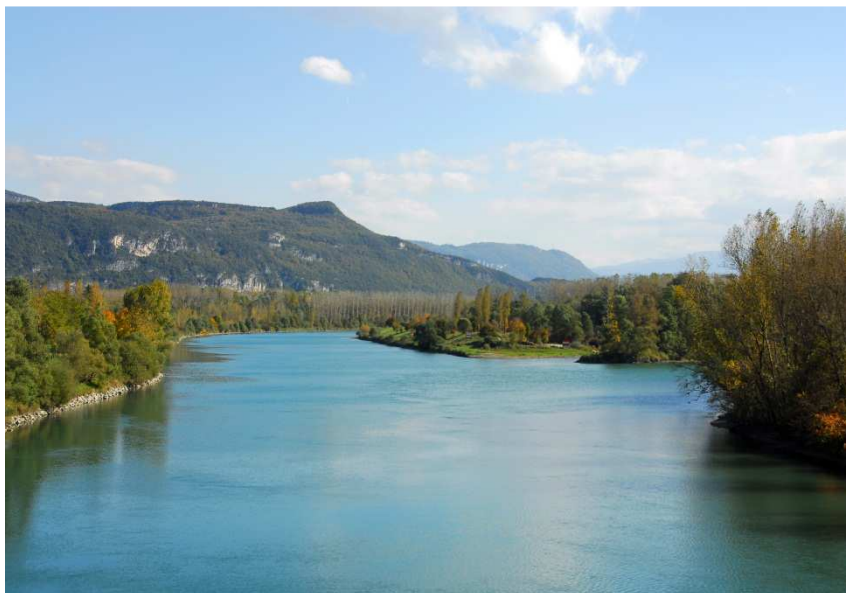


NOTE DU SECRETARIAT TECHNIQUE DU SDAGE



LA RESTAURATION ECOLOGIQUE DU FLEUVE RHONE



OUTIL POUR EVALUER LE POTENTIEL ECOLOGIQUE DU FLEUVE ET DEFINIR OÙ ET COMMENT LE RESTAURER

SOMMAIRE

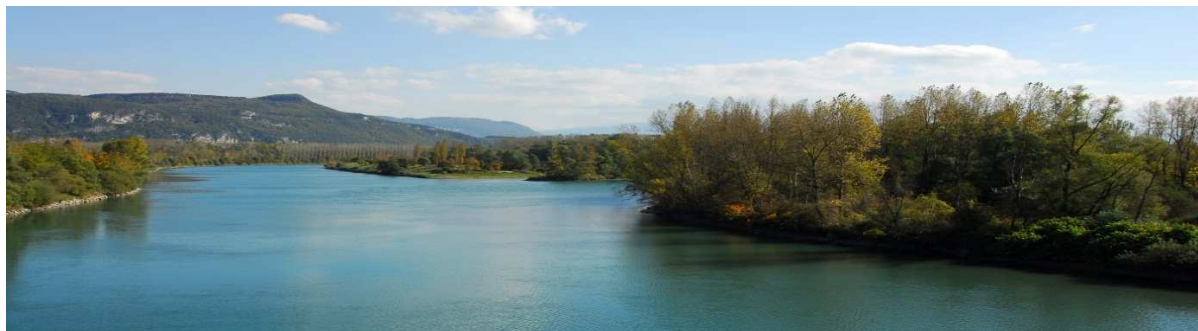
Résumé	1
1. Quelques éléments de contexte	3
1.1. La notion de potentiel écologique donnée par la Directive-cadre sur l'eau	3
1.2. L'application au fleuve Rhône	4
2. L'outil	6
2.1. L'outil en bref	6
2.2. L'outil en détails	8
3. Les résultats	17
4. Les effets de la restauration déjà observés sur la faune aquatique	21
Annexe 1. Les contraintes techniques obligatoires sur le Rhône	23
Annexe 2. Synthèse bibliographique des études et des données scientifiques	24
Annexe 3. Exemple de calcul du potentiel écologique maximum sur une masse d'eau du Rhône	25

Auteurs : Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse : Benoit TERRIER, Eve SIVADE et Stéphane STROFFEK

Remerciements aux membres du secrétariat technique restreint du SDAGE Rhône Méditerranée qui ont relu, commenté et validé ce document, l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques, la DREAL Rhône Alpes délégation de bassin et l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse.

Cette note s'appuie très largement sur les résultats d'une étude de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, réalisée par le bureau d'études Grontmij® avec l'appui d'un comité de pilotage associant des scientifiques de la Zone Atelier Bassin du Rhône, la Compagnie Nationale du Rhône, l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques, Electricité de France, la DREAL Rhône Alpes délégation de bassin et l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse.

Les termes projet, mesure et action ont été utilisés de la manière suivante pour cette note : un projet de restauration peut comprendre une ou plusieurs actions. Celles qui relèvent d'un même domaine peuvent être rassemblées au sein d'une même mesure, qui renvoie généralement au niveau de définition donné par le « programme de mesures », document de planification qui précise comment atteindre les objectifs du SDAGE.



Le fleuve Rhône, à l'aval de l'aménagement de Brégnier-Cordon-
POUSSARD G.

Résumé

Le Rhône est un fleuve dont le fonctionnement naturel a été **fortement modifié par l'homme** durant les 19^{ème} et 20^{ème} siècles.

L'application au Rhône de la directive-cadre européenne sur l'eau et des recommandations faites par les groupes de travail européens (notamment le protocole de Prague) pour définir et atteindre le bon potentiel écologique des milieux fortement modifiés **ouvre, en poursuivant les efforts déjà réalisés, des possibilités d'amélioration substantielle de l'état du fleuve.**

L'effort de restauration, engagé **depuis la fin des années 90** dans le cadre du premier programme décennal de restauration écologique du fleuve, a été concentré sur **l'augmentation des débits réservés** et la **restauration des îlots** dans **huit tronçons** court-circuités **prioritaires**, sur les treize tronçons court-circuités du fleuve. Il s'est accompagné d'une surveillance des effets écologiques des opérations réalisées par **un suivi scientifique, unique à l'échelle internationale.**

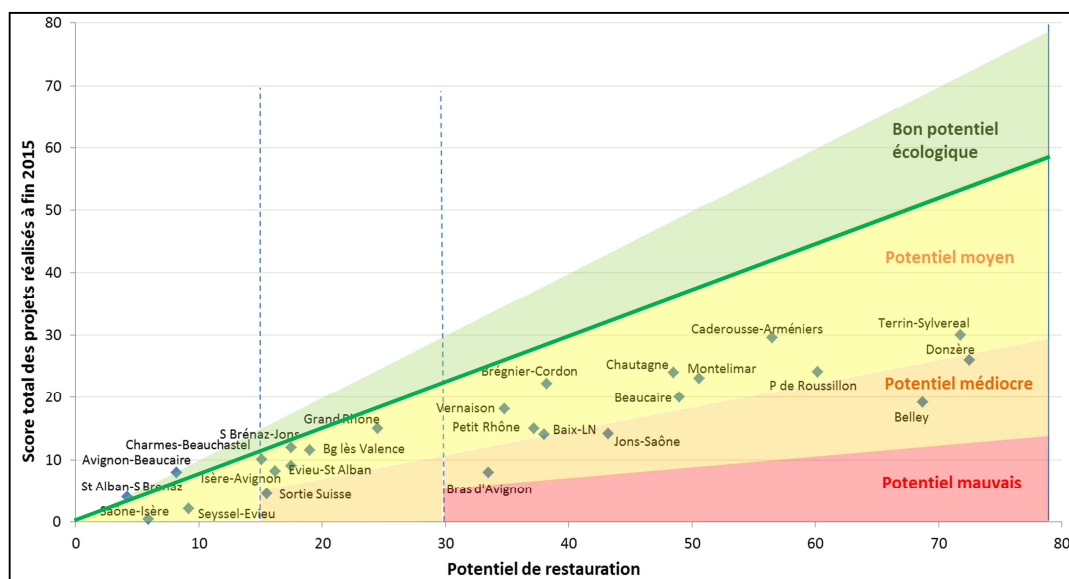
La démarche proposée par l'Europe invite **maintenant à explorer tous les outils techniques** pour **favoriser** l'installation de **communautés aquatiques plus diversifiées** dans les trois directions que sont : l'amélioration du fonctionnement hydrologique (débits et régimes réservés, atténuation des effets du marnage, retour des crues morphogènes), la restauration de la continuité entre l'amont et l'aval, avec les affluents et avec les annexes fluviales (îlots, mares...) et, enfin, l'amélioration de la géomorphologie, notamment la dynamique sédimentaire, pour diversifier les habitats indispensables au développement équilibré des communautés aquatiques.

Les **actions de restauration les plus efficaces a priori**, applicables au fleuve Rhône, ont été **identifiées** sur la base des retours d'expériences scientifiques disponibles et en **concertation avec les acteurs de la gestion** du fleuve. A partir de là, **un outil a été développé pour déterminer le niveau du bon potentiel écologique.**

L'indicateur de potentiel écologique permet de **fixer des objectifs écologiques ambitieux tout en maintenant la performance des services rendus par les aménagements** pour la production hydroélectrique, la navigation et la protection des riverains contre les inondations.

Pour la première fois, chaque masse d'eau du fleuve a pu être classée en fonction de son potentiel écologique. L'outil permet de mesurer la distance qui sépare chacune d'elles de l'objectif de bon potentiel écologique : la figure ci-dessous montre qu'en 2015, **2 masses d'eau sur 26** seront **en bon potentiel** (Saint Alban-Sault Brénaz et Avignon-Beaucaire) et que **5 masses d'eau** seront **très proches du bon potentiel écologique** et prêtes à basculer en bon potentiel au cycle de gestion suivant, moyennant quelques efforts supplémentaires (Brégnier-Cordon*, Sault Brénaz-Pont de Jons, Vernaison*, Bourg-lès-Valence*, Charmes-Beauchastel* et Grand Rhône).

*Tronçons court-circuités du fleuve, appelés aussi « vieux-Rhône »



Répartition des masses d'eau dans les différentes classes de potentiel écologique en 2015 (Score total des projets réalisés d'ici à fin 2015 en relation avec le potentiel de restauration) et **visualisation de l'écart à l'objectif de bon potentiel** (ligne verte).

Un **projet de programme de mesures réaliste** mais ambitieux a été établi avec les principaux acteurs concernés ; il doit permettre une nette amélioration de l'état écologique du fleuve au cours **des deux prochains plans de gestion, 2016-2021 et 2022-2027**. Ces mesures feront l'objet d'échanges et d'analyses techniques plus détaillées pour définir les modalités pratiques de la mise en œuvre, sur le terrain, des actions qui les constituent.

L'indicateur permet de **suivre la réalisation progressive de l'atteinte des objectifs** : il rend compte des progrès obtenus grâce aux restaurations déjà réalisées. Ces progrès sont confirmés par les résultats du **suivi scientifique** qu'il conviendra de **poursuivre et renforcer** pour mesurer la réponse des communautés aquatiques à l'amélioration du potentiel écologique et pour **faire évoluer les outils de gestion** à moyen terme (après 2027).



Le fleuve Rhône, à l'aval de l'île de la Platière –Péage de Roussillon–
POUSSARD G.

1. Quelques éléments de contexte

1.1. La notion de potentiel écologique donnée par la Directive-cadre européenne sur l'eau¹

Le bon potentiel écologique est défini par la DCE comme l'état écologique d'une masse d'eau fortement modifiée ou artificielle (art. 2-23). La notion de potentiel ne s'applique donc qu'à cette seule catégorie de masses d'eau, dont les caractéristiques physiques ont été modifiées et/ou mises en place pour l'exercice d'usages dont la liste est spécifiée par la DCE (art. 4-3): la navigation (incluant les zones portuaires), la protection contre les inondations, le stockage d'eau pour l'agriculture, l'alimentation en eau et la production hydro-électrique ou toute autre activité de développement durable.

Ces usages ont conduit à aménager la morphologie des cours d'eau et, plus généralement, à modifier le fonctionnement physique de manière visible, étendue et permanente. Certaines de ces modifications sont incontournables dès lors que l'on souhaite maintenir les usages concernés : on les appelle les « contraintes techniques obligatoires »², impossibles à supprimer sauf à supprimer l'usage lui-même (cette hypothèse étant exclue). Mais il est possible d'en atténuer les effets.

Toutes les altérations de la morphologie, de l'hydrologie ou de la continuité ne rentrent pas dans le champ de ces contraintes et certaines d'entre elles n'ont pas de lien direct avec les exigences du ou des usages spécifiés.

En pratique, il n'est pas possible en l'état actuel des connaissances de définir pour les masses d'eau fortement modifiées ou artificielles des grilles d'interprétation des résultats de la surveillance de la biologie comme il est fait pour les masses d'eau naturelles. Pour dépasser cette impossibilité d'établir de manière générale des valeurs-seuil pour les indicateurs biologiques, une approche pragmatique a été proposée au niveau européen, sous la forme de recommandations appelées « protocole de Prague » ou « approche par mesures d'atténuations » : sur les milieux très modifiés par l'homme, il est admis que toute amélioration de la morphologie ou de l'hydrologie de la masse d'eau concourt à améliorer la qualité écologique. Ce protocole définit **le potentiel écologique à partir des actions de restauration qu'il est possible de mettre en œuvre. Le bon potentiel est atteint lorsque toutes les actions les plus efficaces a priori ont été réalisées.**

¹ Directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

² Voir annexe 1 pour plus de détails sur les contraintes techniques obligatoires (CTO)

IMPORTANT : Au sens de la DCE – qui est le sens retenu par la démarche exposée dans la présente note – une classe de potentiel écologique est un indicateur de l'état du milieu aquatique.

Il convient de distinguer cette acception de celle utilisée dans le langage courant, qui renvoie plutôt à une caractéristique intrinsèque : l'aptitude actuelle ou future du milieu à accueillir des communautés aquatiques plus ou moins diversifiées et que l'on appellera ici « potentialités ». Cette notion peut être assimilée à celle de potentiel écologique maximum. La valeur de ce potentiel constitue un point d'ancrage pour établir les différentes classes de potentiel écologique : bon, moyen, médiocre et mauvais.

Ainsi, pour une masse d'eau du fleuve qui présente de faibles potentialités intrinsèques, on n'identifiera pas ou peu d'actions de restauration possibles pour améliorer l'écologie de cette masse d'eau. Dans ce cas, le potentiel écologique de cette masse d'eau au sens de la DCE sera considéré comme bon car la masse d'eau n'offre pas d'opportunité de restauration importante.

A l'inverse une masse d'eau très altérée, avec des habitats plus diversifiés que la précédente, mais qui présente encore de fortes potentialités de restauration, sera qualifiée en niveau de potentiel écologique moyen à mauvais s'il elle n'a pas fait l'objet d'actions de restauration ou que ces actions sont encore insuffisantes au regard de ce qu'il est possible de faire. Toutes les combinaisons sont possibles.

Il n'y a donc pas de lien direct univoque entre les potentialités intrinsèques d'une masse d'eau et la classe de potentiel écologique qui lui est affectée : la classe de potentiel écologique ne permet pas de comparer la richesse écologique patrimoniale de différentes masses d'eau entre elles. **La classification du potentiel écologique au sens de la DCE doit être considérée relativement au potentiel qu'il est possible de reconquérir.**

1.2. L'application au fleuve Rhône

Le fleuve Rhône est fortement aménagé de son entrée en France jusqu'à la Méditerranée. La très grande majorité de ses masses d'eau, 19 sur 26, est désignée en masses d'eau fortement modifiées (MEFM, au sens de la Directive cadre sur l'eau)³. La morphologie du fleuve a été historiquement fortement modifiée à partir du 19^{ème} siècle et – de manière plus substantielle - au cours du 20^{ème} siècle, pour de multiples objectifs : la navigation, la production d'énergie hydroélectrique et l'irrigation.

De manière générale, le bon état écologique des cours d'eau est défini par des valeurs-seuil à atteindre pour une série d'indicateurs biologiques clairement identifiés, ces valeurs ayant été fixées par comparaison avec des cours d'eau de même type. Or le fleuve Rhône ne peut être comparé à aucun cours d'eau de type semblable qui serait non ou très peu aménagé. Par ailleurs, les principaux indicateurs biologiques utilisés pour la plupart des cours d'eau ne sont pas applicables ou interprétables pour le Rhône.

Il n'est généralement pas envisageable d'intervenir sur les modifications physiques qui sont indispensables à l'exercice des usages spécifiés par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Sur le Rhône, les contraintes techniques obligatoires sont liées aux aménagements réalisés pour la navigation, le stockage d'eau pour la production hydroélectrique, la protection contre les crues. Il est par contre possible de réduire les effets des autres altérations physiques non indispensables aux usages et/ou de réduire ou supprimer les altérations des usages non spécifiés.

³ Les masses d'eau non MEFM sont : le Vieux Rhône de Belley, de Brégnier Cordon ; le Rhône du pont d'Evieu au défilé de Saint Alban de Malarage ; le Rhône de Sault Brenaz au pont de Jons sur le territoire Haut Rhône ; le Vieux Rhône de Roussillon sur le territoire Rhône Moyen ; le Vieux Rhône de Donzère sur le territoire Rhône aval ; la masse d'eau de transition estuaire du Rhône

La note présente la démarche utilisée pour définir à quel niveau se situe le bon potentiel écologique de chaque masse d'eau du fleuve Rhône et quelles sont les actions de restauration qui permettraient de l'atteindre.

Cette démarche était indispensable pour fixer les objectifs écologiques à atteindre dans les SDAGE successifs (2016-2021, 2021-2027) et pour alimenter les travaux de concertation sur le contenu des programmes de mesures associés.

Poursuivre la restauration écologique du fleuve engagée depuis plus de vingt années supposait de définir les objectifs à atteindre sur des bases les plus factuelles, comparables et harmonisées possible, en respectant le cadre fixé par la directive-cadre européenne sur l'eau et les recommandations des groupes de travail mis en place pour préciser ses conditions d'application.



Le fleuve Rhône, à l'amont de l'aménagement de Belley -
POUSSARD G.

2. L'outil

2.1. L'outil en bref

L'outil s'appuie sur l'expérience acquise sur le fleuve en termes de restauration écologique, en particulier le suivi scientifique du programme décennal de restauration hydraulique et écologique du fleuve, ainsi que sur un bilan des expériences réalisées sur d'autres cours d'eau en France et à l'étranger.

Une réflexion est ensuite conduite pour chaque masse d'eau du fleuve, pour établir un bilan de ce qui a été fait en matière de restauration et de ce qui pourrait encore être fait d'efficace pour améliorer son potentiel écologique.

Les réunions avec les acteurs locaux, qui ont eu pour objectif d'analyser les actions pertinentes de restauration écologique, ont associé des représentants de diverses structures : gestionnaires d'aménagements (CNR, EDF), structures locales de gestion, conservatoire d'espaces naturels, réserve naturelle et parc naturel régional concernés par les différents territoires étudiés. L'agence de l'eau, la DREAL de bassin et l'ONEMA participaient aussi à ces réunions.

Les résultats du bilan et des concertations ont servi à établir une grille de détermination des classes de potentiel écologique, applicable à l'ensemble du fleuve, à partir du bilan des actions de restauration hydromorphologiques réalisées ou engagées (ou prévues s'il s'agit de définir les objectifs à atteindre dans le futur).

Remarques :

- *Les déclassements par les éléments de qualité physico-chimique doivent, par principe, être pris en compte pour évaluer le potentiel/état écologique d'une masse d'eau. Dans le cas du fleuve Rhône, on n'observe pas de déclassement par ces éléments ; si tel avait été le cas, le potentiel écologique résultant eût, au mieux, atteint la classe de potentiel moyen.*
- *La démarche a été appliquée à l'ensemble des masses d'eau, même pour les quelques masses d'eau qui ne sont pas MEFM, car on ne dispose pas de grilles d'évaluation biologique applicables au fleuve Rhône.*

Les grands principes de la démarche qui a conduit à l'outil d'évaluation du potentiel écologique sont illustrés dans la figure 1 ci-dessous. L'application de la grille à 4 niveaux résultante permet d'évaluer le potentiel écologique de chaque masse d'eau au regard de la capacité d'amélioration de ses caractéristiques environnementales.

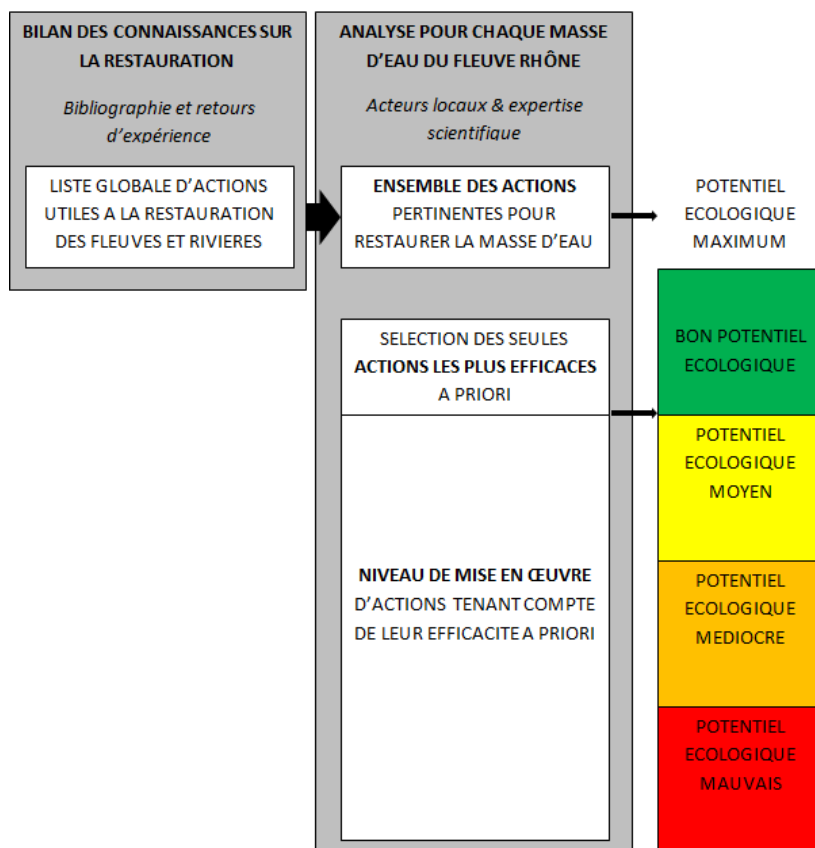


Figure 1 : Illustration des principes de la construction des classes de potentiel écologique.

Cette méthode et l'outil qui en résulte permettent :

- 1) de se doter **d'un cadre méthodologique stable et homogène** à l'échelle du fleuve et pour la durée de la mise en œuvre de la DCE d'ici à 2027 ;
- 2) d'évaluer la situation de chaque masse d'eau au regard de **l'objectif de bon potentiel écologique établi sur la base d'actions de restauration réalisables**. Les communautés aquatiques résultant de la mise en œuvre de ces actions, ou d'actions au moins aussi efficaces, correspondront *de facto* aux conditions biologiques du bon potentiel écologique ;
- 3) de disposer d'**un indicateur sensible** pour rendre compte des gains environnementaux des actions réalisées depuis la fin des années 90 et pour identifier le gain à attendre de celles qui restent encore à réaliser ;
- 4) de **définir les secteurs où des actions sont encore à engager** pour que l'ensemble du fleuve Rhône atteigne son potentiel écologique, en tenant compte de l'effort à réaliser. Cette méthode a fourni une base de discussion robuste pour la définition du prochain programme de mesures de 2016 à 2021.

2.2. L'outil en détails

2.2.1. Principe généraux

Une classe de potentiel écologique est attribuée à chaque masse d'eau en considérant les actions de restauration déjà engagées (ou prévues s'il s'agit de prévoir le potentiel atteint au terme d'un plan de gestion), comparées à l'ensemble des actions qui permettraient d'atteindre le bon potentiel écologique.

Ces actions ont été identifiées pour chaque masse d'eau en consultant les acteurs locaux, notamment les gestionnaires et le concessionnaire du fleuve. Des scores sont associés à l'efficacité technique de chaque mesure, de manière générique, mais aussi pour chaque masse d'eau, sur la base des connaissances des acteurs locaux, des résultats de travaux scientifiques et d'expertises *ex ante*.

Le bon potentiel écologique (Bpe) est calculé sur la base d'un écart au potentiel écologique maximum (Pem). Le **potentiel écologique maximum** correspond à la situation théorique où **toutes les mesures** inventoriées seraient mises en place. Le **bon potentiel** correspond à la situation où **seules les mesures les plus efficaces** seraient appliquées, parmi l'ensemble des mesures inventoriées.

L'application au fleuve Rhône de l'approche spécifique aux grands milieux artificialisés, dite «par mesures d'atténuations» procède de trois étapes dont les temps forts principaux sont :

- La réalisation d'une synthèse bibliographique des études et des données scientifiques (section 2.2.2)
- Le calcul du potentiel écologique maximum (Pem) (section 2.2.3)
- Le calcul du bon potentiel écologique (Bpe) (section 2.2.4) et des autres classes de potentiel (section 2.2.5)

2.2.2. Synthèse bibliographique des études et des données scientifiques

De nombreuses études destinées à mieux comprendre le fonctionnement écologique du fleuve Rhône ont été réalisées au cours des 25 dernières années. Les scientifiques ont également produit des données qui ont permis de mieux connaître le fleuve. Une synthèse bibliographique de ces études et données scientifiques a été réalisée. Les études ou données remarquables qui ont été exploitées sont présentées en annexe 2. Les résultats du suivi scientifique du programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône ont fait l'objet d'une synthèse en 2014.

A partir de celles-ci, un référentiel a été construit sous un système d'information géographique (SIG). Des cartes ont été produites comme support de travail pour les réunions de concertation avec les acteurs locaux et les scientifiques. Ces cartes recensaient les éléments remarquables du point de vue de l'écologie et de l'anthropisation sur l'ensemble du fleuve Rhône (lônes, bancs de graviers, casiers pour la navigation, ouvrages transversaux...). Un extrait du contenu de ce système d'information géographique est présenté en annexe 2.

2.2.3. Valeur du Potentiel écologique maximum (Pem) de chaque masse d'eau

• Principe

La valeur du potentiel écologique maximum (Pem) constitue un point de repère pour évaluer ensuite les potentialités écologiques, notamment la limite du bon potentiel écologique. Le Pem correspond aux gains écologiques dont pourrait bénéficier la masse d'eau, suivant un scénario hypothétique consistant à imaginer mettre en œuvre l'ensemble des actions d'atténuation ou de restauration envisageables, sans toutefois toucher aux contraintes techniques obligatoires indispensables à l'exercice des usages spécifiés qui concernent la masse d'eau. Les actions de restauration qui entrent dans le calcul de ce potentiel maximal tiennent compte de la faisabilité technique mais pas des contraintes technico-économiques.

Le potentiel écologique maximum ne constitue en aucun cas un objectif de restauration. Il est une valeur référence indispensable à partir de laquelle il devient possible de définir des classes d'états écologiques adaptées au contexte de chaque masse d'eau.

- **Les actions envisageables pour améliorer l'écologie du Rhône**

L'identification de l'ensemble des actions d'atténuation/de restauration possibles sur les masses d'eau du Rhône, sans filtrer à ce stade avec un critère d'efficacité, est une étape essentielle à l'évaluation du potentiel écologique maximum.

Pour cela, un référentiel d'actions adaptées au fleuve Rhône a été construit. Il s'est nourri des résultats des travaux déjà menés au niveau français et européen pour déterminer une typologie d'actions de restauration envisageables sur les MEFM pour en améliorer la qualité écologique⁴. Il intègre également les enseignements issus des résultats du suivi scientifique du programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône en place sur le fleuve depuis 1998.

A partir des retours d'expériences récents, on a pu démontrer que la suppression d'anciens ouvrages (épis, casiers Girardon) pour la navigation ne perturbe pas la navigabilité du fleuve et que seule la gestion des atterrissements pourrait entraver la navigabilité.

De même, pour la production hydro-électrique, le retour d'expérience atteste qu'il a déjà été possible de modifier certaines contraintes en augmentant, par exemple, le débit réservé assigné à un aménagement ou en prévoyant un régime de débit réservé plutôt qu'une valeur constante sur toute l'année. Dans cette logique, les principaux projets de restauration identifiables visant l'hydrologie concernent l'augmentation du débit réservé, l'augmentation en fréquence de débits morphogènes dans les tronçons court-circuités ou l'optimisation des périodes d'arrêt des groupes de production.

La protection contre les inondations consiste principalement dans la construction de digues directement en berges dans la traversée des grandes villes et plus éloignées dans la plaine sur les tronçons moins densément peuplés : la restauration d'un espace de liberté ou d'une meilleure connectivité latérale par intervention sur les digues (recul, abaissement, suppression) sera considérée au cas par cas.

Sur un panel de 46 actions de restauration, 38 actions ont finalement été sélectionnées comme étant potentiellement applicables au fleuve Rhône.

Le gain écologique théorique attendu de chacune de ces actions d'atténuation/restauration a été évalué pour les trois compartiments qui forment les composantes du fonctionnement hydromorphologique du fleuve : géomorphologique, hydrologique et continuité piscicole.

Ainsi, pour chacune des actions, le score brut de gain attendu de chaque action est le suivant :

- 0 → L'action n'apporte pas de gain significatif
- 1 → L'action apporte un gain significatif mais non déterminant sur le compartiment
- 2 → Le gain de l'action est déterminant pour le compartiment

Le score traduit le gain attendu de l'action, sans considération des éléments de contexte particulier rencontrés sur telle ou telle masse d'eau. Ainsi le score attribué à chacune des actions est le même sur toutes les masses d'eau. Une pondération est appliquée dans la suite de la méthode de scoring pour évaluer l'efficacité relative de l'action dans un contexte donné (cf.3.3).

⁴ Notamment : document produit par Hydrotec (2012) dans le cadre d'une étude de caractérisation et de classification des types de travaux de restauration des milieux sur une MEFM, pour le compte du Ministère de l'environnement allemand ; synthèse bibliographique française et européenne produite par Grontmij® (2013)

Tableau 1 : Ensemble des actions d'atténuation/restauration avec leur gain théorique attendu (score brut) sur les trois compartiments qui forment les composantes géomorphologique, hydrologique et la continuité piscicole.

ACTION	OBJECTIF	GEOMORPHOLOGIE	HYDROLOGIE	CONTINUITE ECOLOGIQUE
DANS LE CHENAL				
Démonter - modifier les épis présents dans le lit	Diversifier les faciès	2	0	0
Démonter les casiers Girardon colmatés	Diversifier les faciès et favoriser la dynamique latérale et le rechargement par remobilisation sédimentaire	2	0	0
Créer de la connectivité dans les casiers Girardon non colmatés	Diversifier les faciès en ouvrant les casiers Girardon non colmatés, pour en faire des zones refuges	1	0	1
Construire - modifier des épis pour alimenter les îlônes	Favoriser la connexion hydraulique permanente ou semi-permanente avec les îlônes	1	1	1
Abaïsser - supprimer les seuils et barrages	Diversifier les faciès d'écoulement en supprimant les ouvrages qui créent des plans d'eau non naturel	2	1	2
Effectuer des rechargements sédimentaires	Restaurer la dynamique sédimentaire, par des apports de sédiments grossiers dans le Vieux Rhône	2	0	0
Gérer les bois morts dans le Vieux Rhône et les îlônes	Créer des milieux spécifiques, favoriser la dynamique sédimentaire latérale (provoquer des érosions par embâcles)	1	0	0
Gérer les atterrissements	Favoriser la diversité des stades de végétalisation des atterrissements	1	0	0
Créer ou améliorer les dispositifs de montaison et/ou de dévalaison	Equiper les points de rupture de la continuité écologique	0	0	2
Gérer les ouvrages pour réguler les vitesses d'augmentation et de diminution des débits dans le Vieux Rhône	Limiter la sédimentation des fines dans les îlônes, par un meilleur contrôle des phases de crue et de décrue	1	2	1
Gérer les ouvrages pour augmenter la fréquence des crues morphogènes dans le Vieux Rhône (Q2-Q5 naturel)	Restaurer une dynamique sédimentaire dans les Vieux Rhône par une gestion des barrages en crue	2	2	0
Réduire l'impact des éclusées (marnage) sur les niveaux d'eau	Limiter l'impact des variations journalières des hauteurs d'eau pour limiter les variations de faciès d'écoulement sur un même site à des pas de temps réduits	0	2	0
Augmenter le débit réservé	Diversifier les faciès d'écoulement par augmentation du débit minimum dans le Vieux Rhône	0	2	0
Intégrer une saisonnalité des débits réservés	Diversifier les faciès d'écoulement par une variation annuelle du débit minimum dans le Vieux Rhône	0	2	0

ACTION	OBJECTIF	GEOMORPHOLOGIE	HYDROLOGIE	CONTINUITE ECOLOGIQUE
SUR LES BERGES				
Favoriser - développer une végétation rivulaire diversifiée, large et continue	Constituer un corridor écologique continue sur les berges	1	0	0
Modifier- supprimer les protections (enrochements et perrés du XIXe siècle)	Redonner une dynamique latérale et favoriser la recharge sédimentaire	2	0	0
Reprofilier les berges	Diversifier les faciès des berges	2	0	0
Ne pas lutter contre l'érosion	Redonner une morphologie naturelle aux berges	1	0	0
DANS LA PLAINE D'INONDATION				
Créer un lit moyen par décaissement	Diversifier les faciès, en créant un lit moyen plus fréquemment inondé, par décaissements de zones d'atterrissements historiques	2	2	0
Créer des îlots	Diversifier les faciès en recréant des milieux aux caractéristiques hydromorphologiques rhodaniennes	2	1	2
Supprimer les digues qui constituent des casiers hydrauliques dans la plaine	Diversifier les faciès par inondation de la plaine (restauration des zones humides)	1	2	0
Restaurer la morphologie des îlots	Diversifier les faciès, en restaurant les îlots	2	1	1
Restaurer la connectivité des îlots	Diversifier les faciès, en restaurant les îlots pour maintenir une connectivité hydraulique et favoriser l'auto-entretien	1	2	2
Aménager les confluences	Restaurer la continuité sédimentaire et écologique, au droit des zones de confluence	2	0	2
Supprimer les points de rupture de la continuité dans les îlots	Restaurer la continuité écologique, par l'aménagement notamment des passages busés	0	0	1
Gérer la végétation contre la fermeture des milieux	Dynamiser le fonctionnement des annexes fluviales en luttant contre la fermeture des milieux et les espèces végétales invasives	1	0	0
Restaurer les zones humides	Diversifier les faciès par restauration de milieu ou par réaménagement des anciennes gravières	1	0	0

- Pondération du gain écologique potentiel des projets en fonction du contexte de chaque masse d'eau**

Dans la section précédente, des valeurs génériques de scores ont été proposées pour évaluer les gains écologiques pour chacune des actions d'atténuation/ de restauration écologique. Elles ne prennent pas encore en considération les particularités des masses d'eau auxquelles elles pourraient s'appliquer.

Pour en tenir compte, chaque valeur brute est pondérée par un coefficient qui tient compte du contexte particulier de chaque masse d'eau. Cette pondération des valeurs de score brutes du tableau 1 permet de hiérarchiser les gains écologiques attendus au sein de l'ensemble des actions de restauration possibles.

La sélection des actions adaptées à chaque masse d'eau et le choix de coefficients de pondération ont été établis sur la base d'une série d'enquêtes téléphoniques menées auprès des principaux gestionnaires du fleuve, puis de réunions régionales de groupes d'experts (scientifiques et gestionnaires) : une identification des différents projets, réalisés ou planifiés, et des projets non planifiés a été réalisée pour chaque masse d'eau.

Pour chaque masse d'eau, chaque projet sélectionné (planifié/réalisé ou non planifié) a fait l'objet d'une expertise pour définir ses caractéristiques, en particulier son emprise spatiale (linéaire, surface sur lesquels les actions ont un effet). Ces éléments servent à pondérer le gain écologique attendu d'une action au regard de l'échelle de la dimension de masse d'eau. Les coefficients de pondération figurent dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Coefficients de pondération du gain potentiel des projets sur le milieu

VALEUR DU COEFFICIENT	SENS DU COEFFICIENT DE PONDERATION DES PROJETS
5	Le gain du projet ou de l'action est déterminant à l'échelle de la masse d'eau
2	Le gain du projet ou de l'action est significatif à l'échelle la masse d'eau
0.5	Le gain du projet ou de l'action est ponctuel , localisé au niveau de l'intervention
0.1	Le projet ou l'action vise le maintien , la préservation du milieu, en l'état

Le cas échéant, lorsque l'action de restauration se heurte à une contrainte technique obligatoire d'un usage et ne peut de ce fait restituer la totalité des gains attendus, une seconde pondération est appliquée à dire d'expert (application d'un pourcentage corrigeant le score pondéré).

• Calcul du potentiel écologique maximal de chaque masse d'eau

Le potentiel écologique maximum (Pem) correspond à un scénario qui fait l'hypothèse d'une mise en œuvre de l'ensemble des actions qui apportent un gain écologique. Ce scénario prend en compte l'étendue du gain attendu à l'échelle de la masse d'eau ainsi que les limites à ce gain que constituent les altérations écologiques liées aux contraintes techniques obligatoires pour exercer les usages spécifiés touchant la masse d'eau.

Pour évaluer ce potentiel, il a fallu décider quelle était la situation d'où l'on partait : certaines masses d'eau ont déjà été soumises à des travaux de restauration écologique (restauration de lônes, augmentation du débit réservé...). Pour définir une valeur du potentiel écologique maximum comparable entre les différentes masses d'eau du fleuve et qui prenne en compte les efforts de restauration déjà engagés par le passé, la période de référence retenue, commune à l'ensemble des masses d'eau, est celle avant le démarrage des premières actions de restauration engagées à la fin des années 90. Les actions suivantes ont ainsi été intégrées dans le calcul du potentiel maximum :

- actions liées aux projets déjà réalisés depuis le début des travaux de restauration à la fin des années 90. Le référentiel écologique pré-restauration des masses d'eau du Rhône est fixé à la période avant tout projet de création de passes à poisson, de restauration des lônes et d'augmentation du débit réservé (soit au début des années 1990) ;
- actions prévues dans le programme de mesures 2010-2015 ;
- actions qui pourraient être réalisés au-delà de 2015 en raison de leur capacité à accroître le potentiel écologique.

Les deux premières catégories correspondent aux projets réalisés ou planifiés avant fin 2015. Les projets planifiés correspondent à l'ensemble des actions de restauration mis en œuvre sur une masse d'eau depuis l'état initial pré-restauration. La dernière catégorie correspond aux projets non planifiés.

Une grille d'analyse a été construite pour chaque masse d'eau :

- pour chacun des projets et projets non planifiés, les actions à déclencher pour les mettre en œuvre sont identifiées.
- un score de gain écologique des projets sur chacune des 3 composantes hydromorphologiques (géomorphologie, hydrologie, continuité écologique) est calculé par la somme des produits entre le coefficient de pondération des projets réalisés à fin 2015 (P) ou projets non planifiés (PNP) et le coefficient de gain de l'action sur la composante.
- la somme des valeurs obtenue pour les 3 composantes donne le score de potentiel de gain écologique d'un projet, planifié ou non, sur la masse d'eau. Lorsqu'il existe une interférence possible avec les contraintes obligatoires d'un usage spécifié, la valeur du score est abaissée d'un pourcentage défini par expertise.

Le potentiel écologique maximum correspond à la somme des valeurs obtenues pour chaque composante pour l'ensemble des projets. Cette somme illustre la valeur maximale qui pourrait être atteinte si l'ensemble des actions pouvant améliorer le potentiel écologique de la masse d'eau étaient mises en œuvre. **Ce scénario n'est pas celui requis pour atteindre le bon potentiel écologique ; il ne constitue pas un objectif de gestion à atteindre.**

Au total, sur la base des réunions de concertations, de l'exploitation de la base de données SIG et des retours d'expériences, ont été identifiés pour les 26 masses d'eau du fleuve :

- 64 projets planifiés, réalisés entre 2009 et 2015 ;
- 127 projets non planifiés.
- Les créations de passes à poisson, les travaux de restauration de lînes, et les augmentations du débit réservés réalisés sur certains vieux Rhône avant 2009 ont été ajoutés aux projets planifiés

2.2.4. Calcul du bon potentiel écologique pour chaque masse d'eau du fleuve

A partir de la valeur du potentiel écologique maximum de chaque masse d'eau, seules les actions qui présentent les meilleurs scores en termes de gain écologique (score brut pondéré par l'extension attendue de ce gain à l'échelle de la masse d'eau) ont été retenues. La somme de ces scores fournit la valeur-limite du bon potentiel écologique « brut » évalué pour chaque masse d'eau.

Cette valeur a aussi été estimée d'une autre manière : par analogie avec le seuillage utilisé pour calculer le bon état écologique sur une masse d'eau naturelle, la valeur-seuil pour l'atteinte du bon potentiel écologique est définie à 75 % de la valeur du potentiel écologique maximum. Le bon potentiel écologique tient donc compte non seulement des contraintes techniques obligatoires liés aux usages spécifiés en présence, mais aussi de la perte d'habitats fonctionnels (de l'ordre de 25 %) liée à l'ensemble des activités humaines.

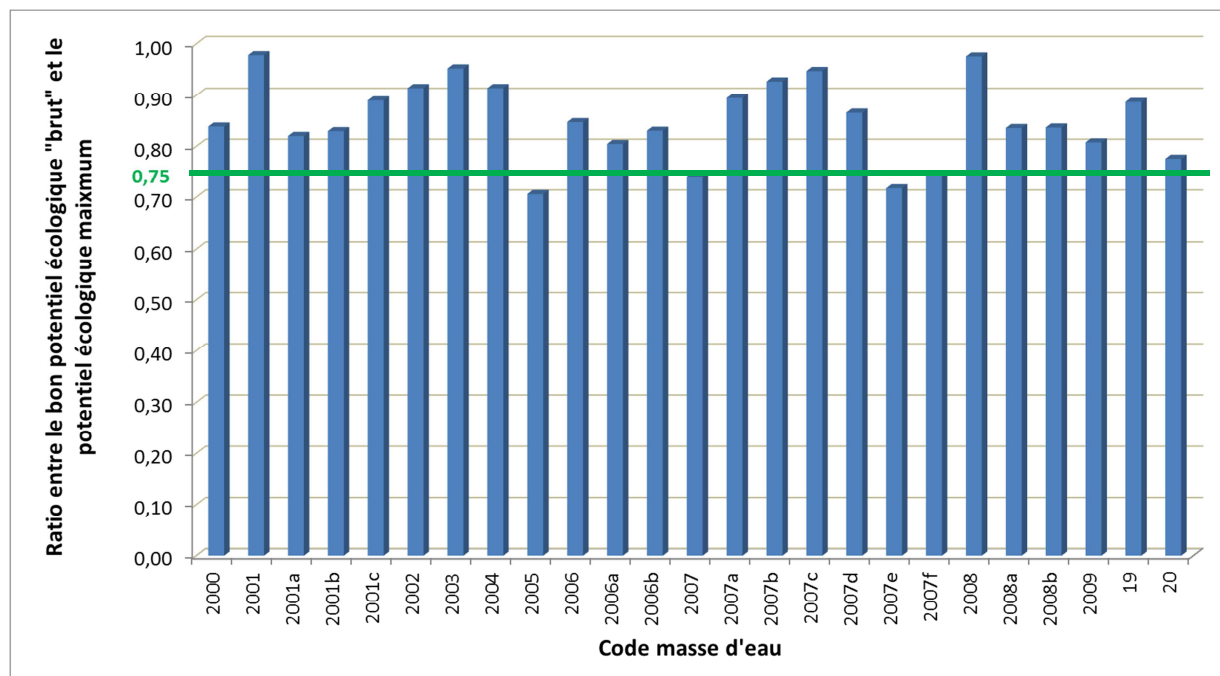


Figure 2 : comparaison de la limite du bon potentiel écologique calculée pour chaque masse d'eau (Ratio entre le bon potentiel écologique « brut » exprimée en pourcentage du potentiel écologique maximum) et de la valeur-limite de 75% du potentiel écologique maximum retenue pour l'ensemble des masses d'eau du fleuve

Comme illustré par la figure 2, la valeur générale de l'écart au potentiel maximum retenue pour fixer la limite du bon potentiel écologique est quasi-systématiquement inférieure ou très proche de la valeur-limite du bon potentiel estimé individuellement pour chaque masse d'eau. Cela signifie que, en pratique, l'atteinte du bon potentiel ainsi défini est techniquement possible.

C'est cette valeur-limite pour le bon potentiel écologique, qui correspond à 75% de la valeur du potentiel maximum, qui a été retenue *in fine*. L'adoption d'une valeur standard par rapport au potentiel maximum pour le bon potentiel écologique permet de garantir un niveau d'ambition comparable entre toutes les masses d'eau, en proportion des possibilités qu'elles ont d'être restaurées.

La figure 3 ci-après résume la démarche générale.

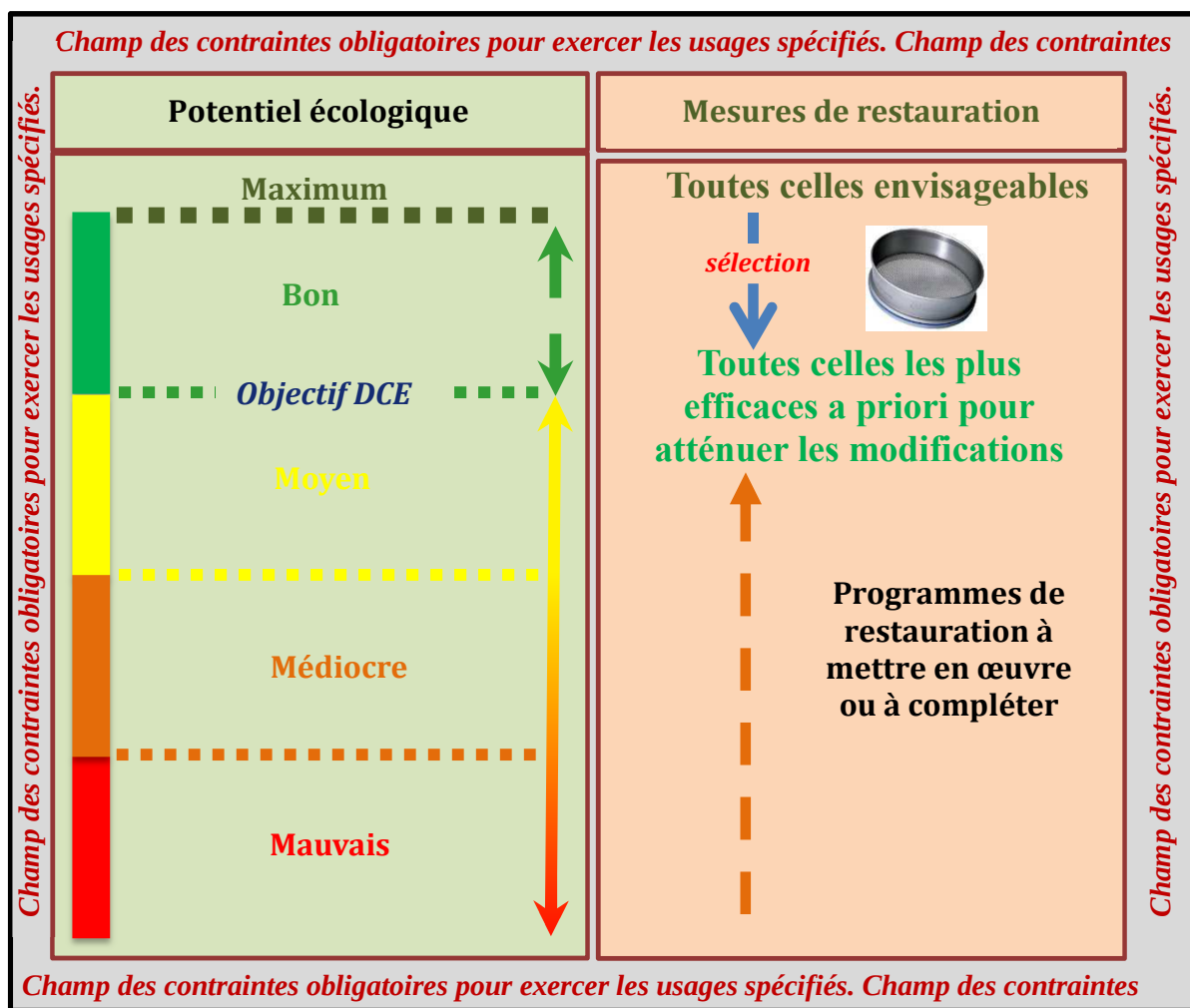


Figure 3 : démarche générale de la Directive Cadre sur l'Eau sur les masses d'eau fortement modifiées (gauche) et la déclinaison pratique du protocole de Prague (droite)

2.2.5. Les quatre classes de potentiel écologique (bon, moyen, médiocre, mauvais)

La classe de bon potentiel écologique vient d'être définie : elle s'étend de la valeur limite du bon potentiel à celle du potentiel écologique maximum.

Les trois autres classes de potentiel écologique sont définies par le croisement de deux indicateurs :

- Un indicateur du degré d'effort de restauration accompli au regard de l'objectif de bon potentiel. Il mesure l'écart entre le score atteint par la mise en œuvre des actions planifiées ou réalisées (P) et le score du bon potentiel écologique. Il se décline en 4 modalités, de très faible à fort. Lorsque la modalité est « fort », le bon potentiel est atteint.

Remarque : les qualificatifs « faibles » et « très faibles » ne sont pas un jugement de valeur sur les actions réalisées, mais une mesure d'un écart par rapport au seuil du bon potentiel écologique évalué par l'outil. C'est là un exemple qui illustre la plus-value apportée par l'outil pour aider à structurer la planification et la programmation de la restauration du fleuve.

- Un indicateur du potentiel de restauration de la masse d'eau (basé sur la valeur du potentiel écologique maximum - Pem). Il est introduit pour éviter d'attribuer un potentiel écologique mauvais à des masses d'eau dont le potentiel de restauration est intrinsèquement faible et pour lequel très peu est à faire pour passer au bon potentiel. Cela permet ainsi de mieux hiérarchiser les priorités d'action en identifiant comme médiocres ou mauvaises des masses d'eau dégradées dont les potentialités de restauration sont fortes et donc pour lesquelles le gain écologique attendu est élevé. Il a été distingué trois modalités de ce potentiel de restauration : faible, moyen et élevé.

Tableau 3 : Attribution d'une classe de potentiel écologique en fonction du potentiel maximum de chaque masse d'eau et de l'effort de restauration réalisé.

Degré d'effort accompli (P/Bpe)	Potentiel de restauration (valeur du score du Pem)		
	Faible (<15)	Moyen (15 - 30)	Elevé (>30)
Fort (100 % et plus)	BON	BON	BON
Moyen (50 - 100 %)	MOYEN	MOYEN	MOYEN
Faible (25 - 50 %)	MOYEN	MEDIOCRE	MEDIOCRE
Très faible (<25 %)	MOYEN	MEDIOCRE	MAUVAIS



Le vieux Rhône de Brégnier Cordon – POUSSARD G.

3. Les résultats

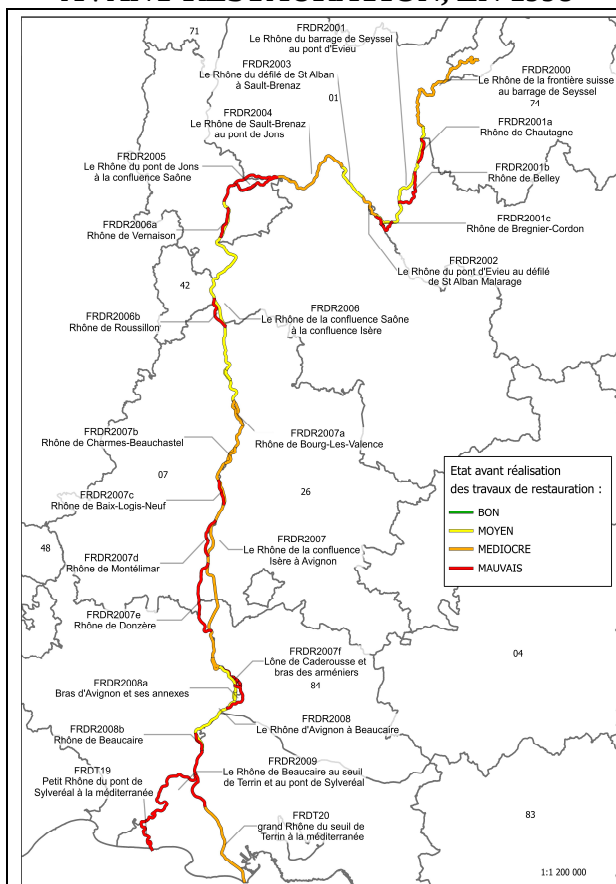
Les résultats présentés dans les figures 4a, 4b et 4c (page suivante) illustrent le niveau de potentiel des 26 masses d'eau du Rhône avant les premières actions de restauration du fleuve, après les travaux de restauration réalisés à l'échéance 2015 et le niveau de potentiel attendu pour 2027. Ces résultats soulignent :

- **une amélioration quasi générale des masses d'eau du fleuve.** Ainsi, on ne trouve plus de masse d'eau classée en mauvais potentiel/état écologique en 2015 alors que le potentiel de 12 masses d'eau (46% du nombre total) se situait dans cette classe avant travaux ;
- **2 masses d'eau** dont l'état était moyen avant travaux, **atteignent leur bon potentiel écologique** : Saint Alban-Sault Brénaz (FRDR2003) et Avignon-Beaucaire (FRDR2008) ;
- **pour 8 masses d'eau, les efforts de restauration auront permis de passer d'un potentiel écologique médiocre ou mauvais à un potentiel moyen** : Chautagne et Brégnier-Cordon (FRDR2001a et c), Vernaizon et Péage de Roussillon (FRDR2006a et b), Montélimar et Caderousse-Bras des Arméniers (FRDR2007d et f), L'aval de Beaucaire (FRDR2009) et le petit Rhône (FRDT19).

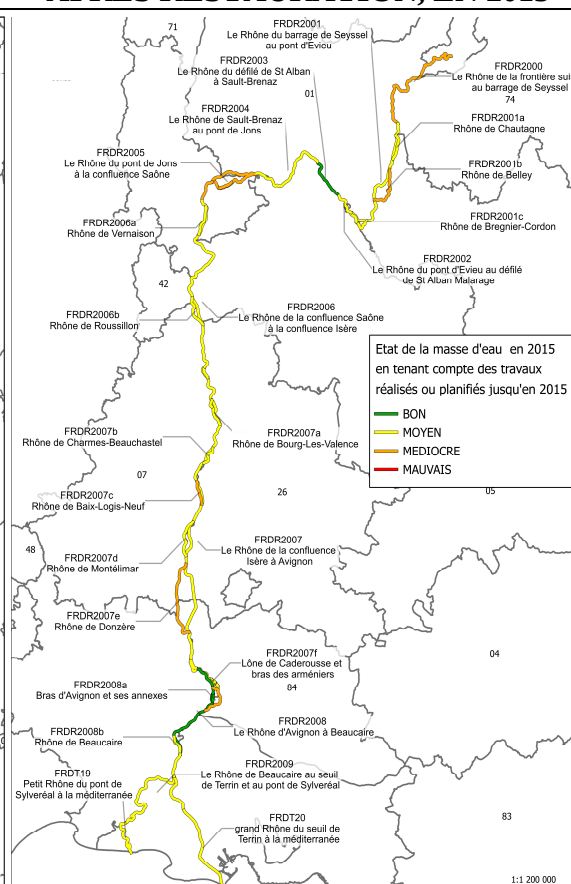
Les masses d'eau dont le potentiel écologique a été amélioré sans toutefois atteindre encore le bon potentiel correspondent, pour partie, à **celles qui ont bénéficié des projets du programme décennal de restauration engagé sur le fleuve depuis 1998** : Vernaizon en 2000 (FRDR 2006a), Chautagne, Belley et Brégnier Cordon entre 2006 et 2008 (FRDR 2001a, b, c), Péage de Roussillon depuis 2010 (FRDR2006b), Montélimar depuis 2010 (FRDR2007d).

Pour ces masses d'eau, les actions engagées ont permis de se rapprocher de leur bon potentiel écologique. **Toutes ces masses d'eau ont progressé d'une à deux classes vers le bon potentiel**, ce qui montre la sensibilité de l'outil proposé.

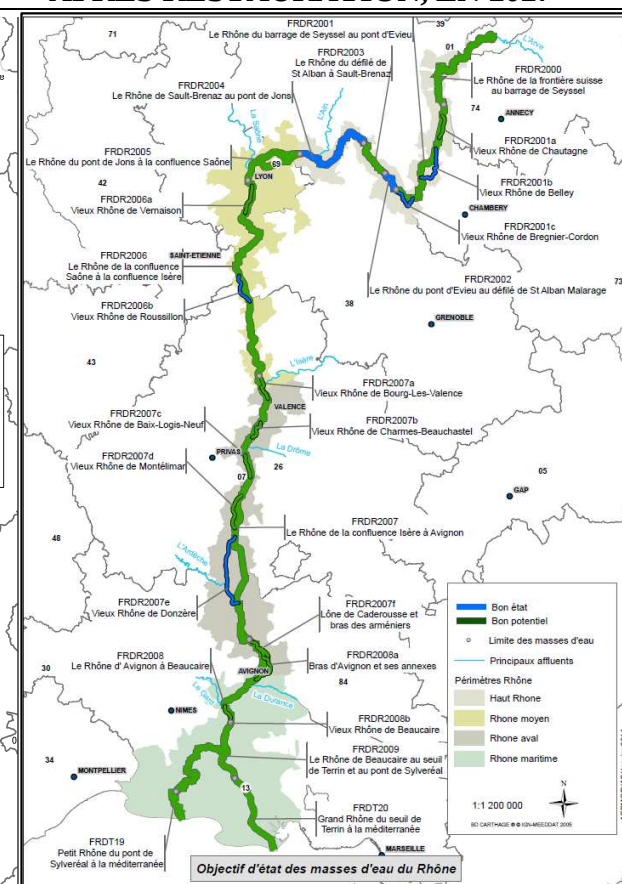
AVANT RESTAURATION, EN 1998



APRES RESTAURATION, EN 2015



APRES RESTAURATION, EN 2027



Figures 4 a, b et c :

A gauche, Figure 4a) Potentiel / état écologique des masses d'eau du Rhône avant la réalisation des travaux de restauration – Au milieu, Figure 4b) Potentiel/état écologique des masses d'eau du Rhône attendu en 2015 en tenant compte des travaux réalisés – A droite, Figure 4c) Potentiel/état écologique des masses d'eau du Rhône attendu en 2027

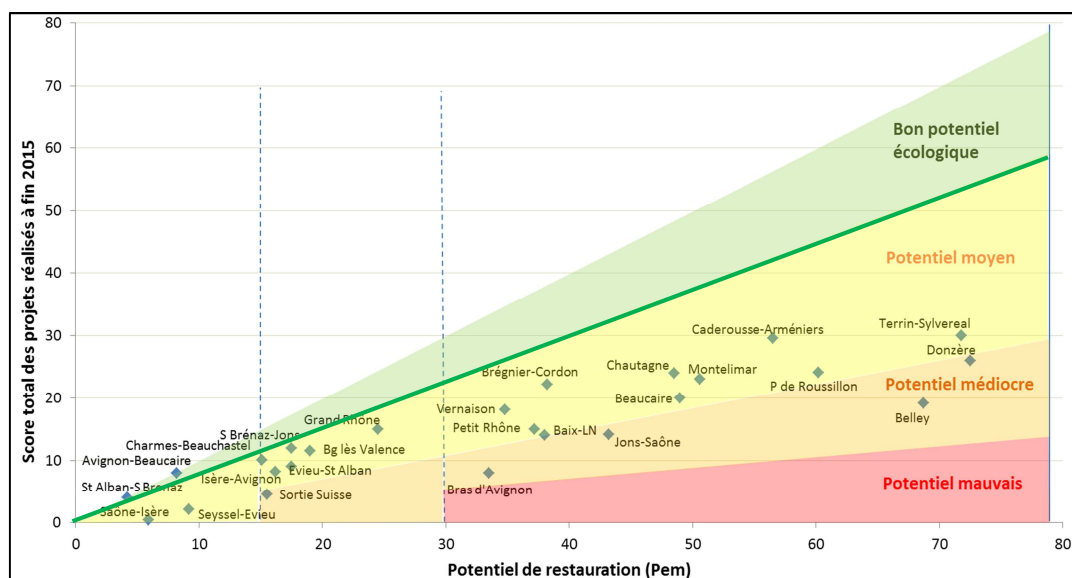


Figure 5 : Répartition des masses d'eau dans les différentes classes de potentiel écologique en 2015 (Score total des projets réalisés d'ici à fin 2015 en relation avec le potentiel de restauration) **et visualisation de l'écart à l'objectif de bon potentiel** (ligne verte).

Les résultats présentés dans la figure ci-dessus illustrent également que **5 masses d'eau sont dans une situation très proche du bon potentiel** : Brégnier-Cordon (FRDR2001c), Sault Brénaz – Pont de Jons (FRDR2004), Vernaison (FRDR2006a), Bourg-lès-Valence (FRDR2007a), Charmes-Beauchastel (FRDR2007b) et Grand Rhône (FRDT20). Elles sont pour le moment classées en potentiel/état moyen mais elles sont **près de basculer en potentiel/état bon**.

Ainsi, au terme de la réalisation de l'actuel programme de mesures, **en 2015 le potentiel écologique sera bon sur 8% des masses d'eau, moyen pour 68% et médiocre pour 24%.**

Il reste donc **des marges de progrès** : aussi des programmes d'action sont en réflexion pour poursuivre la restauration du fleuve (morphologie et continuité biologique) dès 2016.

L'élaboration du programme de mesures 2016-2021 sur le fleuve Rhône s'est pleinement appuyée sur la méthode exposée ci-dessus pour offrir des propositions de mesures à la concertation.

La méthode de scoring permet d'envisager divers scénarios pour atteindre le bon potentiel écologique sur chaque masse d'eau, en fonction de la réalisation, ou pas, d'une action identifiée. Aussi l'analyse de **l'effort de restauration restant à conduire** sur le fleuve a permis :

- de **prioriser les actions** sur chacune des masses d'eau en fonction du poids qu'elles représentent dans l'atteinte du bon potentiel, notamment **au regard de l'efficacité attendue** ;
- de **répartir l'effort** de restauration à l'échelle du fleuve, **sur les deux plans de gestion à venir, 2016-2021 et 2022-2027.**

L'outil permet de mesurer la contribution des actions de restauration entreprises sur le fleuve à l'atteinte du bon potentiel écologique.

La figure 6 présente le niveau d'effort restant à accomplir après 2015 pour atteindre le bon potentiel sur l'ensemble des masses d'eau du Rhône.

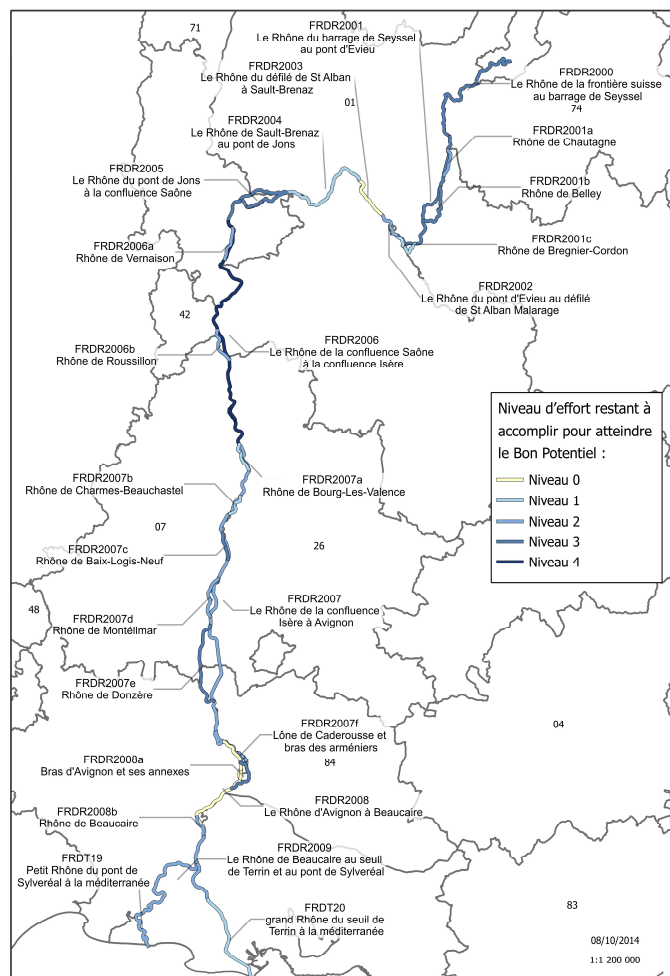


Figure 6 : Niveau d'effort restant à accomplir après 2015 pour atteindre le bon potentiel – au niveau 0 en blanc le bon potentiel est déjà atteint ; l'effort est gradué de faible (niveau 1 en bleu clair) à important (niveau 4 en bleu foncé).

Les actions clés encore à mener pour améliorer ce bilan et atteindre le bon potentiel écologique sur l'ensemble du fleuve à échéance 2027 sont les suivantes :

- la **restauration de lônes**, et/ou de la **remobilisation des marges** pour créer de nouvelles conditions d'habitats sur 92% des masses d'eau. Pour 30% la question de la recharge sédimentaire est posée ;
- l'**amélioration de la gestion des débits du fleuve** (adaptation du régime de débit réservé, crues morphogènes, gestion du marnage) sur 36 % des masses d'eau;
- l'**amélioration de la continuité biologique** sur 36 % des masses d'eau.

Un travail commun et partagé entre l'Etat et le principal concessionnaire sur le fleuve a consisté à examiner les différentes actions proposées dans l'outil et leur contribution à l'atteinte de l'objectif de bon état/bon potentiel écologique. Il a permis de définir un projet de **programme de mesures réaliste** mais ambitieux qui doit permettre une nette amélioration de l'état écologique du fleuve. Ces mesures feront l'objet d'échanges et d'analyses techniques plus détaillées pour définir les modalités pratiques de la mise en œuvre sur le terrain des actions qui les constituent.

Pour des raisons techniques et financières, les **objectifs visés** porteront dans un premier temps sur **13 masses d'eau avec un objectif de bon état/bon potentiel écologique pour 2021** puis sur les **12 masses d'eau restantes à l'échéance 2027**.

4. Les effets de la restauration déjà observés sur la faune aquatique

L'ampleur des actions de restauration effectuées sur le Rhône et les suivis scientifiques réalisés sont unique à l'échelle internationale.⁵

A l'origine, le programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône Français, lancé officiellement en 1998, concerne **l'augmentation des débits réservés** dans les parties court-circuitées par les aménagements (vieux Rhône) et **la restauration de la connectivité latérale dans des îlons**. Il a également pour objectif **d'améliorer les voies de migrations pour les poissons amphihalins** (alose, anguille, lamproies).

• L'amélioration des débits réservés et des régimes hydrologiques

La restauration hydrologique a débuté sur le vieux Rhône de Vernaison. En 2000, le débit réservé à l'aval du barrage de Pierre-Bénite a été augmenté de 10 m³/s (en hiver) à 100 m³/s. Les débits réservés ont ensuite été augmentés sur les secteurs de Chautagne (en 2004), Belley (en 2005) et Brégnier-Cordon (en 2006). A Brégnier-Cordon, le changement de débit minimum a concerné l'amont de la confluence du Guiers (passage de 25 m³/s à 65 m³/s). A Péage-de-Roussillon, pour répondre à des objectifs écologiques particuliers (privilégier les espèces de grèves le long des bancs de galets, favoriser la forêt alluviale, ...), des modulations saisonnières importantes ont été définies.

D'un point de vue hydraulique, les augmentations de débits réservés se traduisent par des augmentations de hauteurs et profondeurs d'eau moyennes importantes. Par exemple :

- Les valeurs de largeurs et de profondeurs moyennes sur le secteur de Vernaison ont augmenté respectivement de 26% et 70%.
- Les valeurs de largeurs et de profondeurs moyennes sur le secteur de Chautagne ont augmenté respectivement de 41% et 80%.
- La vitesse d'écoulement moyenne est passée de 8 à 36 cm/s dans le vieux-Rhône de Vernaison et de 39 à 84 cm/s dans celui de Chautagne.

• La restauration des îlons

Entre 1999 et 2013 : 3 îlons ont été restaurés en 1999 sur Vernaison, puis 21 îlons ont été réhabilités sur trois secteurs du Haut-Rhône, ainsi que 2 à Péage-de-Roussillon et 1 à Montélimar, **soient 27 îlons restaurés**.

L'augmentation du débit réservé a eu une influence directe sur la connexion des îlons avec le chenal principal : au total, **12 des 27 îlons restaurés ont retrouvé une connexion**. La restauration physique s'est attachée à restaurer des formes fluviales plutôt que des processus (restauration de la dynamique sédimentaire par exemple) même si les opérations de restauration modifient et influencent les processus.

• Illustration des résultats obtenus par le suivi écologique des opérations de restauration

L'effet des augmentations de débit réservé dans les vieux-Rhône est mesuré par l'analyse des modifications des structures des communautés de poissons et de macro-invertébrés benthiques. Ainsi, l'analyse de l'effet des augmentations du débit réservé dans les vieux-Rhône a pu bénéficier sur certains secteurs de **l'existence de données acquises durant plus de 20 ans** avant la restauration. L'ensemble des données est maintenant bancarisé et public⁶.

⁵ Suivi scientifique du programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône - Synthèse, 2014

⁶ Disponible sur : <http://restaurationrhone.univ-lyon1.fr>

Sur les vieux-Rhône de Vernaison et de Chautagne, où les changements physiques sont importants, **la proportion d'espèces de poissons d'eaux courantes est passée de 15 % à 44 % à Vernaison et de 10 % à 23 % à Chautagne** (figure 7).

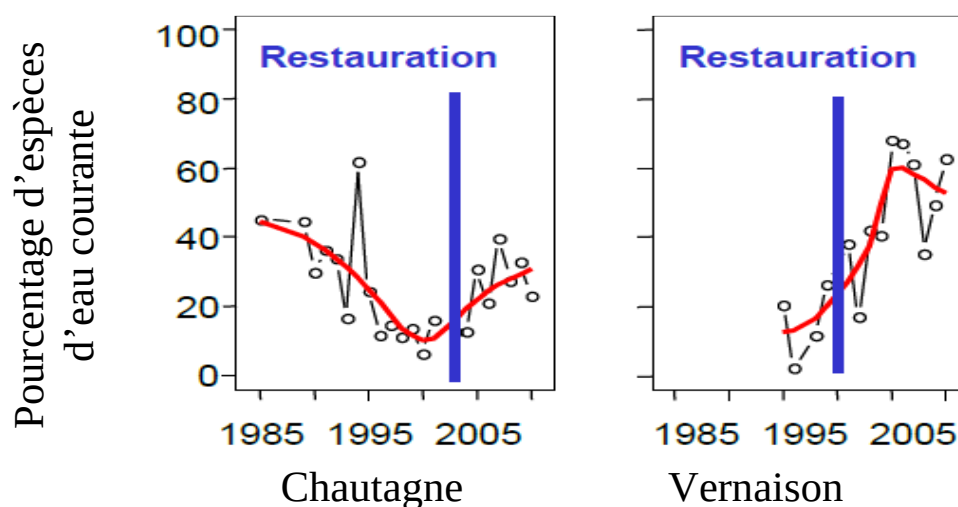


Figure 7 : Evolution de la proportion des poissons « d'eau courante » dans les vieux-Rhône au cours du temps
Source : Suivi scientifique du programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône - Synthèse, 2014

Un suivi temporel de la diversité des communautés benthiques entre lînes restaurées et non restaurées a également été réalisé. La figure 8 présente des résultats dans les secteurs de Belley et Brégnier-Cordon réunis. **La diversité des communautés d'invertébrés benthiques augmente de façon très significative dans les sites restaurés, alors qu'elle reste stable dans les sites non restaurés.**

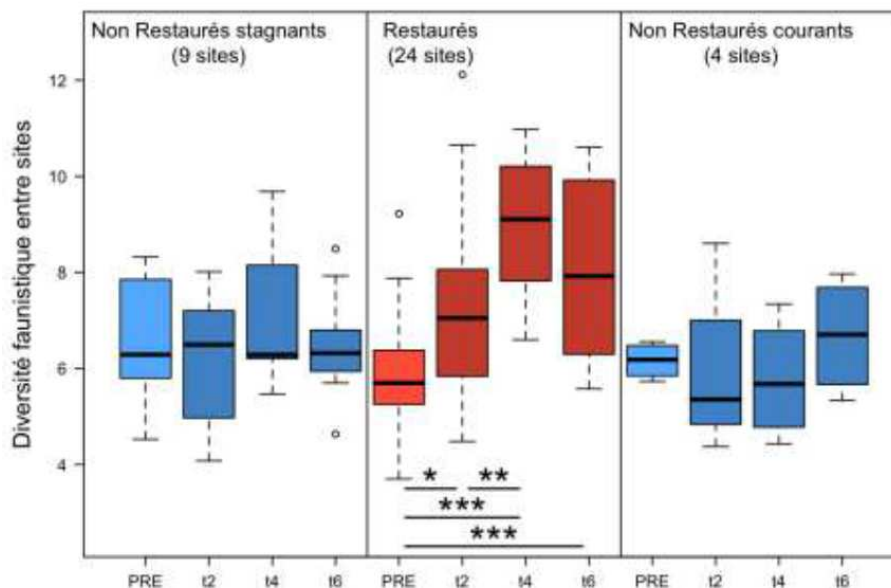


Figure 8 : Evolution temporelle avant restauration (PRE) et après restauration (avec t2, t4 et t6 correspondant à 2, 4 et 6 ans après restauration) de la diversité des communautés benthiques entre lînes dans les secteurs de Belley et Brégnier-Cordon réunis. **La diversité des communautés d'invertébrés benthiques augmente de façon très significative dans les sites restaurés, elle reste stable dans les sites non restaurés.** Source : Suivi scientifique du programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône - Synthèse, 2014

Ces résultats montrent tout l'intérêt de **poursuivre et amplifier le suivi scientifique** pour quantifier les gains écologiques observés à la suite des opérations de restauration : ils sont essentiels pour enrichir nos connaissances sur l'efficacité de la restauration et améliorer les outils de la gestion à moyen terme.

Annexes

Annexe 1. Les contraintes techniques obligatoires sur le Rhône

LES CONTRAINTES TECHNIQUES OBLIGATOIRES LIEES AUX USAGES A L'ORIGINE DES MASSES D'EAU FORTEMENT MODIFIEES, au titre de l'Annexe 5-2 de l'Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface, pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement (**en rouge les CTO identifiées sur le Rhône**) :

- **Profondeur minimale/maintien d'une ligne d'eau** : Pour la navigation, la CTO est de disposer d'une profondeur ou hauteur d'eau (mouillage) suffisante, qui se traduit le plus souvent par un maintien de la ligne d'eau constante (régulation hydraulique et barrage/écluses).
- **Obligation d'un certain débit et chute** : La production d'hydro-électricité se base sur la notion de puissance électrique qui est fonction d'un débit, d'une hauteur de chute et du rendement des turbines installées.
- **Marnage fort saisonnier** : Sur les retenues, cette contrainte est liée au stockage de la ressource pour la production d'hydro-électricité en périodes de forte demande énergétique (hiver ou été) ou le soutien d'étiage.
- **Marnage faible court terme et marnage faible saisonnier** : CTO liée à une activité de stockage de la ressource (AEP, irrigation, hydro-électricité).
- **Volume utilisable** : CTO liée à une activité de stockage de la ressource (AEP, irrigation, hydroélectricité, soutien d'étiage).
- **Régime de restitution** : A l'aval des retenues, les masses d'eau voient leur cycle hydrologique annuel modifié par les usages de l'eau stockée.
- **Rectification, déplacement du tracé du cours d'eau/Chenal de navigation/Rayon de courbure** : Pour la navigation, la géométrie du chenal (tracé en plan) est très contrainte, mais il existe une certaine marge de manœuvre entre les paramètres largeur et rayon de courbure. Ainsi, à rayon de courbure plus court, une largeur plus ample est nécessaire. Ces contraintes sont plus ou moins faciles à satisfaire en fonction du gabarit et de l'importance/morphologie du cours d'eau. Le drainage des sols est très souvent accompagné, a minima, d'un recalibrage du cours d'eau, voire d'une rectification.
- **Blocage lit mineur** : Le blocage du lit mineur n'est, en théorie, pas indispensable. à la navigation, mais, dans les faits, étant entendu que le cours d'eau doit passer sous les ponts et par les seuils/écluses, la marge de divagation au droit des ouvrages de navigation est quasi nulle. L'endiguement étroit pour la protection contre les inondations a eu pour but de canaliser les crues et a, de fait, supprimé toutes divagations possible du lit mineur.
- **Limitation du champ d'expansion de crues** : Le principe même de la protection contre les inondations est de limiter la capacité de débordement.

Annexe 2. Synthèse bibliographique des études et des données scientifiques

Parmi les études ou données remarquables qui ont été exploitées :

- L'atlas des sites d'intérêt écologique du Rhône dressé par la Compagnie Nationale du Rhône entre 1997 et 2001. Cet atlas se présente sous la forme de cartes à l'échelle 1:5000 avec des calques précisant les espèces remarquables recensées. L'intérêt de cet atlas réside essentiellement en une évaluation du caractère remarquable du point de vue des milieux recensés entre 1997 et 2001 ;
- l'atlas des paléo-environnements géomorphologiques du Rhône de la DIREN (2006) ;
- La base de données topographique du Rhône réalisée par l'IGN (BDT Rhône). Les chenaux principaux et secondaires du Rhône, les bras morts, les confluences et les plans d'eau ont ainsi été identifiés sur tout le linéaire du Rhône ;
- L'étude « Diagnostic des potentialités évolutives : typologie et cartographie des lônes sur l'ensemble du Rhône » par Christophe Henry et Claude Amoros. Cette étude avait recensé 289 milieux aquatiques permanents ou temporaires, d'origine naturelle ou artificielle dans la plaine d'inondation du Rhône français. 225 sites (sur 198 km de linéaire) ont fait l'objet d'un diagnostic fondé sur la végétation ;
- Les données de l'observatoire des sédiments du Rhône (OSR) qui recense les casiers Girardon et les bancs de galets non végétalisés, ainsi que les résultats du schéma de réactivation des marges alluviales datant de 2012.
- Les données de la DREAL sur le recensement des digues du Rhône ainsi que les données sur la franchissabilité piscicole des aménagements du Rhône de l'ONEMA et de l'IRSTEA.

Un extrait du contenu du système d'information géographique est présenté dans la figure suivante.

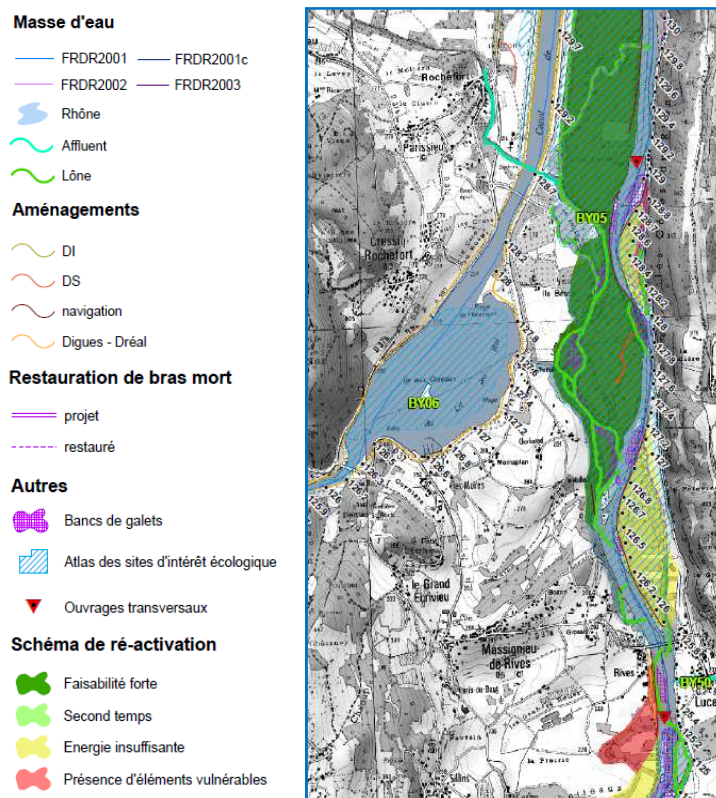


Figure 9 : Exemple de carte réalisée avec la base de données SIG et utilisée pour les concertations (format A2)

Annexe 3. Exemple de calcul du potentiel écologique maximum sur une masse d'eau du Rhône

Le calcul du potentiel écologique maximum est illustré par la figure 10 ci-dessous.

Vieux Rhône de Brégnier Cordon - FRDR2001c															
Actions	Géomorphologie	Hydrologie	Continuité Ecologique	Projets planifiés (P)					Projets non planifiés (PNP)						
				Plan de gestion des bancs de galets par arasement	Augmentation du débit réservé	Plan d'action sur 6 îlons par ONF	Gestion des boisements par ONF	Passage à poisson sur le seuil des Molottes	Restaurer les confluences	BILAN P	Plan de gestion des bancs de galets favorisant une diversité des milieux (végétation)	Redonner un espace de liberté au Rhône par le démontage d'anciens ouvrages hors d'usage	Restaurer la continuité écologique	Recharge sédimentaire	BILAN PNP
Dans le chenal															
Effectuer des rechargements sédimentaires	2	0	0							0				2	2
Gérer les affrètements	1	0	0	0,1						0,1	2				2
Créer ou améliorer les dispositifs de montaison et/ou de dévalaison	0	0	2							0			2		2
Intégrer une saisonnalité des débits réservés	0	2	0		5					5					0
Sur les berges															
Favoriser - développer une végétation riveraine diversifiée, large et continue	1	0	0				0,1			0,1					0
Dans la plaine d'inondation															
Supprimer les digues qui constituent des cotiers hydrauliques dans la plaine	1	2	0							0			2		2
Restaurer la morphologie des îlons	2	1	1							2					0
Aménager les confluences	2	0	2					0,5	0,5	1					0
Pondération liée aux contraintes techniques obligatoires (CTO)															
Composante Géomorphologie	0,1			100%	100%	100%	100%	100%	100%		100%	100%	100%	100%	
Composante Hydrologie	0			0,1	0	4	0,1	1	1	6,2	2	2	0	4	8
Composante Continuité écologique	0			0	2	2	0	1	1	4	0	0	4	0	4
Total				0	0	0	2	0	1	22,2					16
Potentiel écologique maximum															
38,2															

Figure 10 : Exemple de calcul du potentiel écologique maximum de la masse d'eau du Vieux Rhône de Brégnier Cordon

Les principales étapes de ce calcul sont rappelées ci-dessous :

1. Pour chaque projet planifié ou non planifié, des actions sont identifiées.
2. Pour chaque action identifiée, des scores sur les trois composantes « géomorphologie », « hydrologie » et « continuité écologique » ont été attribués. Par exemple sur le vieux Rhône de Brégnier Cordon de la figure 10 :
 - pour l'intégration d'une saisonnalité des débits réservés (projet déjà réalisé), un score de 2 est attribué sur la composante « hydrologie » ;
 - pour l'action « restaurer la morphologie des îles » (projet déjà réalisé), des scores de 2, 1 et 1 sont respectivement attribués sur les compartiments géomorphologie, hydrologie et continuité écologique.
3. Ces scores sont multipliés par un score de pondération des effets attendus à l'échelle de la masse d'eau. Sur exemple du vieux Rhône de Brégnier Cordon :
 - ce score de pondération est de 5 pour l'action sur les débits réservés car l'impact est jugé déterminant à l'échelle de la masse d'eau ;
 - ce score de pondération est de 2 sur l'action restaurer des îles car l'action est jugée significative (elle n'est pas ponctuelle, ce qui lui aurait valu une pondération de 0.5, et elle n'est pas jugée déterminante à l'échelle de la masse d'eau)
4. Les résultats de chaque composante sont sommés pour obtenir le score total pour chaque action.
 - dans le cas de l'intégration d'une saisonnalité des débits réservés, le score total est donc à 0 (géomorphologie) + 10 (hydrologie) + 0 (continuité écologique) = 10 comme illustré sur la figure 10 ;
 - dans le cas de la restauration de île, le score total est de 4 (géomorphologie) + 2 (hydrologie) + 2 (continuité écologique) = 8
5. Lorsqu'il existe une interférence possible avec une contrainte technique obligatoire, la valeur du score est abaissée d'un pourcentage défini par expertise.
6. Au final, on somme les valeurs obtenues pour tous les projets planifiés et non planifiés pour obtenir le score du potentiel écologique maximum de la masse d'eau.

Les notes du secrétariat technique du SDAGE Rhône Méditerranée déjà parues ⁷

- **Qu'est-ce que le bon état des eaux ?** *Mars 2011*
- **Comment agir pour le bon état des plans d'eau ?** *Décembre 2011*
Mémento sur les mesures à engager avant 2015
- **Mieux gérer les prélèvements d'eau** *Avril 2013*
L'évaluation préalable des débits biologiques dans les cours d'eau
- **Eléments de méthode pour la définition d'un plan de gestion stratégique des zones humides** *Septembre 2013*
Doctrines « zones humides » du bassin Rhône Méditerranée
- **Préparation du programme de mesures et des objectifs des masses d'eau du SDAGE 2016-2021** *Septembre 2013*
Note de méthode à destination des groupes de travail locaux déclinant le guide national
- **Les cours d'eau intermittents** *Janvier 2014*
Eléments de connaissance et premières préconisations

⁷ Les notes du secrétariat technique du SDAGE Rhône Méditerranée peuvent être téléchargées à l'adresse internet suivante : <http://www.eaurmc.fr>



Les notes du secrétariat technique du SDAGE contiennent des informations techniques essentiellement destinées aux services de l'Etat et de ses établissements publics en appui à la mise en œuvre du SDAGE Rhône Méditerranée.

L'objectif principal de cette note “ **Restauration écologique du fleuve Rhône : outil pour évaluer le potentiel écologique et définir où et comment le restaurer** ” est de présenter les principes, le contenu et les résultats de l'application d'un outil développé pour classer le potentiel écologique du Rhône. Le classement prend en compte le potentiel de restauration de chaque masse d'eau et l'effort de restauration accompli au regard de l'objectif de bon potentiel écologique. Le bon potentiel écologique est défini comme la valeur de potentiel à atteindre correspondant à 75% du potentiel maximal. Le bon potentiel correspond à un scénario où seules les actions les plus efficaces pour améliorer le potentiel écologique seraient réalisées, alors que le potentiel maximal comprend également les autres actions envisageables, mêmes moins efficaces, qui ne remettent pas en cause les usages qui ont fortement modifié le fonctionnement du fleuve. Ces résultats donnent pour la première fois une représentation de la situation écologique de l'ensemble du fleuve et propose des pistes d'actions de restauration qui pourront être repris dans les plans de gestion futurs.

**Responsable de la rédaction et de la publication :
Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse**

Le secrétariat technique SDAGE du bassin Rhône Méditerranée est animé par l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse et la Délégation de bassin de la DREAL Rhône-Alpes. Il associe également des représentants des Directions Régionales de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement du bassin, des délégations régionales de l'Agence de l'eau ainsi que les représentants de l'ONEMA, de la Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt Rhône-Alpes, et de l'Agence Régionale de Santé Rhône-Alpes.

**Agence de l'eau Rhône
Méditerranée Corse**
2-4 allée de Lodz
69363 Lyon cedex 07

**Direction régionale de
l'environnement, de
l'aménagement et du
logement Rhône-Alpes**
Délégation de bassin
Rhône Méditerranée
69509 Lyon cedex 03

**Office National de l'Eau et
des Milieux Aquatiques
Délégation régionale Rhône-
Alpes Bassin Rhône
Méditerranée**
Parc de Parilly
Chemin des chasseurs
69500 Bron