersion prolongée qu'une émergence prolongée.

3.3.2. RECHERCHER UN FONCTIONNEMENT ALTERNATIF DE L'USINE MAREMOTRICE

Cette solution se réfère au levier 2 : tenter de changer le fonctionnement de l'UMR afin de modifier les conditions hydrodynamiques dans le bassin, actuellement propices au transport des sédiments vers l'amont et à leur sédimentation.

3.3.2.1. Présentation des moyens d'action

La mise en service de l'UMR a entraîné une forte réduction des courants de marée, un allongement des étales* de marée et un renforcement de l'asymétrie des courants en faveur du flot. Ces conditions favorisent la sédimentation et le transport de sédiments vers l'amont. Le Conseil Scientifique a également montré la forte dépendance des courants de marée au fonctionnement de l'UMR.

Intervenir sur la durée des étales semble difficile par rapport à la nécessité de générer un dénivelé suffisant entre le bassin et la mer pour produire de l'électricité. Ce levier vise donc plutôt à rechercher un fonctionnement alternatif permettant de réduire l'asymétrie des courants et/ou d'augmenter leur intensité dans le bassin tout en conciliant le besoin de production électrique. Le Conseil Scientifique précise que ces mesures pourraient se pérenniser si la perte de production électrique reste faible et/ou compensée. Les détails techniques des actions privilégiées par le Conseil Scientifique pour atténuer l'asymétrie et/ou renforcer les courants de marées sont précisés dans le rapport du Conseil Scientifique (Tome 2 - Annexe 1).

En plus de ces actions, le Conseil Scientifique explique qu'il serait intéressant de reprogrammer les épisodes de niveau (très) bas. En effet, les mesures de 2020-2021 exploitées par le Conseil Scientifique ont révélé que

les niveaux (très) bas pratiqués entraînent des remises en suspension et finalement un transport de flux vers l'amont. Ces épisodes de niveaux bas ou très bas sont actuellement réalisés en période de revif*. Les pratiquer en période de déchet* permettrait probablement d'amortir le transport des sédiments plus rapidement : l'amplitude de marée étant décroissante en déchet, les sédiments seraient moins remaniés et transportés sur une moindre distance. Le Conseil Scientifique recommande de poursuivre la réflexion sur cette proposition en exploitant la modélisation hydrosédimentaire.

Toutes les modifications du fonctionnement alternatif ne pourraient être aujourd'hui appliquées en raison de contraintes techniques et de sécurité dont les principales sont rappelées par le Conseil Scientifique dans son rapport. Certaines contraintes pourraient être levées mais moyennant des frais parfois importants. A titre d'exemple, les contraintes actuelles de fonctionnement des vannes ne permettent pas leur ouverture ou fermeture quel que soit le dénivelé entre mer et bassin. Pour y remédier, une réfection des vannes est envisageable, pour un coût évalué entre 1 à 2 M€ par vanne d'après EDF.

3.3.2.2. Poursuite du travail du Conseil Scientifique dans l'attente de l'exploitation du modèle TELEMAC d'EDF

Afin de tester les scénarios de fonctionnement alternatif et leurs conséquences sur la dynamique sédimentaire, il est prévu de s'appuyer sur le modèle TELEMAC d'EDF.

Au moment de la rédaction du rapport du Conseil Scientifique, le modèle était en cours de validation et son exploitation n'était prévue qu'à partir de la fin de l'année 2023. Dans l'attente, le Conseil Scientifique a poursuivi en collaboration avec EDF l'instruction de ce levier par la recherche de possibilités de fonctionnement alternatif en s'appuyant dans un premier temps sur le modèle AGRA d'EDF (code de programmation de l'usine). Ce dernier ne permet pas d'évaluer les effets d'un fonctionnement alternatif sur la sédimentation. Cependant, par sa capacité à calculer les débits à travers le barrage, il a permis de prioriser des scénarios qui seront à tester avec TELEMAC et d'estimer des pertes de production électrique potentielles sur la base d'indicateurs construits par le Conseil Scientifique sur les évaluations des courants. L'impact sédimentaire de ces scénarios sélectionnés doit se faire en 2024 par modélisation hydrosédimentaire.

En période de vive eau (VE), les courants de marée sont supérieurs et impacteront d'autant plus la dynamique sédimentaire. Les tests réalisés avec le modèle AGRA ont donc été effectués en appliquant un fonctionnement alternatif sur une période de 4 jours de VE. Près d'une centaine de scénarios ont été testés et analysés, parmi lesquels 11 ont été sélectionnés car caractérisés par une amélioration des indicateurs d'intérêt pour la gestion sédimentaire et pour une perte comprise entre 2 et 5% de l'électricité produite pendant ces 4 jours de VE.

En supposant que ces fonctionnements alternatifs soient appliqués systématiquement à toutes les VE sur l'année, et en considérant la valeur haute de la perte d'électricité estimée pour 4 jours, soit 5%, cela conduit à une perte de l'ordre de 2,2 % de la production annuelle. Pour une production de 500 GWh/an, cela conduit à une perte de 11 GWh.

3.3.2.3. Synthèse et perspectives

Ce travail réalisé avec le modèle AGRA a permis de montrer qu'il était possible d'intervenir sur le fonctionnement alternatif avec des scénarios présentant un intérêt au regard des indicateurs construits par le Conseil Scientifique. Ces derniers ont rendu possible l'identification de pistes à creuser et la réalisation d'une première quantification des impacts sur la production électrique.

Le levier 2 comporte encore un certain nombre d'incertitudes. L'efficacité des scénarios sélectionnés sur la dynamique sédimentaire reste à démontrer par la modélisation. En effet, cette dernière permettra de quantifier le gain sur les flux sédimentaires. Après validation, le modèle TELEMAC d'EDF doit pouvoir répondre à ces fins. Les premières exploitations devraient être réalisées au tout début 2024 et se poursuivront sur le premier semestre 2024 pour une instruction plus complète de ce levier.

3.4 EVALUATION PROGRESSIVE DU PLAN DE GESTION, DE L'EFFICACITE ET DES IMPACTS DE LA GESTION SEDIMENTAIRE

Le plan pérenne doit s'accompagner de suivis pour évaluer l'évolution du milieu et l'efficacité des opérations programmées sur la période 2024/2028 et de celles réalisées au cours du plan expérimental. En dehors des suivis règlementaires exigés lors d'une opération de gestion sédimentaire, d'autres mesures recommandées par l'EPTB et basées sur les retours d'expérience acquis dans le cadre du plan expérimental sont à prévoir.

En plus de ces suivis localisés, il sera nécessaire de mettre en place des évaluations du milieu à une échelle plus globale afin de mesurer les impacts potentiels du plan de gestion sur l'environnement du bassin maritime, estimer l'efficacité de cette première phase et poursuivre le suivi de l'évolution de la sédimentation à l'échelle de l'estuaire. Ces dernières permettront de poursuivre ou d'adapter les opérations de gestion sédimentaire en cours de cette première phase ou pour les prochaines années.

3.4.1. EVALUATION DE L'EFFICACITE ET DES IMPACTS DES OPERATIONS DE GESTION SEDIMENTAIRE (ECHELLE LOCALE)

Toute opération de gestion sédimentaire menée dans le cadre du plan de gestion devra être dimensionnée dans un objectif de réduire au minimum les incidences du projet sur le milieu naturel. Pour cela, l'EPTB Rance Frémur pourra s'appuyer sur la modélisation numérique pour le montage des opérations aussi bien pour optimiser l'opération en vue de la rendre la plus efficace en termes de gestion sédimentaire que pour évaluer les impacts sur le milieu. Les modèles TELEMAT d'EDF et MARS3D de la Rance seront exploités à ces fins.

Pour rappel, les opérations de gestion sédimentaire concernent aussi bien les opérations d'extraction de sédiments que les solutions envisagées pour réduire les apports entrants. Les premières simulations qui seront lancées avec le modèle TELEMAT ont d'ailleurs pour objectif de tester des scénarios de fonctionnement alternatif en vue d'évaluer leur efficacité sur la sédimentation.

Au titre des obligations règlementaires, un certain nombre de suivis doit être réalisé pour mener à bien une opération de gestion sédimentaire. Ces derniers vont dépendre des spécificités liées au projet et donc des réglementations et procédures associées. Une liste non exhaustive des suivis qu'il faut réaliser à minima est rappelée ci-dessous en fonction de la nature du projet (extraction, stockage, rejet en mer), complétée par les préconisations de l'EPTB suite aux retours d'expériences acquis dans le cadre expérimental. Cette liste doit être adaptée pour chaque projet, selon les enjeux identifiés à proximité des zones d'intervention.

3.4.1.1. Opérations de dragage : extraction de sédiments

3.4.1.1.1. Qualité des sédiments

Avant toute extraction de sédiments, l'analyse de leur qualité est obligatoire pour s'assurer que les sédiments peuvent être extraits, redistribués en mer ou stockés à terre conformément à la réglementation. Ces analyses portent sur de nombreux critères en lien avec le type de sédiments, leur qualité chimique et physico-chimique. Les teneurs en contaminants en particulier, conditionnent les modalités de gestion autorisées après extraction. Des tests écotoxicologiques peuvent être imposés en cas de stockage à terre, selon la qualité des sédiments extraits.

Les échantillons à analyser doivent être représentatifs de la zone de dragage. Les sédiments de l'estuaire de la Rance n'étant pas contaminés, ces critères de qualité ne sont pas restrictifs lors des opérations. Seule la présence de chlorures (sel) impose un stockage à terre dans des installations adaptées.

3.4.1.1.2. Nature des sédiments à extraire

Des analyses sont réalisées pour déterminer la nature des sédiments à extraire (proportion de vases/sables/graviers, degré de consolidation...) afin de s'assurer que la zone présente bien une majorité de sédiments fins et pour adapter les méthodes d'extraction en conséquence. Ces analyses sont généralement

réalisées dans les 50 premiers centimètres de profondeurs. Au niveau des estrans où les sédiments fins peuvent être consolidés, l'EPTB Rance Frémur préconise de faire également des sondages ponctuels et/ou carottages* pour évaluer si la nature des sédiments change en profondeur et ainsi, ajuster les cotes objectifs du projet ou la méthode d'extraction si nécessaire.

3.4.1.1.3. Suivis des travaux

Toute opération de dragage est précédée de l'établissement d'un état d'origine des hauteurs et des volumes de sédiments à extraire. Des levés bathymétriques* doivent être réalisés et comparés à minima, avant et après travaux, sur l'ensemble du périmètre de dragage, pour estimer les volumes extraits. Des bathymétries intermédiaires sont systématiquement faites pour suivre l'avancée du chantier et l'atteinte des objectifs.

En phase de travaux, l'extraction de sédiments modifie la qualité de l'eau en augmentant la turbidité dans le milieu. Au droit du point d'extraction elle est importante du fait de la remobilisation des sédiments par la drague et diminue progressivement avec la distance. Cette augmentation reste limitée dans le temps au moment de l'extraction et un peu après jusqu'à ce que les particules sédimentent à nouveau. Un suivi minimal est à réaliser conformément à la Loi sur l'Eau et consiste en un relevé régulier de la turbidité sur la zone d'extraction et à proximité. Il est associé à deux seuils limites pour contrôler l'impact des dragages sur le milieu : un seuil d'alerte imposant une réduction des cadences d'extraction jusqu'à ce que les teneurs en MES diminuent et un seuil d'arrêt de chantier si la remise en suspension est trop importante. Le nombre de station de suivi est spécifique à chaque chantier en fonction des obligations réglementaires et des enjeux présents à proximité de la zone de dragage.

3.4.1.2. Gestion à terre des sédiments

Des suivis réguliers doivent être réalisés dans le cadre du stockage des sédiments en site ICPE ou IOTA. Pour le site de La Hisse, des suivis réguliers de la qualité des eaux souterraines et de rejets doivent être réalisés en phase de stockage pour s'assurer de la non contamination du milieu. Enfin, avant toute valorisation des sédiments, il est nécessaire de prévoir des analyses de la qualité des sédiments afin de s'assurer qu'ils respectent les seuils réglementaires tels que définis par la législation. Le type de suivi à réaliser au préalable dépend de la filière de valorisation visée.

3.4.1.3. Redistribution vers la mer

Si les sédiments dragués sont amenés à être rejetés dans le milieu et non gérés à terre, d'autres suivis environnementaux sont à prévoir. Dans le cadre de l'expérimentation Chêne Vert, des suivis bathymétriques dans la zone de rejet ont été réalisés avant, pendant et après travaux pour s'assurer de l'évolution des fonds au droit de la zone de rejet et que les sédiments ne s'étaient pas déposés en aval de l'estuaire. Ce suivi de l'évolution des fonds dans la zone de rejet n'avait pas montré de dépôts sédimentaires au fond. Pour autant, ce sujet restant une préoccupation majeure et l'opération étant amenée à être reconduite, l'EPTB recommande de renouveler un tel suivi en élargissant davantage la zone de suivi. Selon les enjeux à proximité de la zone de redistribution, des bathymétries complémentaires peuvent être envisagées.

Plusieurs stations ont été déployées autour de la zone de dispersion des sédiments et plus en aval du barrage marémoteur pour mesurer en continu la turbidité. Ces suivis et leur localisation ont été mis en place sur la base des résultats de la modélisation hydrosédimentaire utilisée pour anticiper les impacts potentiels au droit de zones jugées sensibles. Les suivis ont montré qu'il n'y avait pas d'impact lié au rejet de sédiments. Dans le cadre d'une reconduite de l'opération, l'EPTB ne recommande pas de renouveler un suivi aussi conséquent mais de maintenir une ou deux stations qui permettront d'évaluer la dispersion des sédiments vers le large.

Un suivi altimétrique pour analyser l'évolution de la hauteur des sédiments sur les estrans de Dinard, Saint-Malo et La Richardais a été réalisé avant, pendant et après travaux. Les suivis ont permis de vérifier qu'il n'y

avait pas eu d'impacts liés au rejet sur les estrans. La nécessité de reconduire ce type de suivi lors de prochaines opérations reste à évaluer.

Un effort important de suivis environnementaux a été fourni dans le cadre de cette opération expérimentale. En cas de renouvellement d'une opération similaire prévoyant une dispersion des sédiments vers le large, l'EPTB recommande de reconduire un certain nombre de suivis mais en adaptant l'effort sur la base du retour d'expérience acquis pendant le plan expérimental. Toutefois, en fonction de la nature du projet, l'EPTB Rance Frémur pourra être amené à relancer des études de modélisation et adapter les suivis en conséquence.

3.4.2. SUIVI DES EFFETS DE LA GESTION SEDIMENTAIRE SUR LE MILIEU (ECHELLE GLOBALE)

Hormis les suivis réalisés lors des opérations de gestion sédimentaire, le plan pérenne doit s'accompagner d'un suivi à une échelle plus globale pour mesurer les effets de la gestion sédimentaire sur le milieu.

3.4.2.1. Suivis bathymétriques

A minima, le Conseil Scientifique préconise de réaliser une bathymétrie* de l'ensemble de l'estuaire environ tous les 4 à 6 ans. Comme réalisé en 2018 et 2023, une bathymétrie tous les 5 ans est un intervalle satisfaisant pour suivre l'évolution du bassin et par la même occasion, lisser les effets d'incertitude des différentiels bathymétriques*. La prochaine bathymétrie est à prévoir en 2028.

A l'exception de potentielles améliorations, il est préconisé de se baser sur le même protocole que celui employé pour les bathymétries de 2018 et 2023. Il est recommandé de bien planifier la complémentarité entre sondages multifaisceaux* et LIDAR* pour éviter d'avoir des zones non couvertes, ainsi que de faire une veille scientifique sur les possibilités de sondages bathymétriques par LIDAR bi-fréquence. Ce dernier pourrait conduire à des économies en évitant de réaliser des sondages complémentaires par bateau pour les zones plus profondes de l'estuaire.

Le Conseil Scientifique recommande en plus de réaliser tous les deux ans, une couverture du secteur amont depuis la Ville Ger jusqu'à l'écluse du Châtelier, secteur le plus dynamique en termes de sédimentation. Une bathymétrie intermédiaire à mi-parcours du plan de gestion, soit 2025-2026, pourrait être envisagée pour ce secteur à la suite des opérations de dragage prévues dans cette zone.

L'EPTB Rance Frémur prévoit également de mettre en place un suivi altimétrique sur vasière dans la continuité des suivis réalisés par CŒUR Emeraude selon le dispositif utilisé lors de l'expérimentation Chêne Vert. Au total, une dizaine de stations seront déployées pour un démarrage de suivi début 2024. La localisation des stations pourra être amenée à évoluer en fonction de leur accessibilité.

En vue d'optimiser l'utilisation du système piège du Lyvet/ site de transit, un suivi du remplissage du piège du Lyvet serait nécessaire pour confirmer les résultats de l'INSA sur la dynamique du piège.

3.4.2.2. Mesures de flux sédimentaires

Concernant le suivi des apports du large, le Conseil Scientifique recommande qu'une analyse fine des mesures de MES déjà acquises en aval et en amont du barrage soit menée rapidement pour approfondir les relations avec les vagues au large et valider la modélisation hydrosédimentaire. Par la suite, il pourra être envisagé de prolonger ou non des mesures de MES. L'EPTB préconise donc d'attendre les résultats issus de l'exploitation de ces mesures avant de décider si un suivi complémentaire est nécessaire.

Une autre recommandation du Conseil Scientifique concerne la mesure de MES provenant de la Rance fluviale, le flux sédimentaire amont étant aujourd'hui très incertain. En raison de la variabilité importante des signaux de turbidité et du débit, il serait nécessaire d'assurer ce suivi pendant une à deux années.

3.4.2.3. Suivis de l'évolution de la nature des sédiments superficiels

Le Conseil Scientifique recommande de procéder à une analyse périodique, environ tous les 2 à 3 ans, de la granulométrie* des sédiments superficiels le long de quelques sections distribuées dans le bassin pour suivre l'évolution de leur nature. Il ne s'agit pas de reconduire l'effort d'échantillonnage réalisé dans le cadre de la réactualisation de la couverture sédimentaire. Cela pourrait être réalisé sur 4 à 6 sections transversales, en réalisant une dizaine de prélèvements pour chacune d'entre elles.

3.4.2.4. Croisement avec les données EDF

L'acquisition des données telles que les niveaux d'eau enregistrés dans le bassin et le fonctionnement du barrage est nécessaire pour évaluer l'efficacité de la gestion sédimentaire. Ces paramètres, en les croisant avec les données des précédents suivis, peuvent en effet permettre d'expliquer les potentielles tendances observées suite aux mesures de gestion sédimentaire mises en place durant la première phase. Ces données seront à acquérir auprès d'EDF, concessionnaire du barrage.

3.4.2.5. Autres suivis

En fonction des opérations réalisées, des suivis complémentaires pourront être mis œuvre pour qualifier le milieu et/ou l'impact de la gestion sédimentaire.

3.5. PLANIFICATION DE LA GESTION SEDIMENTAIRE SUR LA PREMIERE PHASE 2024/2028

3.5.1. PLANIFICATION DES TRAVAUX DE GESTION SEDIMENTAIRE

La figure ci-après synthétise la planification des travaux programmés sur la période 2024/2028 en tenant compte en particulier, de la capacité de stockage à terre disponible.

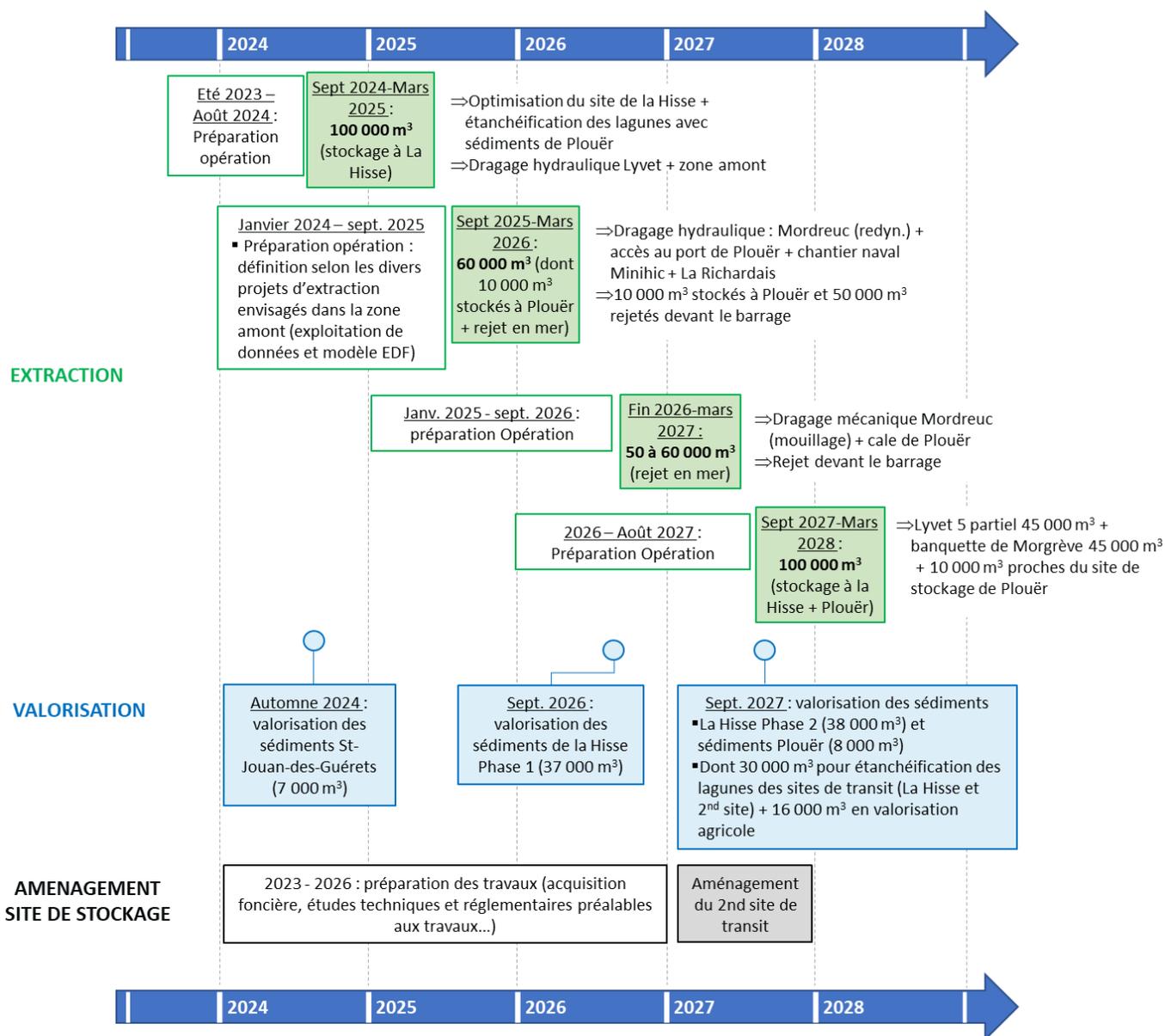


Figure 2 : Planification des travaux programmés sur la période 2024/2028

3.5.2. PLANIFICATION DES AUTRES ACTIONS A MENER

En parallèle des travaux mentionnés ci-dessus, d'autres actions seront poursuivies pour compléter et consolider le plan de gestion pérenne. Cela concerne entre autres :

- La mise en œuvre de suivis des actions menées depuis 2018 :
 - Suivi des effets de l'opération Chêne vert 2023 sur la sédimentation et courants pour planifier l'opération 2025/2026 à Mordreuc ;
 - Mise en place de suivis adaptés selon les opérations de dragage ;

- Suivi de la progression de la sédimentation sur les zones identifiées « à surveiller » ;
- Suivis altimétriques des vasières dans la continuité de ceux menés par Cœur Emeraude et de la nature des sédiments superficiels ainsi qu'un suivi potentiel des MES pour préciser les flux entrants dans l'estuaire ;
- Bathymétrie Lidar complète de l'estuaire en 2028 ;
- La poursuite de la collaboration avec le Conseil Scientifique du plan de gestion, notamment pour dimensionner les opérations en particulier de redynamisation, ... et la mise en œuvre d'un fonctionnement alternatif du barrage selon les résultats des travaux menés en 2023. La phase expérimentale étant achevée, une première étape consistera à réviser la composition et le rôle du Conseil Scientifique selon les besoins à venir ;
- L'exploitation des acquis et des modèles hydrosédimentaires EDF et MARS3D pour planifier des opérations au-delà de 2028 ;
- La mise en place de partenariats avec d'autres maîtres d'ouvrage et entreprises : mutualisation des moyens, mise en place de marchés pluriannuels, régie, initiation de filières de valorisation...
- Communication : concertation publique, sensibilisation, pédagogie, ...

PARTIE 4. FINANCEMENT DU PLAN PERENNE

4.1. EVALUATION DES COÛTS DU PLAN DE GESTION PERENNE

Le tableau suivant détaille les enveloppes budgétaires estimées pour la période 2024/2028, année par année. Pour l'intégralité du programme prévu en 2024/2028 (fonctionnement inclus), le budget prévisionnel s'élève à 13,8 M€.

Tableau 7 : évaluation des coûts prévisionnels des opérations prévues dans le plan de gestion pérenne

TRAVAUX	2024	2025	2026	2027	2028	TOTAL
Aménagement de site de transit						
Remise en état du site de La Hisse	200 000 €			150 000 €		350 000 €
Aménagement Second site de transit (Achat foncier, études préalables, MOE, travaux)		60 000 €		1 500 000 €		1 560 000 €
Dragage						
Coûts estimés	1 500 000 €	2 150 000 €	2 400 000 €	1 500 000 €		7 550 000 €
Montage projet et suivis Dragage						
Etudes préalables dragage / Maitrise d'œuvre / suivis / inflation (20 % des travaux de dragage)	300 000 €	430 000 €	480 000 €	300 000 €		1 510 000 €
Valorisation des sédiments	50 à 105 000 €		562 500 €	675 000 €		1 342 500 €
SOUS-TOTAL TRAVAUX (€ TTC)	2 105 000 €	2 610 000 €	3 442 500 €	4 125 000 €		12 312 500 €
FONCTIONNEMENT (incluant la gestion des sites des transit)	300 000 €	300 000 €	300 000 €	300 000 €	300 000 €	1 500 000 €
TOTAL TRAVAUX + FONCTIONNEMENT (€ TTC)	2 405 000 €	2 880 000 €	3 742 500 €	2 925 000 €	300 000 €	13 812 500 €

L'évaluation des coûts du plan de gestion pérenne est basée sur les coûts des expérimentations menées par le passé et au cours du plan de gestion expérimental.

Les bases de calcul des coûts prévisionnels de la gestion sédimentaire pour la période 2024/2028 sont :

- 15 € / m³ pour un dragage hydraulique avec stockage à terre à la Hisse ou à Plouër-sur-Rance ;
- 40 € / m³ pour un dragage (hydraulique ou mécanique) avec redistribution devant le barrage ;
- 15 € / m³ pour une valorisation agricole.

Les coûts des expérimentations de Saint-Jouan-des-Guérets (dragage mécanique avec transport et stockage à terre) et au Chêne vert (dragage mécanique et hydraulique avec redistribution devant le barrage) sont respectivement de 65 €/m³ et 55 €/m³.

Dans le cadre des travaux à Saint-Jouan-des-Guérets, les coûts ont été fortement impactés par les distances de transports maritime et terrestre qui se sont révélés plus importantes que prévues. Selon la maîtrise d'œuvre, le coût d'un dragage mécanique serait d'environ 15 €/m³ (estimation faite en 2019).

Concernant les travaux réalisés au Chêne vert, étant donné le caractère expérimental de l'opération, l'entreprise avait proposé une offre en conséquence pour pouvoir répondre aux obligations de résultats indiqués dans le cahier des charges, aboutissant à un coût de dragage de 55€/m³. Après échange avec la maîtrise d'œuvre et l'entreprise, le coût du dragage pourrait être réduit à 40 €/m³ en optimisant certains postes de dépense comme la redistribution et en planifiant les opérations au minimum un an à l'avance.

Pour les études préalables aux opérations de dragage, il est considéré une enveloppe budgétaire équivalente à 20 % du montant prévisionnel des travaux incluant toutes les démarches nécessaires en phase préparatoire des projets, la maîtrise d'œuvre et les suivis à mener.

Pour la gestion à terre, des travaux pour une remise en état du site de la Hisse sont prévus avant chaque remplissage. Pour la valorisation des sédiments, les coûts se basent sur une valorisation agricole avec un coût unitaire de 15 €/m³.

4.2. PLAN DE FINANCEMENT

Le comité des financeurs réuni le 12 janvier 2024 sous la présidence du Préfet de Région a décidé d'allouer un montant annuel de 1 300 000 € soit 6 500 000 € sur la période 2024-2028.

Tableau 8 : Engagements de financement suite au comité des financeurs du 12 janvier 2024

	Etat	Région Bretagne	Dinan Agglo., St-Malo Agglo, CC Côte d'Emeraude	EDF
Montant annuel (€)	300 000	200 000	150 000	650 000
Total 2024-2028 (€)	1 500 000	1 000 000	750 000	3 250 000

Ce plan de financement prévisionnel ne permet pas de prendre en charge l'ensemble des opérations décrites ci-avant. Des financements complémentaires pourront être recherchés via des appels à projet selon les opportunités.

Ce plan de financement permet de financer les opérations indiquées dans le tableau suivant.

Tableau 9 : Opérations réalisables sur la phase 2024/2028

TRAVAUX	Montant (TTC)
Aménagement de site de transit	
Aménagement Second site de transit (Achat foncier, études préalables, MOE, travaux)	1 600 000 €
Dragage	
Opération Lyvet 4 - 78 000 m ³ (remise en état de la Hisse et MOe incluse)	1 130 000 €
Dragage de 10 000 m ³ avec stockage dans la lagune de Plouër-sur-Rance (Moe incluse)	290 000 €
Opération Lyvet 5 - 78 000 m ³ (remise en état de la Hisse et MOe incluse)	1 130 000 €
Valorisation des sédiments stockés à St-Jouan, La Hisse (Lyvet 4) et Plouër (65 000 m ³)	1 000 000 €
SOUS-TOTAL TRAVAUX	5 150 000 €
SUIVIS	100 000 €
FONCTIONNEMENT (incluant la gestion des sites des transit)	1 250 000 €
TOTAL TRAVAUX + SUIVIS + FONCTIONNEMENT (€ TTC)	6 500 000 €

4.3. PISTES D'OPTIMISATION DES COÛTS DES OPERATIONS : TRAVAUX EN REGIE

Pour réduire les coûts liés notamment à la mobilisation des équipements qui viennent parfois de loin, il faudrait envisager de gérer les dragages en régie. Ainsi, en parallèle de la concertation pour la mutualisation des moyens avec d'autres maîtres d'ouvrage, la possibilité d'une gestion en régie sera étudiée durant la première phase du plan de gestion pérenne.

Plusieurs maîtres d'ouvrage de la façade Manche-Atlantique ont opté pour la solution de la régie :

- Le Port de plaisance de Saint Gilles Croix de Vie réalise un dragage de 40 à 60 000 m³ de sédiments par an avec un rejet par conduite. L'investissement dans une drague a été réalisé dans les années 80 pour un montant de 1.4 M€. Les coûts de fonctionnement et de maintenance de la drague sont évalués entre 300 et 400 000 €/an. Les opérations mobilisent une équipe permanente de 4 à 5 personnes.
- La Société Publique d'Exploitation portuaire de la Manche (SPL) gère les ports de plaisance de Saint-Vaast-la-Hougue, de Barneville-Carteret, de Granville, les ports d'échouage de Port-Bail-sur-Mer et de Barfleur, les ports patrimoniaux de la Hague et les ports de pêche et de commerce de Granville (qui à eux-seuls draguent environ 100 000 m³ tous les 3 ans avec des rejets). La SPL a décidé de passer en régie pour le dragage suite à la demande des professionnels de la pêche de Granville d'étaler les dragages à 60 000 m³ maximum par an pour éviter des perturbations trop importantes sur la faune. Une drague est en cours de construction pour un montant de 2,5 M€ d'investissement.
- Le Conseil départemental de la Charente-Maritime s'est doté de 6 dragues (dont la drague Fort boyard utilisée dans l'estuaire de la Rance lors de l'opération au Chêne Vert en 2023). Un million de m³ de sédiments sont dragués chaque année sur l'ensemble des ports et fleuves (pour leur compte ou en sous-traitance pour d'autres maîtres d'ouvrage).

Dans le cadre d'un programme de désenvasement de la Charente, le Département prévoit un budget de 7 M€ pour financer le dragage de 600 000 m³ de sédiments sur une période de 6 à 8 ans dans le fleuve et leur valorisation. Les sédiments extraits de la Charente ne sont pas salés. Ainsi, après extraction, les sédiments sont stockés à terre durant six mois avant épandage direct dans les champs.

LEXIQUE

Carottage : Type de forage permettant de prélever un échantillon de sol terrestre ou marin obtenu à l'aide d'un carottier. L'échantillon ainsi obtenu s'appelle une carotte.

Déchet : Phase de réduction du coefficient de marée lors d'un cycle vive-eau*/morte-eau* (en opposition à la période de revif*).

Différentiel bathymétrique : Ecart entre deux bathymétries de dates différentes permettant d'étudier la variation de l'élévation des fonds au cours du temps.

Estran : Partie du littoral recouverte de façon périodique par les marées, appelée aussi zone de balancement des marées ou zone intertidale.

Étale : Période de la marée où la hauteur d'eau reste presque constante à pleine mer ou à basse mer. Pendant une étale, le courant de marée est généralement nul avant de s'inverser.

Flot : Moment de la marée montante (courants dirigés vers l'amont dans un estuaire, en opposition au jusant*).

Granulométrie : Etude de la distribution statistique des tailles des éléments constituant un échantillon de sédiments (vase, silts, sable, gravier...).

Jusant : Moment de la marée descendante (courants dirigés vers l'aval dans un estuaire, en opposition au flot*).

Lever bathymétrique : Mesure de l'élévation des fonds marins.

Levé LiDAR : Technique de mesure à distance (aérienne) de la topographie d'un terrain, basée sur l'analyse des propriétés d'un faisceau lumineux renvoyé vers son émetteur pour produire un Modèle Numérique de Terrain (MNT). Pour l'estuaire de la Rance, le levé LiDAR ne permettant pas d'étudier le relief sous-marin au-delà d'une certaine profondeur d'eau, des sondeurs multifaisceaux*, basés sur l'acoustique, ont été réalisés par bateau en 2011 pour compléter le levé de 2009. Cela concernait le chenal et les secteurs plus profonds du bassin maritime de la Rance.

Marnage : Différence entre les niveaux de la pleine mer, ou marée haute, et de la basse mer, ou marée basse.

Matières en Suspension (MES) : Nutriments, matière organique et sédiments transportés en suspension dans l'eau. Les MES peuvent être différenciées dans la colonne d'eau selon plusieurs critères : leur granulométrie, leurs propriétés physico-chimiques ou encore leur nature minérale et/ou organique. La taille est souvent désignée comme le critère majeur permettant de discerner au mieux la dynamique des MES. Les matières en suspension sont définies comme le matériel particulaire pouvant être véhiculé naturellement en suspension, dont la taille minimale est arbitrairement fixée à 0,45 µm. Cette coupure granulométrique provient de l'utilisation de filtres de porosité 0,45µm, à l'origine d'une définition expérimentale de la fraction dissoute.

Mètre Cote Marine (m CM) : Unité utilisée pour la variation du niveau marin, exprimée par rapport au zéro des cartes marines.

Morte-eau (ME) : Marée de faible amplitude (inférieure à la moyenne). Époque du cycle de marée pendant laquelle le marnage* est minimal (en opposition à la vive-eau*).

Revif : Phase d'augmentation du coefficient de marée lors d'un cycle vive-eau*/morte-eau* (en opposition à la période de déchet*).

Sondeurs multifaisceaux : Un échosondeur multifaisceaux est un type de sonar utilisé pour cartographier le fond marin. Il émet des ondes acoustiques en forme d'éventail sous son émetteur-récepteur. Le temps nécessaire aux ondes sonores pour se réfléchir sur le fond marin et revenir au récepteur est utilisé pour calculer la profondeur de l'eau.

Turbidité : paramètre indicateur de l'aspect plus ou moins trouble d'un liquide lié à sa teneur en MES*, souvent mesuré par le déploiement d'une sonde qui une fois calibrée à partir de prélèvements d'eau filtrés, permet d'obtenir la mesure de la concentration en MES.

Vive-eau (VE) : Marée de forte amplitude (supérieure à la moyenne). Epoque du cycle de marée pendant laquelle le marnage* est maximal (en opposition à la morte-eau).

ANNEXES

Tome 1 :

Fiches descriptives des zones prioritaires de dragage pour la phase 2024/2028

Tome 2 :

Annexe 1 : Diagnostic « Fonctionnement hydro-sédimentaire du bassin maritime de la Rance » du Conseil Scientifique du plan de gestion des sédiments de l'estuaire de la Rance