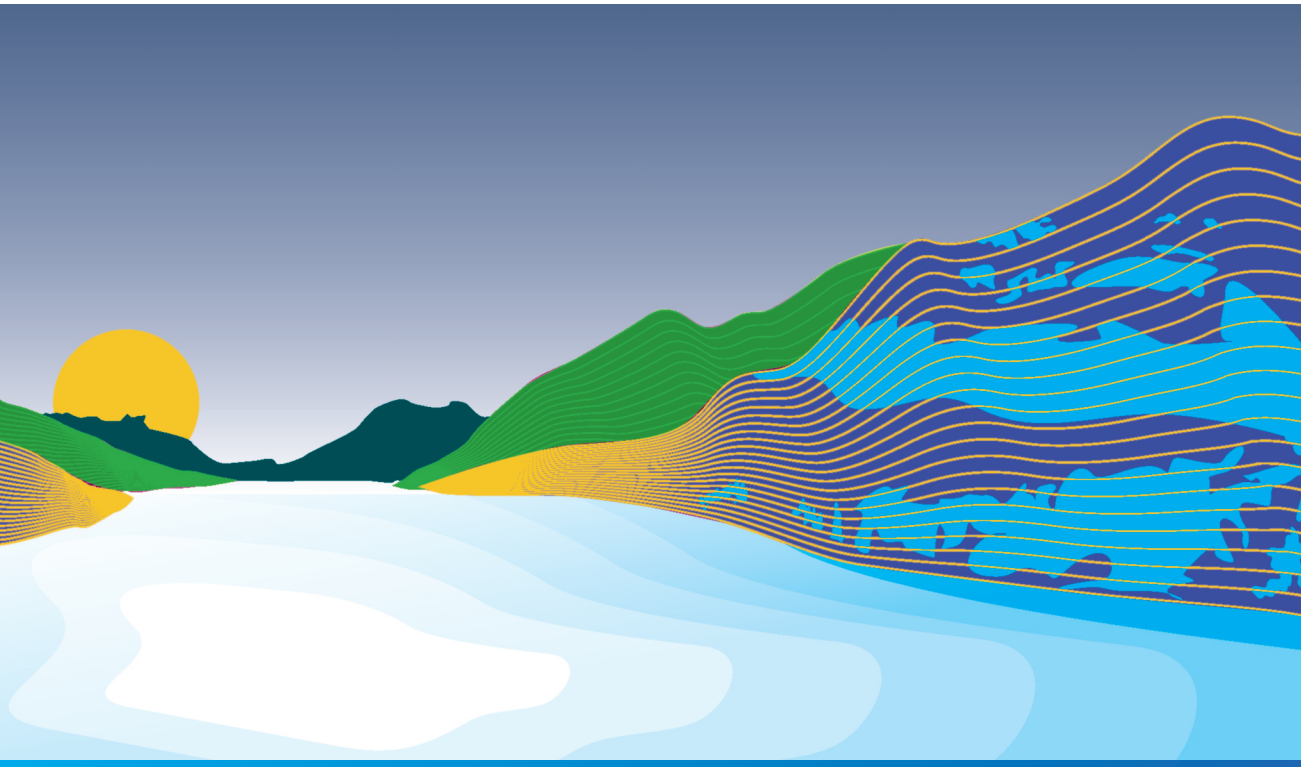


MANUEL SUR LA GESTION ET LA RESTAURATION DES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES, DANS LES BASSINS DES FLEUVES ET DES LACS

Mars 2015

RÉSEAU INTERNATIONAL DES ORGANISMES DE BASSIN
Global Water Partnership
ONEMA Office national de l'eau et des milieux aquatiques
Office International de l'Eau

La rédaction de ce manuel a été coordonnée par Christophe Brachet du Secrétariat Technique Permanent du Réseau international des Organismes de Bassin (RIOB), en partenariat avec Danka Thalmeinerova du Global Water Partnership (GWP) et Julie Magnier de l'Office International de l'Eau (OIEau).

Les différents chapitres ont été rédigés par Christophe Brachet, Julie Magnier, Daniel Valensuela, Katell Petit, Benoît Fribourg-Blanc (OIEau / RIOB), Nicole Bernex, Michael Scoullos et Dan Tarlock (GWP). Les études de cas ont été collectées à travers les réseaux du RIOB et du GWP, ainsi qu'à partir des exemples fournis par les partenaires.

La relecture du texte a été opérée par Josée Peress (ONEMA), Yannick Pochon (OIEau / RIOB) et Stephen Midgley.

La traduction en français a été assurée par Gisèle Sine.

Le manuel peut être téléchargé à partir des sites internet suivants :

www.riob.org

www.gwp.org

www.basins-management-publications.org

Publié en 2015.
Traduction : Gisèle Sine.
Mise en page et design : Scriptoria, free z'be/Christian Fey - Coordination - adaptation : Frédéric Ransonnette (OIEau).
ISBN : 978-91-87823-15-2
(Mars 2015).

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS 6

ACRONYMES 7-8

1 Introduction 9

1.1 Contexte 9

1.2 Comment utiliser le manuel 9

1.3 Concepts et définitions clés 9-10

2 Fonctions et bénéfices des écosystèmes aquatiques 11

2.1 Rôle et fonctions des écosystèmes aquatiques (rivières, lacs et zones humides) 11

2.2 Les activités humaines et les sources de pollution 15

3 Intégration des écosystèmes dans les Plans de gestion de bassin 19

3.1 Prise en compte des écosystèmes dans les processus de planification par bassin 19

3.2 Interface entre les éléments du plan de gestion du bassin et le plan thématique 22

3.3 Obstacles à la mise en œuvre 24

4 Gestion et restauration des écosystèmes aquatiques 25

4.1 Les pratiques de restauration 25

4.2 Infrastructures vertes et impacts sur l'environnement 31

4.3 Mesures de Rétention Naturelle de l'Eau, objectifs transversaux et résultats 37

5 Gouvernance et réglementation 45

5.1 Exemple de la législation et des politiques européennes en tant qu'éléments moteurs de la protection et de la restauration des écosystèmes 45

5.2 Exemples d'autres réglementations 50

5.3 Gouvernance des écosystèmes aquatiques 52

5.4 Principales difficultés rencontrées dans la mise en œuvre des projets/mesures de restauration 59

6 Le monitoring des écosystèmes aquatiques 65

6.1 La surveillance des fonctions des écosystèmes 65

6.2 La surveillance après travaux de restauration 72

7 Les aspects économiques et financiers 77

7.1 La valeur économique des écosystèmes aquatiques 77

7.2 Paiement des services écosystémiques 85

7.3 Le financement des actions environnementales 89

8 Conclusion 91

Sites Web, Références, Lectures complémentaires 93-94

ENCARTS, EXEMPLES ET FIGURES

Encart 1 Journée Mondiale des Zones Humides 12
Encart 2 La Directive-Cadre européenne sur l'Eau 12
Encart 3 L'Economie des Ecosystèmes et de la Biodiversité 14
Encart 4 La Plate-forme Intergouvernementale pour la Biodiversité et les Services Ecosystémiques (IPBES) 14
Encart 5 Evaluation des dommages liés aux espèces invasives en Europe 15
Encart 6 REFORM - Restauration des rivières pour une gestion efficace des bassins versants 17
Encart 7 Planification par bassin - Principes, procédures et approches pour une planification stratégique par bassin 19
Encart 8 L'empreinte eau, outil de diagnostic 20
Encart 9 Les investissements en infrastructures vertes en Europe apporteront de multiples bénéfices pour la nature, la société et les peuples 32
Encart 10 Protocole d'évaluation du développement hydroélectrique durable 36
Encart 11 Une plate-forme européenne des NWRM 38
Encart 12 Ensemble de Mesures de Rétention Naturelle de l'Eau 39
Encart 13 Les mesures structurelles et non structurelles 42
Encart 14 Projets de jumelages européens sur la Directive Inondation 43
Encart 15 Projets en Europe 46
Encart 16 Natura 2000 et les projets sur la biodiversité 47
Encart 17 Protection du Delta du Colorado au Mexique 51
Encart 18 Gestion des écosystèmes - Du concept à la mise en œuvre à l'échelle locale 58
Encart 19 Importance de clarifier le concept des écosystèmes 59
Encart 20 Principales difficultés qui caractérisent les différentes phases d'une chaîne des processus de restauration 61
Encart 21 Difficultés courantes dans les projets de restauration des écosystèmes aquatiques 62-63
Encart 22 Les projets de restauration des marées et les obstacles à l'obtention de permis aux Etats-Unis - Problème : les obstacles à l'obtention de permis entravent les efforts de restauration 64
Encart 23 REFORM - Restauration des rivières pour une gestion de bassin efficace - Evaluation de la restauration hydromorphologique 74
Encart 24 Pertes en services écosystémiques 77
Encart 25 Les Paiements des services écosystémiques en chiffres 85

Exemple 1 Plantes invasives et néophytes dans le Lac Leman 16
Exemple 2 Plan de Gestion du Bassin du Danube 2009 - 2015 21
Exemple 3 Orientations fondamentales - Bassin Rhône Méditerranée Corse 2009 - 2015 21
Exemple 4 Les orientations fondamentales du SDAGE (Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux) du bassin Rhône Méditerranée Corse, France 22
Exemple 5 Restauration de la continuité des rivières en France 26
Exemple 6 RESTORE - Une base de données pour le partage d'études de cas sur la restauration des rivières 26
Exemple 7 Partage d'exemples de restauration des rivières en France 27
Exemple 8 La restauration de la rivière Izumi 27
Exemple 9 Des solutions pratiques pour améliorer le passage des poissons migrateurs en voie de disparition - L'anguille 28
Exemple 10 La destruction du plus grand barrage aux Etats-Unis 29
Exemple 11 Le Tancat de la Pipa 30
Exemple 12 L'eau pour l'environnement en Australie 33
Exemple 13 Les débits écologiques en Espagne 34
Exemple 14 Orientations pour le développement d'infrastructures hydrauliques en Afrique de l'Ouest 35
Exemple 15 Le projet des zones inondables de la Clarence (Australie) 40
Exemple 16 Gestion intégrée des écosystèmes dans le Haut bassin du fleuve Yangtsé (Chine) 41
Exemple 17 Toits végétalisés à Vienne 42

Exemple 18 Prorammes de restauration de la Doñana 46
Exemple 19 Les projets de landes en plaine au Royaume-Uni 47
Exemple 20 Le projet de restauration de la rivière Skjern 47
Exemple 21 Restauration du Delta du Danube 48
Exemple 22 Mesures de restauration des zones inondables 49
Exemple 23 Charte du Lac de Bizerte 50
Exemple 24 Coordination des institutions et élaboration de politiques, Lac Chilika en Inde 54
Exemple 25 Gouvernance des écosystèmes aquatiques à l'échelle locale au Vietnam 54
Exemple 26 Pastaza, le plus grand complexe de zones humides et site Ramsar, l'intégration du droit statutaire et coutumier 55
Exemple 27 Le paiement des services des bassins versants en France 56
Exemple 28 Conception de projets ambitieux pour la restauration des rivières - Analyse basée sur des expériences européennes intégrant les sciences humaines et sociales 64
Exemple 29 Le Programme de surveillance OSAEH (Santé des écosystèmes aquatiques de l'Orange-Senqu) 67
Exemple 30 AQUAREF, le laboratoire français de référence pour la surveillance des milieux aquatiques 68
Exemple 31 Sites de monitoring automatisé de la qualité de l'eau 69
Exemple 32 AUSRIVAS - Un système de biosurveillance pour les rivières 70
Exemple 33 La Directive-Cadre sur l'Eau et l'hydromorphologie - Défis et implications en Roumanie 71
Exemple 34 PRAGMO - Document d'orientation pour un suivi approprié des projets de restauration des rivières et des zones inondables (Royaume-Uni) 72-73
Exemple 35 Surveillance de la migration de l'anguille européenne (Anguilla anguilla) : Une méthode non intrusive de détection acoustique (sonar) 74-75
Exemple 36 Le suivi et les résultats de la restauration des ruisseaux dans le Val des Choues, en Bourgogne, France 76
Exemple 37 La vision de l'OCDE sur la valeur des écosystèmes 79
Exemple 38 Protocole proposé dans le projet de Parc Naturel Régional du Cotentin et du Bessin (France) 80
Exemple 39 Le "Millennium Ecosystem Assessment" 82
Exemple 40 Parc Naturel Régional du Cotentin et du Bessin (PNR) 83
Exemple 41 Etude sur les marais en France 84
Exemple 42 La Vecht est-elle inestimable ? - Générer des fonds par des paiements pour services écosystémiques dans la région transfrontalière de la Vecht 87
Exemple 43 Le projet de paiement des services environnementaux dans le bassin de Tinkisso (Guinée) 88
Exemple 44 Protection des ressources pour l'eau de Vittel (France) 88
Exemple 45 Mise en place d'un système de redevances sur l'eau en Bulgarie 90

Figure 1 Relation entre écosystème, fonctions et services 14
Figure 2 Evolution de la gestion de l'eau. Champ de la gestion 22
Figure 3 Interface entre les éléments du plan de gestion de bassin et les plan thématiques 23
Figure 4 Impacts biophysiques 40
Figure 5 La portée économique du programme de mesures dans un plan de gestion des risques d'inondations 44
Figure 6 Une bonne gouvernance 52
Figure 7 Gouvernance des écosystèmes aquatiques 53
Figure 8 La sécurité de l'eau 56
Figure 9 La Chaîne des Processus de Restauration 60
Figure 10 Types de difficultés 62
Figure 11 Le cycle de la surveillance 66
Figure 12 Exemple de scénarios d'évaluation monétaire 81
Figure 13 Schéma général de mise en œuvre des PSE 86

AVANT-PROPOS

Les ressources en eau douce sont de plus en plus utilisées, gaspillées et polluées. Il en résulte que les écosystèmes aquatiques sont menacés et parfois détruits.

Les services rendus par les écosystèmes aquatiques sont multiples tant pour la production, que la régulation et la structuration. Les zones humides améliorent la qualité de l'eau, piégent les sédiments, filtrent les polluants et absorbent des nutriments. Elles jouent également un rôle clé dans l'écrêtement des crues et dans la prévention des sécheresses. Cependant, les activités humaines perturbent souvent la structure du biotope, engendrent une pollution organique et entraînent le morcellement de nombreux fleuves dans le monde.

De nombreux pays ont introduit une approche intégrée de la gestion des ressources en eau (GIRE) dans leurs politiques. L'hydrologie, la vie sociale, économique et l'environnement sont interdépendants dans les bassins versants des fleuves, des lacs et des aquifères. C'est donc au niveau des bassins que l'aménagement et la gestion intégrés des ressources en eau et des territoires sont susceptibles de réussir.

L'étude des infrastructures "verte" et "grise" constitue un nouveau paradigme, et les Mesures de Rétention Naturelle de l'Eau offrent un large éventail d'avantages dans la lutte contre les inondations et le maintien des services écosystémiques. La combinaison de la conservation des services écosystémiques aquatiques avec la GIRE s'avère une stratégie très efficace pour assurer la sécurité de l'eau et l'adaptation aux effets des changements climatiques.

Pour appuyer ce processus, le Réseau International des Organismes de Bassin (RIOB), le Partenariat Mondial de l'Eau (Global Water Partnership - GWP), l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) et l'Office International de l'Eau (OIEau) ont travaillé ensemble à la publication de ce manuel. Ce travail collectif permet de fournir des informations pertinentes et pratiques qui peuvent aider à l'amélioration, à la gestion et à la restauration des écosystèmes aquatiques.

Ce manuel s'adresse à une grande variété d'acteurs impliqués à la fois dans la restauration des écosystèmes et dans la gestion intégrée des ressources en eau, y compris les praticiens et, plus largement, les représentants des pouvoirs publics, les usagers de l'eau, les organisations non gouvernementales et toute personne concernée par ces domaines. Nous les invitons tous à travailler ensemble pour relever les nombreux défis actuels et futurs.

Ce nouvel ouvrage complète le "Manuel sur la gestion intégrée des ressources en eau dans les bassins", publié en mars 2009 lors du 5ème Forum Mondial de l'Eau d'Istanbul, et le "Manuel de la gestion intégrée des ressources en eau dans les bassins transfrontaliers des fleuves, des lacs et des aquifères", publié en mars 2012 au 6ème Forum Mondial de l'Eau de Marseille. Un autre manuel est publié simultanément, en partenariat avec la CEE-ONU, sur "L'eau et l'adaptation au changement climatique dans les bassins transfrontaliers : Leçons tirées et bonnes pratiques".

Vos commentaires et vos contributions à ce nouveau manuel sont les bienvenus. Cet ouvrage constitue considéré comme une plate-forme pour le développement durable dans ses dimensions économique, sociale et environnementale.

Jean-François Donzier
Secrétaire Technique Permanent
Réseau International des Organismes de Bassin
www.riob.org



Mohamed Ait Kadi
Président du Comité Technique
Partenariat Mondial de l'Eau
www.gwp.org



ACRONYMES

ANEW . . . . . .Réseau africain de la société civile sur l'eau et l'assainissement
ASTEE . . . . . .Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement
AUSRIVAS . . . . . .Système australien d'évaluation des rivières
BRGM . . . . . .Bureau de recherche géologique et minière
CATIE . . . . . .Centre agronomique tropical de recherche et d'enseignement supérieur
CDB . . . . . .Convention sur la diversité biologique
CE . . . . . .Commission Européenne
CEDEAO . . . . . .Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest
CERR . . . . . .Centre européen pour la restauration des rivières
CIGB . . . . . .Commission Internationale des Grands Barrages
CIPEL . . . . . .Commission Internationale pour la Protection des Eaux du Léman
CIREF . . . . . .Centre Ibérique de Restauration des Cours d'Eau
CITES . . . . . .Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction
CMED . . . . . .Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement
COP . . . . . .Conférence des Parties
DCE . . . . . .Directive-Cadre européenne sur l'Eau
EIA . . . . . .Etude d'impact sur l'environnement
FANCA . . . . . .Réseau d'action sur les eaux douces - Amérique Latine
FAO . . . . . .Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FPEIR . . . . . .Forces motrices - Pressions - Etat - Impact - Réponses
GIRE . . . . . .Gestion Intégrée des Ressources en Eau
GWP . . . . . .Partenariat Mondial de l'Eau
IBWC . . . . . .Commission Internationale de l'Eau frontalière (Etats-Unis et Mexique)
ICPDR . . . . . .Commission Internationale pour la Protection du Danube
IFREMER . . . . . .Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
IHA . . . . . .Association Internationale pour l'Hydroélectricité
IIED . . . . . .Institut International pour l'Environnement et le Développement
IIDD . . . . . .Institut International pour le Développement Durable
INERIS . . . . . .Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (France)
IPBES . . . . . .Plate-forme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques
IRSTEA . . . . . .Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (France)
IWR . . . . . .Institut des Ressources en Eau de l'US Army Corps of Engineer
LNE . . . . . .Laboratoire National de métrologie et d'Essais (France)
M-POWER . . . . . .Programme du Mékong sur l'eau, l'environnement et la résilience
NARBO . . . . . .Réseau Asiatique des Organismes de Bassin
NEPA . . . . . .Loi nationale sur l'environnement (Etats-Unis)
NRC . . . . . .Conseil national de la recherche (Etats-Unis)
NWRM . . . . . .Mesures de Rétention Naturelle de l'Eau
OIEau . . . . . .Office International de l'Eau
ONEMA . . . . . .Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (France)
ONG . . . . . .Organisation Non Gouvernementale

PCoR . . . . . .Chaîne des processus de la restauration
PNUD . . . . . .Programme des Nations Unies pour le Développement
PNUE . . . . . .Programme des Nations Unies pour l'Environnement
PSE . . . . . .Paiement des Services Environnementaux
RBMP . . . . . .Plan de Gestion de Bassin
RIOB . . . . . .Réseau International des Organismes de Bassin
TEEB . . . . . .Economie des écosystèmes et de la biodiversité
UICN . . . . . .Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UNESCO . . . . . .Organisation des Nations-Unies pour l'éducation, la science et la culture
UNGA . . . . . .Assemblée Générale des Nations Unies
UpM . . . . . .Union pour la Méditerranée
USA . . . . . .Etats-Unis d'Amérique
WWF . . . . . .Fonds Mondial pour la Nature

1 Introduction

1.1. Contexte

Le Réseau International des Organismes de Bassin (RIOB) et le Partenariat mondial de l'eau (GWP) associés à d'autres partenaires ont déjà élaborés deux manuels : le Manuel de Gestion Intégrée des Ressources en Eau par Bassin, lancé lors du 5ème Forum Mondial de l'Eau à Istanbul en mars 2009 et le Manuel de la gestion intégrée des ressources en eau dans les bassins des fleuves, des lacs et des aquifères transfrontaliers, lancé lors du 6ème Forum Mondial de l'Eau à Marseille en mars 2012. Ils ont tous deux connus un vif succès à travers le monde et continuent à apporter leur contribution. Le présent manuel s'appuie sur les précédents et cible la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) par bassin en lien avec la gestion des écosystèmes, suivant un objectif de développement durable.

Ce manuel est fondé sur des expériences concrètes, des exemples pratiques et des savoir-faire acquis dans les bassins nationaux et transfrontaliers à travers le monde, organisés par thème dans un ouvrage qui résume les questions clés liées à la gestion et la restauration des écosystèmes aquatiques. Ce travail est le résultat de la contribution de plusieurs auteurs représentant différentes approches de ce domaine complexe, en associant des experts de la GIRE et de l'environnement.

1.2. Comment utiliser le manuel

Ce manuel est destiné aux experts concernés par la gestion des ressources en eau et la restauration des écosystèmes, ainsi qu'à un éventail plus large des acteurs qui s'intéressent à ces sujets. Le manuel :

- offre un aperçu des principaux concepts, des problèmes fondamentaux et des approches utilisées en lien avec ces thèmes. Y sont traités dans les chapitres successifs les aspects relatifs aux fonctions des écosystèmes, à leur gestion et restauration, ainsi qu'à leur gouvernance et réglementation ;
- traite dans un chapitre particulier du suivi des écosystèmes ;
- aborde les aspects particuliers liés à leurs enjeux économiques et au financement des actions ;
- délivre tout au long des différents chapitres des exemples de gestion des écosystèmes et fournit des conseils pratiques.

1.3. Concepts et définitions clés

1.3.1. Les écosystèmes

Un écosystème, ou système écologique, est l'unité fonctionnelle constituée par un milieu donné ou biotope et par les organismes qui l'habitent ou biocénoses. Une biocénose est un groupement d'êtres vivants rassemblés par l'attraction qu'exercent sur eux les facteurs du milieu. Ce groupement est caractérisé par une composition spécifique que détermine l'existence de phénomènes d'interdépendance ; il occupe un espace appelé le biotope.

Par biotope ou "milieu de vie", on entend l'ensemble des facteurs écologiques abiotiques et biotiques qui caractérisent le milieu où vit une biocénose. On réserve en général le nom d'habitat au milieu de vie d'une ou de quelques espèces. L'habitat se distingue de la niche écologique qui peut être l'ensemble des caractères fonctionnels mais aussi abiotiques.

L'approche écosystémique vise à équilibrer les besoins des collectivités humaines et des écosystèmes et favorise dans ce contexte les relations harmonieuses à tous les niveaux. Les concepts fondamentaux en sont les suivants :

- tous les éléments (physiques, chimiques et biologiques) d'un écosystème sont interdépendants ;
- les écosystèmes ont une nature dynamique et complexe qui doit être abordée par une démarche souple et adaptable ;
- les préoccupations scientifiques, sociales et économiques doivent être intégrées.

1.3.2. La Gestion Intégrée des Ressources en Eau

La gestion intégrée des ressources en eau a été définie par le Partenariat Mondial de l'Eau (GWP) comme un processus qui favorise la coordination entre développement et gestion des ressources en eau, des terres et des ressources associées afin de maximiser le bien-être économique et social qui en résulte, de façon équitable et sans compromettre la pérennité des écosystèmes vitaux.

Dans ses travaux, le GWP se réfère aux piliers suivants qui aident à une mise en œuvre harmonieuse de la GIRE :

- Environnement favorable ;
- Cadre institutionnel ;
- Instruments de gestion.

Le Réseau International des Organismes de Bassin (RIOB) propose une approche organisée à l'échelle des unités hydrographiques que constituent les bassins : bassins versants pour les eaux de surface, aquifères pour les eaux souterraines et une gestion conjointe des eaux de surface et souterraines sur la base des limites du bassin hydrographique. Il recommande en particulier, à l'occasion de ses Assemblées Générales successives de Morelia, Valencia, Salvador, Zakopane, Québec, la Martinique, Debrecen, Dakar et Fortaleza, que les accords et stratégies, les programmes, les financements et le suivi soient conçus au niveau des bassins.

2 Fonctions et bénéfices des écosystèmes aquatiques

POINTS CLÉS :

- Un écosystème aquatique en bon état peut avoir diverses fonctions : de production, de réglementation et d'organisation.
- Les services rendus par les écosystèmes se rapportent à l'approvisionnement, la régulation, la culture et les services de support.
- L'action et les activités humaines perturbent souvent la structure du biotope et engendrent une pollution organique.

Les écosystèmes aquatiques sont nombreux et variés et remplissent divers rôles et fonctions, dont l'humanité bénéficie. Ce chapitre décrit brièvement leur composition et leur fonctionnement, les moyens de les caractériser, mais aussi leurs services connexes.

2.1 Rôle et fonctions des écosystèmes aquatiques (rivières, lacs et zones humides)

Des écosystèmes variés, lieux d'échanges permanents

Les écosystèmes aquatiques sont un sous-ensemble des écosystèmes (voir la définition dans l'introduction) dans lequel l'eau est un élément clé. Il existe une grande variété d'écosystèmes aquatiques et bien qu'ils représentent un faible pourcentage de la surface de la Terre, leurs rôles et leurs fonctions sont d'une importance cruciale.

Ce chapitre traite principalement des écosystèmes aquatiques des eaux superficielles continentales. On distingue trois types principaux :

- Les fleuves et les rivières, où l'eau s'écoule de leur source à leur embouchure ;
- Les lacs au sens large, allant des petits étangs aux grands lacs où l'eau est stockée en fonction du paysage et de la topographie qui sont spécifiques ;
- Les zones humides, qui dépendent directement des écosystèmes aquatiques. La Convention de Ramsar donne une définition très large des zones humides - "zones de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau coule ou reste statique, qu'il s'agisse d'eau douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres". Nous nous concentrons ici sur les zones humides continentales.

D'une manière plus spécifique, une rivière, un lac ou une zone humide est un système complexe qui abrite en son sein nombre d'espèces vivantes très diverses, qui interagissent entre elles de façons variées en établissant des relations de cohabitation, de compétition, de prédation ou de parasitisme. Ces espèces ne peuvent se suffire à elles-mêmes. Pour croître, elles ont besoin de l'énergie et des aliments qui leur sont fournis par le milieu extérieur constitué par l'eau, les sols et l'atmosphère.

La composition de ces populations dépend donc étroitement des conditions de vie qui leur sont offertes, à savoir du courant et de la profondeur de l'eau, de la température, de l'oxygénation et de la composition chimique de l'eau, de la nature des fonds, du relief et de la végétation du bassin versant, des conditions atmosphériques… Inversement la composition chimique de l'eau est constamment modifiée par les espèces vivantes présentes dans le milieu, surtout en ce qui concerne les teneurs en matières minérales et en gaz dissous.

Ainsi, les espèces biologiques vivent-elles en interdépendance étroite entre elles et avec le milieu physique environnant. Les échanges sont multiples, sous forme d'énergie ou de matière et l'équilibre délicat à maintenir.

Encart 1 : Journée Mondiale des Zones Humides

Chaque année, la Journée Mondiale des Zones Humides est célébrée le 2 février, pour commémorer la signature de la Convention sur les zones humides le 2 février 1971, dans la ville iranienne de Ramsar, Convention qui sert de cadre à la conservation et à l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources. Gérer les zones humides est en effet un enjeu mondial et la Convention compte actuellement plus de 160 pays parmi ses membres, qui reconnaissent la valeur d'un traité international unique, consacré à un seul type d'écosystème.

A l'occasion de cette journée, des organismes gouvernementaux, des organisations non gouvernementales et des groupes de citoyens sont incités à lancer et à participer à des actions de sensibilisation du public aux valeurs et aux avantages des zones humides en général, et de la Convention de Ramsar en particulier. Pour ce faire, la Convention fixe depuis quelques années un thème ou un message privilégié. En 2015, le thème choisi est ainsi "Les zones humides pour notre avenir".

Pour plus d'information :
http ://www.worldwetlandsday.org/en

2.1.2 Identification des paramètres

La description de l'état et de la diversité des écosystèmes aquatiques se base sur des paramètres structurants, qui déterminent leurs caractéristiques de fonctionnement. Généralement, les sciences de l'eau distinguent quatre catégories de paramètres :

- les composants biologiques ;
- les composants hydromorphologiques ;
- les composants hydrologiques (traités soit séparément de l'hydromorphologie, ou regroupés, comme le fait l'Union Européenne) ;
- les composants chimiques et physico-chimiques.

Pour chacune de ces catégories, un large éventail de paramètres peut être utilisé et combiné pour déterminer l'état des écosystèmes aquatiques. Les paramètres sont des variables qualitatives ou quantitatives. En Europe par exemple, avec l'adoption en 2000 de la Directive-Cadre sur l'Eau, ils prennent la forme de paramètres de suivi, qui sont combinés pour définir le "bon état écologique" du milieu aquatique.

Encart 2 : La Directive-Cadre européenne sur l'Eau

La Directive-Cadre européenne sur l'Eau est une directive européenne qui établit un cadre pour une politique globale communautaire dans le domaine de l'eau. Elle impose l'atteinte d'un bon état des eaux en 2015. Cet état des eaux s'établit sur la base de différents paramètres :

- les paramètres biologiques - il s'agit d'éléments portant sur la composition et l'abondance de la faune et de la flore aquatiques ;
- les paramètres hydromorphologiques - l'état hydromorphologique des cours d'eau prend en compte différents éléments : le régime hydrologique (débit du cours d'eau...), la continuité écologique (capacité des espèces aquatiques et des sédiments à circuler) ou encore les conditions morphologiques (profondeur et largeur du cours d'eau, structure du lit ou de la rive…) ;
- les paramètres chimiques et physico-chimiques - la DCE distingue d'une part les paramètres chimiques qui sont les teneurs en différentes substances polluantes (substances prioritaires et dangereuses), d'autre part les paramètres physico-chimiques supportant la biologie comme le bilan d'oxygène, la température de l'eau, ou encore les concentrations en nutriments.

Dans un cycle de l'eau original et intact, les écosystèmes aquatiques sont considérés comme ayant, au moins, un "Bon Etat Ecologique" ou de bonne qualité, en fonction de ces critères.

Pour plus d'information :
http ://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html

La plupart des écosystèmes aquatiques sont perturbés par une ou plusieurs forces motrices, généralement d'origine humaine. Ces forces motrices utilisent les écosystèmes aquatiques et génèrent différents types de pression (rejets pollués, réservoirs de barrage, etc.) qui peuvent être identifiés par les paramètres mentionnés ci-dessus, utilisés pour déterminer l'état du milieu aquatique. Ces pressions ont généralement un impact sur les facteurs biologiques. Le cadre de causalité FPEIR / Forces motrices - Pressions - Etat - Impact - Réponses (adopté par l'Agence Européenne pour l'Environnement) fournit une structure appropriée pour l'analyse.

2.1.3 Les fonctions des écosystèmes

Les paramètres sont utilisés pour qualifier et / ou quantifier les fonctions clés des écosystèmes aquatiques.

Les fonctions des écosystèmes sont définies comme étant un sous-ensemble des interactions entre structures biophysiques, biodiversité et processus écosystémiques.

Un écosystème aquatique en bon état peut assurer diverses fonctions, que l'on peut scinder en plusieurs familles :

- les fonctions de production, qui concernent essentiellement la production de matière organique et la mise à disposition de ressources non renouvelables comme l'eau ou les substances minérales ;
- les fonctions de régulation - le fonctionnement des écosystèmes contribue à stabiliser la variabilité des processus naturels (climat, risques naturels…) et le flux de ressources (rétention d'eau dans le sol). Ils jouent aussi un rôle dans l'élimination et la transformation des toxines (auto-purification de l'eau) ;
- les fonctions d'organisation (ou de structuration) - elles contribuent à définir les règles d'auto-organisation du système. Il s'agit à la fois de l'organisation physique des systèmes (structuration paysagère) et de leur organisation biologique (biodiversité).

2.1.4 Les services écosystémiques

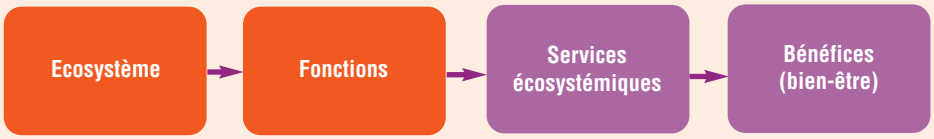
Un écosystème aquatique a de multiples fonctions, ce qui est très important dans un environnement fini, parce qu'il génère de nombreux avantages et services. Ces services sont appelés services écosystémiques et sont généralement définis comme étant les avantages que les humains tirent des fonctions de l'écosystème. Le fonctionnement durable de ces écosystèmes devrait donc être une cible pour les gestionnaires de l'eau et de nombreuses études ont montré qu'ils sont essentiels à l'activité économique durable.

Chaque écosystème est ainsi à la base de fonctions, qui elles-mêmes génèrent des services.

Il existe un certain nombre de classifications de services écosystémiques (L'économie des écosystèmes et de la biodiversité, l'Evaluation du Millénaire, la Classification internationale des services écosystémiques ... par exemple). Elles comprennent trois ou quatre types de services (approvisionnement, régulation, culture et parfois une quatrième catégorie de services de soutien) :

- les services d'approvisionnement incluent les produits issus des écosystèmes (nourriture et ressources en eau, divers matériaux, fibres, ressources génétiques et biochimiques et autres ressources minérales) ;
- les services de régulation comprennent les bénéfices issus de la régulation des processus écosystémiques (régulation du climat, régulation hydrologique, purification et traitement des eaux, régulation des risques naturels et des maladies, de l'érosion et de la sédimentation, filtration de polluants) ;
- les services culturels incluent les bénéfices non matériels issus des écosystèmes (services récréatifs et de bien-être, services religieux et spirituels, valeur esthétique, éducation ou héritage culturel) ;
- les services de support comprennent la formation des sols, le cycle des nutriments, le cycle de l'eau.

Figure 1 : Relation entre écosystème, fonctions et services



Encart 3 : L'Economie des Ecosystèmes et de la Biodiversité

L'Economie des Ecosystèmes et de la Biodiversité (TEEB) est une étude mondiale lancée en 2007 par le G8 et cinq grands pays en développement. Elle est axée sur "le bienfait économique de la diversité biologique, les coûts de la perte de biodiversité et de la dégradation des écosystèmes. Le TEEB présente une approche qui peut aider les décideurs a reconnaître, démontrer et s'approprier la valeur des services écosystémiques et de la biodiversité".

L'étude TEEB rassemble l'expérience, les connaissances et l'expertise issues du monde entier en matière de science, d'économie et de politique. Elle a pour objectif d'aiguiller les décideurs dans l'élaboration de réponses politiques concrètes aux répercussions entraînées par la dégradation actuelle de la biodiversité et des services rendus par les écosystèmes.

Plusieurs rapports ont été publiés entre 2008 et 2010 et les résultats finaux de l'étude TEEB ont été présentés en octobre 2010 lors de la dixième réunion de la Conférence des Parties (COP-10) de la Convention sur la diversité biologique qui s'est tenue à Nagoya, au Japon.

Source : http ://www.teebweb.org/

Les services écosystémiques s'établissent à différentes échelles d'espace et de temps. Ils peuvent être appréhendés à plusieurs niveaux, tantôt au niveau local (la protection contre les risques naturels, l'assainissement de l'eau, les fonctions culturelles), au niveau national (les ressources en eau d'un pays, les bassins) ou international (les bassins transfrontaliers, le cycle mondial de l'eau, la lutte contre le changement climatique…). Ils varient également en fonction du temps : le cycle de l'eau s'établit sur l'ensemble de la biosphère et sur des durées très longues.

Encart 4 : La Plate-forme Intergouvernementale pour la Biodiversité et les Services Ecosystémiques (IPBES)

Créée en avril 2012 après 6 ans de négociation, l'IPBES est une plate-forme d'informations scientifiques dont le but est d'aider les politiques locales et internationales à effectuer des choix en matière de politique de conservation de la biodiversité.

L'IPBES a plusieurs missions :

- mener des évaluations sur la biodiversité, les services écosystémiques et leurs interactions aux échelles internationale, régionale et sous-régionale, ainsi que sur des questions thématiques et des sujets nouveaux identifiés par la science ;
- appuyer l'élaboration et l'exécution des politiques en identifiant des outils et des méthodes appropriés et en facilitant leur accès ;
- identifier et accompagner les besoins de renforcement de capacité (formation, dialogue…) pour améliorer l'interface science-politique, notamment dans les pays du Sud ;
- faciliter une approche coordonnée de productions de nouvelles connaissances.

Pour plus d'information : http ://www.ipbes.net/

2.2 Les activités humaines et les sources de pollution

Les êtres humains sont les principaux utilisateurs des écosystèmes aquatiques et des services écosystémiques associés. Cette utilisation peut être consciente ou non et, en fonction de son intensité, peut avoir peu ou pas d'effet sur le milieu aquatique, ou peut générer des effets significatifs, souvent appelés dysfonctionnements.

Ce chapitre décrit les principales activités humaines qui utilisent les écosystèmes aquatiques et les dysfonctionnements les plus importants, en mettant l'accent en particulier sur la pollution. Ceux-ci sont répartis en quatre catégories de paramètres décrits dans le chapitre précédent.

2.2.1 Biologie : les modifications de la biocénose - les espèces exotiques envahissantes

Dans un écosystème aquatique, l'ensemble des espèces vivantes ou biocénose fonctionne en interdépendance dans un équilibre à travers la chaîne alimentaire et la pyramide de productivité. La disparition d'une ou plusieurs espèces ou l'introduction d'une espèce exotique envahissante peut perturber et rompre cet équilibre.

La prolifération d'espèces exotiques envahissantes menace la biodiversité et a un impact sur la santé humaine. C'est le cas par exemple d'espèces telles que la jussie, la berce du Caucase, la renouée du Japon, le myriophylle, introduites volontairement ou non.

Ces plantes invasives par leur croissance rapide supplantent les espèces indigènes et se développent exagérément, entrainant des phénomènes de réduction de concentration en oxygène et d'asphyxie du milieu naturel aquatique, mettant en danger la vie des poissons et le développement des autres espèces aquatiques.

Les plantes exotiques envahissantes peuvent également avoir des conséquences sur la santé humaine. Par exemple, le pollen de certaines plantes (ambroisie à feuille d'armoise) provoque des allergies de type rhinites, conjonctivites, asthme, urticaires ou eczémas. Les espèces exotiques envahissantes peuvent aussi avoir des conséquences économiques telles qu'un impact sur l'agriculture, l'élevage et la pêche ou encore un impact négatif sur le tourisme et les loisirs (baignade, nautisme…).

Encart 5 : Evaluation des dommages liés aux espèces invasives en Europe

Une étude européenne évalue pour la première fois les dommages écologiques et les coûts économiques occasionnés par les espèces invasives en Europe (algues toxiques, ragondin, oie du Canada, moule zébrée, etc.). Cette étude s'est appuyée sur le projet européen Daisie (Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe) lancé en 2005.

Ce programme avait permis de dresser un inventaire de toutes les espèces exotiques introduites sur le continent européen depuis la découverte de l'Amérique en 1492. Sur les 10000 espèces recensées, 1094 (11 %) auraient un impact écologique et 1347 (13 %) un impact économique. Les vertébrés terrestres ainsi que les plantes et animaux invasifs apparaissent les plus dommageables en termes de coût pour les cultures et les forêts, explique l'Inra. Ainsi, parmi les espèces invasives qui occasionnent chaque année les coûts économiques les plus importants figurent une algue unicellulaire toxique en Norvège (8,2 millions d'euros/an), la jacinthe d'eau en Espagne (3,4 millions d'euros/an) et le ragondin en Italie (2,8 millions d'euros/an). Les vertébrés terrestres comme le ragondin ou encore le rat musqué auraient quant à eux le plus fort impact à la fois écologique et économique et sont à l'origine de dégâts dans plus de 50 régions européennes.

L'objectif des scientifiques dans cette étude est d'aider à l'anticipation et la prévention des risques liés à l'arrivée sur le continent d'autres espèces exotiques potentiellement nuisibles.

Référence : Front Ecol Environ 2009

Exemple 1 : Plantes invasives et néophytes dans le Lac Leman

La renouée du Japon, l'arbre à papillons ou buddléa, le laurier-cerise ou encore le robinier faux-acacia. Ces quelques noms vous sont peut-être familiers et pour cause, ils font aujourd'hui partie de la végétation que l'on retrouve dans la région lémanique.

Mais cela n'a pas toujours été le cas.

Ces espèces ne sont en effet pas indigènes, mais ont été importées au cours des derniers siècles pour le commerce, pour leurs qualités ornementales, ou par accident, avant de coloniser les milieux naturels.

Sur les bords du Léman, certaines de ces plantes peuvent être observées dans les jardins, mais également hors de ceux-ci, où elles sont venues coloniser des espaces nus ou jusqu'alors occupés par une végétation indigène. On les retrouve aujourd'hui dans les milieux naturels comme le long des cours d'eau, du lac ou dans les forêts, mais également dans les milieux urbanisés, le long des routes ou des chemins de fer, ou encore dans les enrochements sur les rives du Léman.

La Convention sur la diversité biologique, ratifiée par la Suisse et la France, prône la prévention face à de nouvelles introductions et demande le contrôle ou l'éradication des espèces déjà installées, d'où l'intérêt de la CIPEL pour cette problématique et la nécessité d'agir.

2.2.2. Hydromorphologie : les actions mécaniques dans les écosystèmes

Les pressions hydromorphologiques sur les rivières et les écosystèmes aquatiques sont nombreuses, peuvent prendre plusieurs formes et résulter de diverses activités humaines ou utilisations de l'eau.

Elles comprennent toutes les altérations physiques des masses d'eau qui modifient les rives, les zones riveraines / littorales, les niveaux d'eau et les débits (prélèvements d'eau non inclus). Des exemples de telles pressions sont la construction de barrages, de digues, de canaux, les fluctuations artificielles des niveaux d'eau.

Les pressions hydromorphologiques sont la conséquence des activités humaines dans le bassin versant y compris la production d'énergie hydroélectrique, les ouvrages de protection contre les inondations, la navigation, l'agriculture, le drainage des sols, le développement urbain, l'extraction de sable et la pêche. Des changements hydromorphologiques peuvent également résulter de plusieurs activités (par exemple, un barrage à buts multiples pour la production d'électricité, l'approvisionnement en eau et la protection contre les inondations).

Les actions mécaniques telles que le curage des rivières, la canalisation des berges par enrochement ou bétonnage, ont une influence sur le fonctionnement du milieu aquatique et modifient la dynamique des rivières. Elles ont un impact sur la vitesse des débits, le transport des sédiments et les habitats biologiques, et ainsi perturbent la structure du biotope et par conséquent les organismes qui participent à l'écosystème.

Le curage d'un cours d'eau répond généralement à des considérations hydrauliques. Par exemple l'envasement et l'encombrement du lit peuvent être cause d'inondations qui entraînent le maître d'ouvrage à réaliser un tel curage. Il convient néanmoins de bien percevoir que la cause première se trouve généralement à un autre niveau : urbanisme, érosion de sédiments accélérée par une déforestation, élimination de fossés, drainages mal conduits…

La navigation gênée ou rendue impossible par l'envasement peut aussi induire un curage du cours d'eau. L'envahissement du lit par la végétation des berges, la prolifération de plantes aquatiques, l'encombrement du lit par des dépôts divers (flottants, encombrants…) la divagation du cours d'eau ou l'effondrement des berges conduisent aussi à réaliser des travaux mécaniques sur le cours d'eau.

Le dragage des fleuves pour récupération de graviers ou sables est aussi cause de perturbations des écosystèmes aquatiques.

Encart 6 : REFORM - Restauration des rivières pour une gestion efficace des bassins versants

En Europe, l'objectif général de REFORM est de fournir un cadre pour améliorer les succès de la restauration de l'hydromorphologie des rivières afin d'atteindre, d'une manière rentable, le bon état et le potentiel écologiques des rivières. Comme succès, il faut entendre une situation d'hydromorphologie durable, écologiquement efficace, et permettant d'exploiter tout le potentiel dans un contexte socio-économique donné.

La rentabilité implique d'optimiser à la fois la santé des écosystèmes et les biens et services fournis par les rivières naturelles, modifiées ou restaurées, les plaines inondables et les nappes d'accompagnement.

Pour atteindre ce but, REFORM développe des protocoles et des procédures pour surveiller la réponse biologique au changement hymorphologique avec plus de précision, pour soutenir la conception des programmes de restauration et d'atténuation prévus dans le cadre de la DCE, et pour mieux intégrer la restauration et les activités socio-économiques.

Les objectifs spécifiques de REFORM sont les suivants :

1. sélectionner des indicateurs conformes à la DCE (biologiques et hydromorphologiques) pour une surveillance efficace, qui caractérisent les conséquences de la dégradation physique et de la restauration des rivières et de leurs services ;
2. évaluer et améliorer les outils pratiques et les orientations pour la conception des mesures de restauration et d'atténuation ;
3. examiner les données existantes et les informations sur la dégradation et la restauration de l'hydromorphologie des rivières ;
4. développer un cadre hydromorphologique à niveaux multiples, basé sur des processus, pour les rivières européennes, les plaines inondables et les eaux souterraines associées ;
5. comprendre comment les pressions hydromorphologiques interagissent avec d'autres pressions qui peuvent gêner une restauration efficace ;
6. évaluer l'importance des effets d'échelle sur l'efficacité des différentes mesures d'adaptation, d'atténuation et de restauration pour améliorer l'état ou le potentiel écologique des rivières, des plaines inondables et des eaux souterraines associées ;
7. développer des instruments pour analyser les risques et évaluer les bénéfices de la restauration des rivières, y compris leur résilience au changement climatique et leur relation avec d'autres activités socio-économiques ;
8. mieux faire connaître les avantages de la restauration des rivières, avec une appréciation de sa nécessité et de son potentiel.

Pour plus d'information :
http ://www.reformrivers.eu/home

Les travaux qui éliminent toutes ou partie des zones humides, par exemple les bras morts pour l'agriculture ou le reboisement (plantation de peupliers en particulier), ou qui utilisent le remblaiement pour créer des terrains constructibles, ont aussi un impact direct sur le fonctionnement de l'écosystème aquatique.

2.2.3. Hydrologie : prélèvements, régulation

De nombreuses activités humaines induisent des prélèvements d'eau dans le milieu aquatique pour différentes utilisations. Le prélèvement peut être effectué directement dans le milieu aquatique, ou par une infrastructure particulière créée dans ce but (barrage, réservoir, dérivation, etc.), qui peut modifier le régime des eaux au cours de l'année hydrologique (par exemple le stockage d'eau en hiver pour son utilisation en été).

Les prélèvements importants par rapport aux quantités disponibles, et/ou effectués en période d'étiage, entrainent une perturbation du cycle de l'eau nuisible à l'équilibre de l'écosystème. De la même façon, le détournement d'un cours d'eau réduit la quantité d'eau disponible dans le lit principal et par delà, impacte l'hydromorphologie et la biocénose de l'écosystème.

Toute modification de la courbe annuelle d'es débits (barrage de régulation par exemple) peut avoir des effets similaires en modifiant la dynamique d'écoulement et en perturbant le mouvement des sédiments. La limitation ou le blocage de la continuité de la rivière, par création d'un seuil ou d'un barrage, est aussi une cause de modification de la vie des écosystèmes aquatiques.

Les exemples de dysfonctionnement du fait de prélèvements ou détournements causés par l'activité humaine sont nombreux : l'assèchement de la Mer d'Aral par prélèvements majeurs pour l'irrigation des cultures de coton est symptomatique et très médiatisé. Mais la réduction du nombre de zones humides dans le monde révèle l'ampleur de ce type de dysfonctionnement qui peut porter sur des zones beaucoup plus restreintes que la Mer d'Aral.

Les déviations de cours d'eau et de nombreuses altérations hydromorphologiques modifiant la courbe d'écoulement des eaux (canalisation et bras mort) entrent également dans cette catégorie, car les flux naturels des canaux à faible débit et à haut débit sont affectés.

2.2.4 Pollution chimique et physico-chimique : pollution organique, eutrophisation et micropolluants

L'activité humaine induit des pollutions organiques. Outre les rejets domestiques (eaux usées non traitées) ou les rejets non dépollués de certaines industries, comme les industries alimentaires et du bois par exemple, l'agriculture est une source importante de pollution par l'intermédiaire de l'élevage y compris l'ensilage et l'épandage de fumier / boues. Cet apport de matière organique au milieu aquatique peut consommer des quantités massives d'oxygène, et ainsi tuer les poissons et perturber l'écosystème aquatique.

Selon son contenu, la pollution organique peut également contribuer à l'augmentation des substances nutritives dans les milieux aquatiques. L'utilisation excessive d'engrais peut avoir un effet similaire par érosion ou lixiviation.

L'excès de matières organiques engendre le phénomène d'eutrophisation qui, du fait d'une croissance exagérée des végétaux aquatiques qui ont a leur disposition une masse importante de nutriments (phosphates et nitrates), conduit à une réduction forte de l'oxygène dissous et à une asphyxie du milieu. Ce phénomène peut être naturel dans les milieux fermés comme les étangs avec des apports de végétaux, dont la dégradation produit des composés azotés et phosphatés. Mais le phénomène d'eutrophisation par un apport d'origine humaine induit un déséquilibre dans l'écosystème qui s'exprime de manière visible par une "fleur d'eau" suivie de mortalité de poissons et de putréfaction.

Les activités humaines sont aussi la cause de rejets de micropolluants. Les micropolluants sont des substances chimiques en faible quantité qui ont un effet polluant sur le milieu aquatique. Trois groupes principaux sont généralement identifiés : polluants organiques, métalliques et organométalliques. Ils sont générés par de nombreuses activités humaines liées à l'exploitation des matières premières, à leur transformation, à leur utilisation et à leur dégradation en fin de vie (déchets). Suivant leurs caractéristiques physico-chimiques et toxiques, ils auront plus ou moins d'impact sur tout ou partie de l'écosystème. L'homme peut alors être exposé par des facteurs environnementaux (l'air notamment ou le contact avec la peau), par l'alimentation ou au travail.

D'autres paramètres peuvent également avoir un impact sur le fonctionnement des écosystèmes. Par exemple, les rejets d'eau chaude (cas des rejets d'industrie et de centrale nucléaire par exemple) engendrent, s'ils sont réguliers, des modifications de l'écosystème avec changement de la structure de la biocénose.

3 Intégration des écosystèmes dans les Plans de gestion de bassin

POINTS CLÉS :

- Un plan de gestion de bassin doit inclure une stratégie et des mesures relatives aux écosystèmes aquatiques.
- La conservation et la restauration des écosystèmes doivent être analysées en tenant compte des dimensions sociales et économiques.
- La dimension "écologie" des bassins doit être associée à l'ensemble des objectifs et des thèmes couverts par le plan.

La gestion efficace d'un bassin nécessite l'élaboration et la mise en œuvre d'un plan de gestion pluriannuel basé sur le diagnostic des ressources en eau du bassin et de son territoire en prenant en compte les évolutions probables.

Encart 7 : Planification par bassin - Principes, procédures et approches pour une planification stratégique par bassin

Cette publication de la Banque Asiatique de Développement (associée au GWP, à l'UNESCO et au WWF) donne des conseils sur la préparation des plans de gestion de bassin. Les auteurs proposent 10 règles fondamentales à respecter pour bâtir un plan de bassin :

Règle 1 : avoir une compréhension complète du bassin et de son fonctionnement ;

Règle 2 : avancer dans la préparation du plan même si la connaissance du bassin n'est pas totale ;

Règle 3 : hiérarchiser les problèmes et adopter une approche itérative en plusieurs phases pour atteindre les objectifs à long terme ;

Règle 4 : permettre une adaptation en fonction des changements de circonstances ;

Règle 5 : accepter le fait qu'établir un plan de bassin est un processus intrinsèquement itératif et chaotique ;

Règle 6 : élaborer des plans thématiques pertinents et cohérents ;

Règle 7 : aborder les problèmes aux niveaux appropriés au travers de plans locaux dans le cadre du plan de bassin ;

Règle 8 : impliquer les parties prenantes en vue de renforcer les relations institutionnelles ;

Règle 9 : en permanence, se focaliser sur la mise en œuvre du plan ;

Règle 10 : sélectionner la méthode qui répond le mieux aux besoins du bassin.

Pour plus d'information :
www.adb.org/publications/river-basin-planning-principles-procedures-and-approaches-strategic-basin-planning

3.1 Prise en compte des écosystèmes dans les processus de planification par bassin

Le processus de planification comprend les étapes suivantes :

1. La conduite d'un état des lieux - diagnostic pour bien comprendre le fonctionnement actuel du bassin, pris non seulement dans le sens de bassin hydrographique (y compris les eaux souterraines), mais considérant le bassin en tant que territoire avec une interaction entre les activités qui s'y développent et les ressources en eau et milieux aquatiques. Il est important que la phase de diagnostic soit participative, notamment pour s'assurer que les aspects environnementaux ont bien été intégrés dès le début du processus ("questions importantes").
   Plusieurs méthodes et outils peuvent être utilisés pour le diagnostic du bassin ; une approche particulière utilise l'"Empreinte eau" ;

Encart 8 : L'empreinte eau, outil de diagnostic

L'évaluation de l'empreinte de l'eau est une technique pour approcher la situation de l'eau et des écosystèmes aquatiques.

L'empreinte eau est le volume total d'eau virtuelle utilisée pour produire un produit ou un service. C'est un indicateur basé sur la consommation effective d'eau aux différents stades de la production d'un produit par le consommateur ou le producteur. On distingue :

- l'eau bleue qui est l'eau captée pour les usages domestiques et agricoles (eau douce de surface ou souterraine) ;
- l'eau verte qui est l'eau de pluie stockée dans le sol (humidité + évaporation + transpiration) ;
- l'eau grise qui est l'eau polluée par les processus de production.

L'empreinte de l'eau peut aider dans :

- l'évaluation de l'ampleur des impacts environnementaux potentiels relatifs à l'eau ;
- l'identification des possibilités de réduire les impacts environnementaux potentiels associés aux produits à différentes étapes de leur cycle de vie ainsi qu'aux processus et aux organisations ;
- la gestion des risques stratégiques relatifs à l'eau ;
- la mise en œuvre d'une gestion de l'eau efficace et optimisée au niveau des produits, des processus et des organisations ;
- l'information des décideurs de l'industrie et des organisations gouvernementales et non gouvernementales concernant leurs impacts environnementaux potentiels relatifs à l'eau (par exemple, pour les besoins de planification stratégique, d'établissement des priorités, de conception ou de re-conception de produit ou de procédé, de décisions concernant l'investissement) ;
- la fourniture d'informations cohérentes et fiables, basées sur des preuves scientifiques, pour la présentation des résultats de l'empreinte eau.

Une évaluation de l'empreinte eau menée conformément à la Norme internationale peut être conduite comme une évaluation autonome, où seuls les impacts relatifs à l'eau sont évalués, ou comme faisant partie d'une analyse du cycle de vie, dans laquelle un ensemble complet d'impacts environnementaux est pris en compte.

2. Sur la base de l'état des lieux et du diagnostic détaillé, peut s'engager la phase de formulation des objectifs fondamentaux (hiérarchisés). Des objectifs sur la préservation et la restauration des écosystèmes aquatiques doivent y figurer au travers d'objectifs plus généraux ;
3. La phase suivante porte sur le développement des stratégies dans le bassin (stratégies pour atteindre les objectifs) et des actions ou mesures à conduire ; elle doit évidemment comporter des actions relatives aux écosystèmes aquatiques ;
4. Le programme de mesures ou d'actions découle des étapes précédentes. Il doit comporter une analyse du financement des mesures ainsi que des indicateurs d'évaluation de l'action.

Exemple 2 : Plan de Gestion du Bassin du Danube 2009 - 2015

La préparation du Plan de Gestion du Danube par la Commission Internationale pour la Protection du Danube (ICPDR) a suivi les préconisations de la DCE avec quatre phases bien identifiées :

PHASE I : Définition des districts du bassin et définition du cadre institutionnel et des mécanismes de coordination (19 pays différents) ;

PHASE II : Analyses des caractéristiques du bassin, des pressions et des impacts et analyse économique ; établissement du registre des zones protégées ;

PHASE III : Développement des réseaux de surveillance et des programmes ;

PHASE IV : Développement du Plan de Gestion du Bassin incluant le Programme conjoint de Mesures.

Le plan de gestion réalisé pour la période 2009 - 2015 comprend plusieurs parties, fortement centrées sur les problématiques de protection des écosystèmes du bassin :

1. En premier lieu le plan identifie les pressions significatives dans le bassin, tant pour les eaux des rivières et des lacs que pour les eaux souterraines ;
2. Le plan analyse ensuite toutes les zones protégées dans le bassin ;
3. Le statut écologique et chimique résultant des données fournies par les réseaux de mesures et de surveillance des eaux de surface et eaux souterraines sont présentées dans une partie spécifique ;
4. Sur ces bases, le plan définit les objectifs environnementaux dans le bassin. Ceux-ci sont ensuite déclinés en programmes de mesures conjoints aux pays riverains, par type d'actions. Le plan spécifie les actions qui sont de dimension "bassin dans son ensemble" et celles qui relève des niveaux nationaux.

Le Plan de gestion du bassin constitue un cadre général qui doit inspirer les plans nationaux dans un souci de complémentarité.

Pour plus d'information :
www.icpdr.com

Exemple 3 : Orientations fondamentales - Bassin Rhône Méditerranée Corse 2009 - 2015

Le Plan de gestion (SDAGE) du Bassin Rhône Méditerranée Corse en France a ciblé 8 orientations fondamentales. Certaines sont en rapport direct avec la problématique des écosystèmes :

- Prévention, c'est-à-dire privilégier la prévention et les interventions à la source pour plus d'efficacité ;
- Non dégradation, c'est-à-dire concrétiser la mise en œuvre du principe de non dégradation des milieux aquatiques ;
- Des milieux fonctionnels, c'est-à-dire préserver et développer les fonctionnalités naturelles des bassins et des milieux aquatiques.

D'autres ont un lien avec les aspects environnementaux :

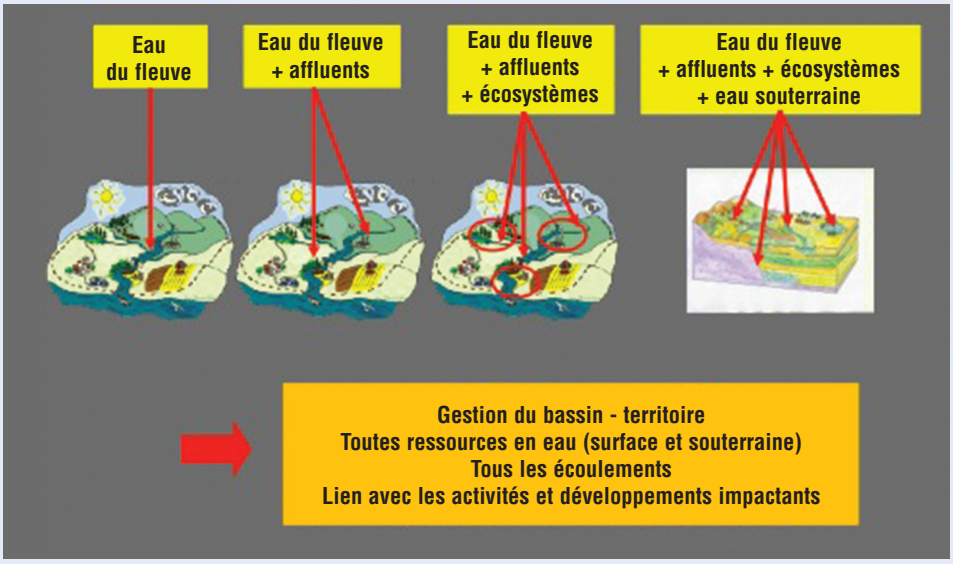
- Vision sociale et économique, c'est-à-dire intégrer les dimensions sociale et économique dans la mise en œuvre des objectifs environnementaux ;
- Gestion locale et aménagement du territoire c'est-à-dire organiser la synergie des acteurs pour la mise en œuvre de véritables projets territoriaux de développement durable ;
- Gestion des inondations c'est-à-dire gérer les risques d'inondation en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau.

Exemple 4 : Les orientations fondamentales du SDAGE (Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux) du bassin Rhône Méditerranée Corse, France

L'Agence de Bassin Rhône Méditerranée Corse en France a produit son plan de gestion pour la période 2016 - 2021. Pour faciliter le repérage des actions prioritaires à mener, le croisement entre les questions importantes émergeant de l'état des lieux et les orientations fondamentales a été opéré.
Alors que les écosystèmes sont directement mentionnés dans l'objectif fondamental 6 "Restauration physique des milieux ", les questions importantes relatives aux écosystèmes se retrouvent aussi dans de nombreuses rubriques : substances toxiques, pesticides, eutrophisation, zones humides, espèces et biodiversité. En définitive, les écosystèmes sont traités au travers de nombreuses rubriques comme la lutte contre la pollution, la restauration physique des milieux, la non dégradation. Cette méthode permet de s'assurer que le sujet des écosystèmes aquatiques pénètre toutes les actions, pas seulement celles dédiées à l'environnement.

Un autre aspect important de la prise en compte des écosystèmes dans la planification par bassin est la nécessité d'aller de la gestion des cours d'eau du bassin vers la gestion du territoire. Le schéma suivant illustre les évolutions dans la conception de la gestion de bassin.

Figure 2 : Evolution de la gestion de l'eau. Champ de la gestion

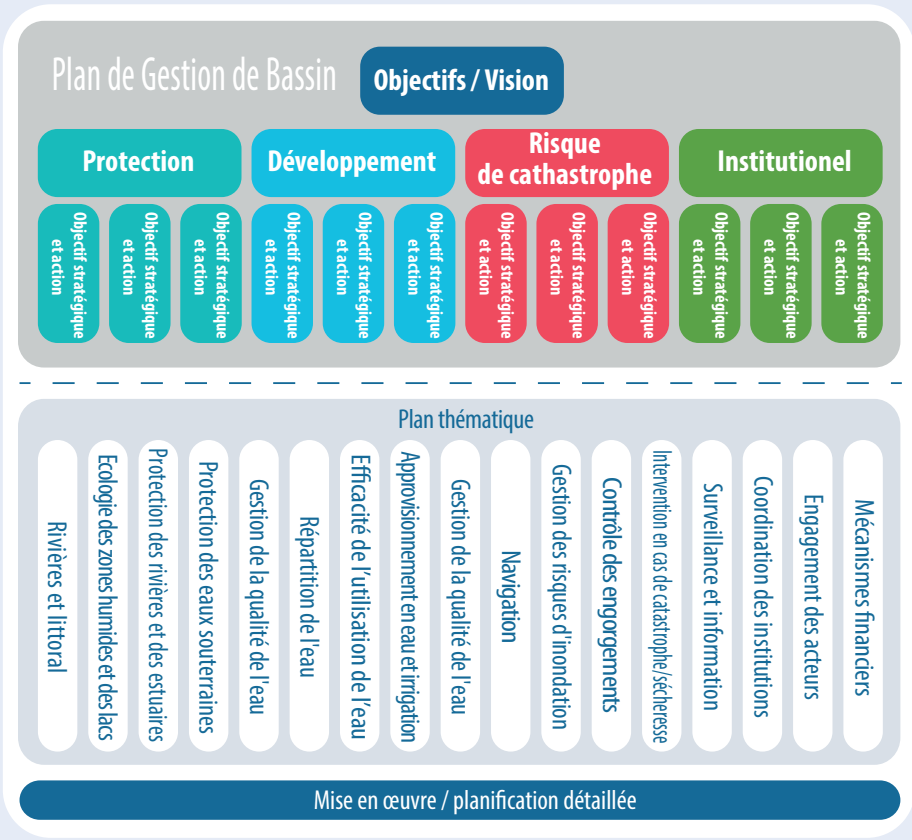


Source : RIOB

3.2 Interface entre les éléments du plan de gestion du bassin et le plan thématique

La prise en compte dans les plans de gestion de bassin de la gestion des écosystèmes aquatiques, de leur conservation et de leur restauration nécessite une approche croisée. Le "verdissement" du plan de gestion de bassin en introduisant un chapitre dédié aux écosystèmes est loin d'être suffisant. En effet, la dimension "écologie" du bassin doit être croisée avec tous les objectifs et thèmes retenus dans le plan.

Figure 3 : Interface entre les éléments du plan de gestion de bassin et les plan thématiques



Source : RIOB

Pour que le plan de gestion de bassin traite correctement les aspects environnementaux, plusieurs conditions doivent être remplies :

1. La compréhension du fonctionnement des écosystèmes, de leurs enjeux et des services qu'ils apportent ;
2. L'incorporation des objectifs environnementaux dans la vision et les objectifs du bassin ;
3. L'émergence d'objectifs écologiques dans le bassin ;
4. La définition d'objectifs, priorités et niveaux de protection différents pour chaque secteur du bassin ;
5. La mise en place de normes ou de plans là où c'est nécessaire ;
6. Une planification financière en appui à la planification générale (trop souvent un point faible des documents de planification) - y compris la planification du financement des infrastructures hydrauliques, sans oublier d'inclure les écosystèmes / les infrastructures naturelles.

3.3 Obstacles à la mise en œuvre

Il faut être conscient des freins à la prise en compte des aspects environnementaux dans les plans de gestion de bassin. En premier lieu, l'organisme de bassin doit avoir un mandat clair pour traiter les questions relatives à l'environnement.

Un plan réaliste vis-à-vis des problématiques environnementales est préférable à un plan trop ambitieux sans chance de succès. Même si l'état de connaissance est encore insuffisant, il vaut mieux engager la prise en compte des écosystèmes dans le plan de gestion de bassin, plutôt que d'attendre d'avoir la connaissance la plus exhaustive sur le sujet.

Des barrières techniques peuvent résulter de la conception du plan, de sa complexité ou de son trop haut niveau d'ambition le rendant ainsi irréaliste. Lorsque les responsabilités des acteurs pour la mise en œuvre des actions sont mal définies, des difficultés peuvent freiner la mise en œuvre. Il est indispensable de prendre en compte l'accroissement des incertitudes sur l'avenir (changement climatique, changements globaux) qui auront un impact sur les écosystèmes.

La communication est un levier important tout au long du processus de planification. L'information et la communication vers le public et les acteurs doivent être particulièrement soignées, cohérentes et pédagogiques.

4. Gestion et restauration des écosystèmes aquatiques

POINTS CLÉS :

- La restauration est partie intégrante de la gestion durable de l'eau et implique un grand nombre d'acteurs.
- Les zones humides améliorent la qualité de l'eau en piégeant les sédiments, filtrant les polluants et en absorbant les nutriments.
- Les débits environnementaux contribuent au maintien des écosystèmes aquatiques situés en aval.
- L'intervention humaine a fragmenté près de 60 % des cours d'eau de la planète.
- L'étude conjointe des infrastructures vertes et grises est un nouveau paradigme.
- Les mesures de rétention naturelle de l'eau offrent un large éventail d'avantages dans la lutte contre les inondations et le maintien des services écosystémiques.

4.1 Les pratiques de restauration

La restauration comprend une grande variété de mesures et de pratiques, qui peuvent varier considérablement en taille et en complexité. Elles visent à rétablir l'état naturel et le fonctionnement des rivières, des lacs ou des zones humides pour permettre leur utilisation durable et multifonctionnelle. La restauration des rivières fait donc partie intégrante de la gestion durable de l'eau, et est également de plus en plus importante dans la gestion intégrée des bassins hydrographiques. Le Centre Européen pour la Restauration des Rivières a créé un réseau pour recueillir les meilleures pratiques de restauration des rivières dans la Grande Europe. Un grand nombre de mesures de restauration concerne la gestion des risques d'inondations.

4.1.1 Les méthodes de restauration

Un projet de restauration nécessite une expertise et des compétences dans plusieurs disciplines. Les différentes étapes peuvent se résumer comme suit : la planification, la conception, la construction et le suivi.

Une planification minutieuse d'un projet de restauration, des objectifs clairs et une communication avec tous les participants permettent d'augmenter les chances d'atteindre son but. Il existe plusieurs raisons à cela : une définition des objectifs du projet permet par exemple d'identifier plus facilement les spécialistes nécessaires, et fixer des objectifs clairs et mesurables signifie que le projet peut être évalué.

La planification implique de comprendre les besoins et les points de vue des populations ; ceci est important car la restauration des écosystèmes aquatiques requiert un large éventail d'acteurs des secteurs public et privé, y compris les décideurs, les praticiens, les scientifiques et les organisations non gouvernementales, ainsi que des groupes de citoyens pouvant être concernés. Elle permet également l'efficacité et donne aux chefs de projet l'occasion d'expliquer leur action et les coûts associés. En général, diverses règlementations s'appliquent aux projets de restauration. Il est essentiel de faire une liste de toutes les contraintes réglementaires pour s'assurer que le projet sera un succès.

Exemple 5 : Restauration de la continuité des rivières en France

En France, plus de 80000 infrastructures - barrages, écluses, seuils et moulins - ont été répertoriés sur les rivières et sont des obstacles potentiels à la continuité de celles-ci. La Directive-Cadre européenne sur l'Eau (DCE), la Loi sur l'Eau française de décembre 2006, le Plan National français de Gestion des Anguilles, et la Loi Grenelle de 2009 dont l'objectif est de mettre en place un réseau écologique ("Trame verte et bleue" française), portent tous sur l'amélioration et la restauration de la continuité biologique entre les principaux habitats naturels et dans les milieux aquatiques. En termes pratiques, ces textes réglementaires redoublent les efforts collectifs et l'action des quatre prochaines années en France en faveur de la restauration de la continuité des rivières.

Pour plus d'information :

http ://www.onema.fr/IMG/EV/publication/continuite-cours-eau-UK.pdf

Les travaux de conception permettent d'identifier les mesures de restauration les mieux adaptées à la situation, et les coûts prévus de celles-ci. Cette étape peut aussi permettre de déterminer une stratégie de surveillance, énonçant ses objectifs, son étendue dans l'espace, la période de suivi, le protocole des mesures, et les acteurs concernés.

Un suivi avant et après l'achèvement du projet est nécessaire. Le suivi avant le projet se fonde sur les conditions existantes. La surveillance permet de déterminer si les objectifs écologiques ont été atteints et si les techniques de restauration ont été efficaces. Des commentaires issus de la surveillance peuvent conduire à la mise en œuvre d'autres projets.

Plusieurs considérations doivent être prises en compte dans la mise en œuvre d'un projet de restauration. Le projet est généralement réalisé de manière à éviter ou minimiser les impacts sur l'environnement, la maîtrise de l'érosion et des sédiments, le contrôle du bruit, etc. Tous les éléments existants tels que les routes, la faune, les ruisseaux ou les zones humides, doivent également être pris en compte pendant l'exécution d'un projet. Il est important d'éviter de déranger les sites historiques à protéger et préférable de considérer le paysage que le projet permettra de créer. Enfin, des compétences en communication et en gestion sont essentielles pour qu'un projet soit efficace. Le suivi après-projet peut déterminer si la restauration a été effectuée en conformité avec les objectifs approuvés.

Le partage des leçons tirées et des expériences peut être bénéfique, car il améliore les meilleures pratiques et peut influer sur le financement futur de projets similaires.

Exemple 6 : RESTORE - Une base de données pour le partage d'études de cas sur la restauration des rivières

RESTORE RiverWiki est un outil permettant de partager les meilleures pratiques et les retours d'expérience avec les décideurs, les praticiens et les chercheurs impliqués dans la restauration des rivières. Cette base de données interactive comprend plus de 800 études de cas à travers l'Europe avec des exemples de mesures d'atténuation, de restauration, d'amélioration et de réhabilitation, qui illustrent les multiples bénéfices réalisables grâce à des projets bien planifiés et exécutés. Les utilisateurs abonnés sont libres d'ajouter des études de cas. La base de données fournit des données sur les projets (y compris les objectifs, les techniques et les résultats) ainsi que des informations sur les bénéfices écosystémiques, la participation des acteurs et les coûts.

http ://restorerivers.eu/wiki/index.php?title=Main_Page

Exemple 7 : Partage d'exemples de restauration des rivières en France

Une brochure réalisée par l'ONEMA propose plus de 80 exemples sur la restauration de l'hydromorphologie des rivières, entreprise en France au cours des 20 dernières années. Ces actions, qui visent à préserver l'hydromorphologie des rivières ou à rétablir les processus hydromorphologiques, peuvent prendre trois formes : le rétablissement des méandres, la destruction de barrages ou de seuils, et le retrait de la protection des berges. Les exemples mettent en évidence les avantages de chaque projet.

La première partie de la publication fournit des informations de base sur les avantages de la restauration, soulignant que la dynamique des rivières est à l'origine de la biodiversité et des bonnes conditions écologiques, et que les milieux aquatiques ont beaucoup à offrir à la société.

Pour plus d'information :
http ://www.onema.fr/IMG/EV/publication/plaquette-hydroGB.pdf
http ://www.onema.fr/Hydromorphologie,510

4.1.2 La gestion des risques d'inondations

Les rivières, les zones inondables, les lacs et les zones humides remplissent des fonctions précieuses d'ordre financier et environnemental, liées à la réglementation sur les rejets dans les rivières. Elles jouent un rôle particulier dans l'écrêtement des crues, la recharge des nappes et l'écoulement des eaux souterraines. Les mesures de restauration peuvent augmenter la capacité naturelle de stockage, atténuer les risques d'inondations en raccordant les ruisseaux et les rivières aux zones inondables, aux anciens méandres et autres zones naturelles de stockage, et améliorer la qualité et la capacité des zones humides.

Exemple 8 : La restauration de la rivière Izumi

La rivière Izumi est une petite rivière qui coule à travers les basses terres à fond de vallée sur les plateaux situés à l'ouest de la ville de Yokohama, au Japon.
Des terres agricoles et des forêts pentues bordent les berges du cours moyen et inférieur de la rivière, mais les zones riveraines ont subi une urbanisation rapide car proches du centre de la ville de Yokohama. En conséquence, au cours des années 1970, la rivière a souvent débordé, y compris en période de faibles précipitations. Pour faire face à cette situation, des revêtements de palplanches en acier ont été construits et le lit de la rivière a été profondément creusé, ce qui a rendu la rivière inaccessible.

En 1987, la ville de Yokohama a élaboré un plan d'utilisation des terres attenantes à l'Izumi afin d'améliorer le cours de la rivière, qui soit conforme avec d'autres projets de développement de parcs et de conservation des espaces verts. Il prévoyait également des ateliers pour les enfants du primaire vivant dans le bassin. Diverses zones riveraines ont été aménagées. Par exemple, la largeur de la rivière a été augmentée dans la "Zone riveraine de Higashiyama" et les formes des canaux d'écoulement et des berges ont été réarrangées en fonction des caractéristiques géographiques environnantes. Les forêts pentues sur la rive gauche de la rivière ont également été améliorées dans le cadre du développement de l'espace de la rivière. Le résultat est un espace vert qui est attrayant pour les citoyens.

Source : Guideline for restoration by eco-compatible approach in river basin of Asia - ver.2
http ://www.a-rr.net/index.html

4.1.3 L'hydroélectricité et les barrages

Des barrages et des seuils construits pour produire de l'électricité et pour d'autres opérations (irrigation, lutte contre les inondations, approvisionnement en eau, etc.) peuvent constituer une menace sérieuse pour le fonctionnement des systèmes fluviaux. Parmi d'autres effets, ils affectent le transport naturel des sédiments, ce qui entraîne une rétention des sédiments en amont des barrages et par conséquent une perte de sédiments en aval. Des ouvrages de ce type ont un effet important sur la continuité écologique en empêchant la migration des poissons vers les frayères en amont et vers l'aval. Les taux de mortalité des poissons peuvent être élevés quand ceux-ci traversent des turbines hydrauliques lors de leur migration vers l'aval.

Une modification de l'écoulement, des changements dans la qualité de l'eau des lacs ainsi créés, et la température peuvent aussi détériorer les habitats et impacter les espèces.

Plusieurs options sont possibles pour réduire l'impact des barrages. La création de passes ou d'échelles à poissons peut faciliter la circulation d'un ensemble d'espèces de poissons ciblées. La mise en œuvre de bonnes pratiques dans la gestion des infrastructures peut également limiter l'impact sur l'environnement et sur les espèces.

Certains exemples sont : l'arrêt des turbines pendant la migration vers l'aval pour limiter la mortalité des poissons ; la chasse ou l'enlèvement des sédiments par des procédures mécaniques de gestion des barrages ; l'installation d'écrans aux entrées et de turbines respectueuses des poissons afin de réduire la mortalité des poissons se déplaçant vers l'aval ; et la mise en place d'un flux environnemental minimal pour soutenir les écosystèmes d'eau douce.

Des règles spécifiques sur le fonctionnement des barrages peuvent également être mises en place, telles que les inondations artificielles, qui peuvent aussi aider à préserver les zones humides en aval, ou des techniques de chasse des sédiments qui peuvent limiter les taux d'envasement dans les barrages et les déficits en sédiments en aval.

Exemple 9 : Des solutions pratiques pour améliorer le passage des poissons migrateurs en voie de disparition - L'anguille

L'anguille européenne était jusqu'à récemment une espèce abondante dans la plupart des eaux douces européennes, mais ses effectifs ont fortement baissé depuis les années 1970 et 1980. Les causes de ce déclin rapide, qui menace désormais l'existence même de l'espèce, sont claires pour la plupart, et comprennent la pêche, la mauvaise qualité de l'eau et des habitats, le morcellement des rivières par des seuils et des barrages, et la mort des poissons dans les turbines hydroélectriques. Pour atteindre les objectifs de repeuplement fixés par l'Union Européenne, la France a lancé un plan de gestion portant sur chacun des facteurs responsables du déclin de l'espèce. En ce qui concerne les obstacles situés dans les rivières, et les turbines, le Ministère de l'Ecologie a lancé un programme de recherche et développement réunissant un certain nombre de partenaires, dont l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie), l'ONEMA et cinq compagnies d'hydroélectricité (Compagnie Nationale du Rhône, EDF, France Hydro Electricité, GDF Suez et la Société hydroélectrique du Midi). Le programme, géré par un comité de pilotage composé des partenaires mentionnés ci-dessus et sous la responsabilité du Ministère de l'Ecologie, a ciblé un certain nombre d'objectifs opérationnels et a abouti à la mise au point et à l'essai de solutions techniques conçues pour leur mise en œuvre rapide dans ce domaine : Comment favoriser la montaison des anguilles, depuis les clapets à marée situés dans les estuaires jusqu'à et au-delà des grands barrages en amont ? Comment améliorer les conditions de dévalaison à chaque installation ? Enfin, comment calculer l'impact cumulatif d'une série d'installations le long d'une rivière afin d'adapter la gestion des turbines hydroélectriques ? Tous les résultats du programme ont été présentés en novembre 2011 lors du symposium de restitution, qui a réuni des chercheurs, des gestionnaires de l'eau, des associations et des entreprises hydroélectriques.

Pour plus d'information :

http ://www.onema.fr/IMG/EV/meetings/management-plan-to-save-the-eel.pdf

4.1.4 La préservation de la biodiversité et des habitats

Les écosystèmes aquatiques, y compris les zones humides, fournissent des habitats à de nombreuses plantes et un espace aux animaux pour se nourrir, se reposer et se reproduire. Les rivières transportent des sédiments qui transforment leurs lits et contribuent à la création d'habitats. Cependant, les humains ont modifié la structure et les habitats de la faune aquatique dans de nombreuses rivières à travers le monde en construisant des barrages, des seuils et des moulins à eau pour la production d'électricité, la navigation et l'irrigation.

La restauration des rivières contribue à la biodiversité par la restauration des écosystèmes, des habitats et de la continuité écologique. Les travaux de restauration physique incluent le rétablissement de méandres (ramener les courbes d'une rivière naturelle à leurs formes initiales si celles-ci sont encore identifiables ou créer un nouveau méandre), la création de berges naturelles-végétalisées là où celles-ci étaient bétonnées, ou le retour d'un cours d'eau dans son lit d'origine afin de le reconnecter à ses eaux souterraines d'accompagnement.

Cependant, les passes à poissons permettent seulement à certaines espèces de poissons sélectionnées de traverser des obstacles tels que des écluses ou des barrages (voir paragraphe ci-dessus) situés dans la rivière. Par conséquent, pour restaurer à la fois l'habitat des poissons, lorsque le barrage ou le seuil a endommagé le tronçon retenu, et la continuité (le transport des sédiments, le passage de la faune aquatique) de la rivière, il est souvent préférable d'éliminer ces obstacles afin de rétablir la dynamique de la rivière.

Exemple 10 : La plus grande destruction de barrage aux Etats-Unis

La restauration de la rivière Elwha est un projet qui vise à rétablir l'écosystème de la rivière en détruisant le barrage d'Elwha sur le cours inférieur et le barrage du Glines Canyon sur le cours supérieur, qui avaient été construits pour la production d'électricité.
La suppression de ces barrages a commencé fin 2011.
Aujourd'hui, les deux barrages ont disparu, la rivière Elwha s'écoule librement depuis sa source dans les montagnes Olympic jusqu'au détroit de Juan de Fuca, les sédiments autrefois piégés par les barrages reconstruisent la rivière et les habitats près du rivage, la végétation est en cours de restauration, et le saumon et la truite migrent naturellement au travers des anciens sites des barrages pour la première fois depuis plus de 100 ans.
Le barrage de Glines Canyon, d'une hauteur de 64 mètres, est le plus grand barrage détruit aux Etats-Unis. De nombreuses personnes et groupes de personnes ont travaillé pendant des décennies pour restaurer la rivière Elwha (avocats, scientifiques, associations, tribus, etc.).



Plus de 1100 barrages ont été détruits à l'échelle nationale, avec des impacts positifs sur l'eau des rivières, les poissons et la faune, la sécurité publique, les loisirs, et les économies locales.

Source (image) : seattletimes.com

More information : http ://www.nps.gov/olym/naturescience/elwha-ecosystem-restoration.htm

Les lacs et les zones humides sont d'une importance majeure pour la biodiversité. Ils abritent un grand nombre d'espèces : oiseaux, mammifères, amphibiens, reptiles, plantes, etc., et peuvent être une escale pour le repos et l'alimentation des oiseaux migrateurs.
De nombreuses espèces comptent sur les cycles réguliers d'inondation des zones humides pour se reproduire. Les zones humides sont importantes pour les poissons d'eau douce, et de nombreuses espèces ont besoin de zones humides peu profondes pour se reproduire.
La restauration des lacs et des zones humides contribue ainsi à accroître la biodiversité et à améliorer les connections entre les habitats.

4.1.5 L'amélioration de la qualité de l'eau

Le bon fonctionnement des écosystèmes aquatiques peut aussi jouer un rôle dans le maintien ou l'amélioration de la qualité de l'eau, par exemple grâce au processus d'auto-épuration des rivières.

Les zones humides améliorent aussi la qualité de l'eau en piégeant les sédiments, en filtrant les polluants et en absorbant les nutriments. Les zones humides sont même parfois utilisées pour le traitement des eaux usées. La restauration des zones humides contribue à maintenir ces services et permet également d'obtenir un milieu sain.

Exemple 11 : Le Tancat de la Pipa

Confédération Hydrographique du Jucar

L'une des zones humides les plus précieuses de la région méditerranéenne est la zone humide du parc naturel d'Albufera à Valence, qui figure sur la Liste Ramsar des zones humides d'importance internationale. Cette zone humide, qui possède une immense valeur écologique, est située au sud de la ville et couvre 21000 hectares.

Pendant des siècles, le parc naturel d'Albufera a vu sa zone humide transformée par des générations successives d'habitants exploitant les ressources naturelles de la région (sel, bois, gibier et poissons).

Au 18ème siècle, son marais salant a été remplacé par un système d'eau douce utilisé pour la culture du riz, mais gardant toujours un équilibre écologique stable.

Cependant, dans les années 1970, la forte croissance urbaine, agricole et industrielle de Valence et de ses villages environnants a eu un impact important sur la qualité de l'eau de la lagune dû, d'une part, à un flux constant d'eaux usées urbaines et industrielles non traitées et, d'autre part, au ruissellement d'eaux chargées de nutriments provenant des champs cultivés.

Ainsi, les eaux cristallines remplies de flore et de faune aquatiques sont devenues troubles en raison des grandes quantités de polluants organiques rejetées directement dans le milieu naturel. Ceci a considérablement augmenté les concentrations de nutriments dissous favorisant une forte croissance du phytoplancton, qui a abouti à une hyper-eutrophisation.

Depuis les années 1980, d'importants investissements ont été réalisés pour le traitement de l'eau et l'assainissement ; néanmoins, l'eau de l'Albufera reste encore eutrophique.

Une décision a donc été prise de créer une zone humide artificielle de 40 hectares pour former le "Tancat de la Pipa". La mise en œuvre de ce projet répond à la nécessité de procéder à la quantification des besoins environnementaux de la zone humide et d'expérimentation pour inverser la situation actuelle.

Le site est le résultat d'un projet de restauration écologique, qui a impliqué la transformation de champs de riz en différents habitats typiques des zones humides. La Confédération Hydrographique du Jucar est propriétaire des terres et l'entrepreneur principal des travaux de restauration, en collaboration avec le Ministère Régional des Infrastructures, des Terres et de l'Environnement.

Jusqu'à présent, les bénéfices de ce projet ont été :

- L'amélioration de la qualité de l'eau. Les écosystèmes aquatiques créés dans le Tancat de la Pipa, qui comprennent des zones humides artificielles avec des écoulements d'eau superficielle et des lagunes, ont montré une grande capacité à réduire les quantités de matières en suspension, de phosphore total, d'azote total et de phytoplancton dans l'eau ;
- L'augmentation de la biodiversité. La qualité de l'eau est la clé d'une chaîne trophique bien équilibrée dans les écosystèmes des zones humides. Des plantes aquatiques submergées sont réapparues dans les lagunes grâce à l'afflux d'eau provenant des filtres verts, fournissant des abris, des éléments nutritifs et de l'oxygène, indispensables pour de nombreux êtres vivants. Certaines espèces ont, encore une fois et d'une manière naturelle, trouvé dans le Tancat un espace convenable pour y vivre et se reproduire après une longue absence du parc naturel ;
- De nombreuses visites et une participation de la société. Depuis l'ouverture officielle au public en 2009, plus de 20000 personnes ont visité le Tancat de la Pipa et participé à de nombreuses activités sur le site. Des visites guidées et des programmes de formation et de bénévolat ont été organisés. Le Plan d'Utilisation Publique du Tancat de la Pipa vise à prouver, à tous les secteurs de la population, l'importance de préserver l'immense patrimoine du parc naturel d'Albufera.

Afin d'optimiser la gestion du site, la Confédération Hydrographique du Jucar a signé en 2011 des accords de gardiennage des terres avec les ONG Acció Ecologista-Agro et SEO / BirdLife, qui vont directement gérer le Tancat de la Pipa sous la supervision de la Confédération Hydrographique du Jucar.

Pour plus d'information :
www.tancatdelapipa.net

4.1.6 Gestion de l'utilisation des sols

Les différentes formes d'utilisation des sols, comme l'agriculture ou la sylviculture, peuvent altérer le fonctionnement des écosystèmes aquatiques et la qualité des eaux.

L'épandage d'engrais à proximité de cours d'eau, de lacs ou de zones humides peut polluer directement l'eau par exemple par ruissellement ou projection. Les petits ruisseaux agricoles sont importants car ils s'unissent pour former des rivières, et fournissent également des habitats pour des espèces végétales et animales.

Leur pollution a donc un impact sur les rivières. La pollution des lacs et des zones humides peut aussi conduire à une perte de biodiversité.

Les activités agricoles peuvent engendrer des problèmes de sédimentation : le vent et l'eau déplacent les sols exposés sans végétation, du bassin versant vers le plan d'eau. Ces sédiments réduisent la quantité d'ensoleillement disponible pour les plantes aquatiques, recouvrent les frayères des poissons, et des particules nutritives interfèrent avec les organismes suspensivores.

Dans les deux cas, des bandes tampons peuvent créer une barrière physique, qui limite le flux de polluants et de sédiments, et empêche leur écoulement vers l'écosystème aquatique.

Les opérations forestières peuvent également être réalisées sans effet néfaste sur l'écologie et la morphologie des cours d'eau ou des zones humides. Si la traversée de l'étendue d'eau ne peut être évitée, il existe des solutions techniques permettant de réduire l'impact des machines ou des voitures traversant les ruisseaux de la forêt : la construction de ponceaux, d'arcs ou de ponts par exemple.

4.2 Infrastructures vertes et impacts sur l'environnement

4.2.1 Les infrastructures vertes

Les services essentiels rendus par la nature équivalent à la plupart des fonctions des infrastructures traditionnelles. Les zones humides et les lacs, les forêts de montagne et les aquifères peuvent emmagasiner l'eau, les zones humides filtrent l'eau, les rivières permettent le transport, les zones inondables et les zones humides écrêtent les pointes de crue en aval, tandis que les mangroves, les récifs coralliens et les îles-barrières protègent les côtes contre les tempêtes et les inondations.

Le terme infrastructure étant défini comme "l'ensemble des installations, des services et des équipements nécessaires au fonctionnement d'une société", la nature fait partie des infrastructures de chaque pays et de l'économie. La nature est donc une "infrastructure verte" ou "infrastructure naturelle", basée sur sa capacité à compléter ou augmenter les services rendus par les infrastructures traditionnelles d'ingénierie (ou "grises"). Selon la Commission Européenne, l'infrastructure verte traite de la structure spatiale des espaces naturels et semi-naturels, mais aussi d'autres caractéristiques environnementales qui permettent aux citoyens de bénéficier de ses multiples services.

Encart 9 : Les investissements en infrastructures vertes en Europe apporteront de multiples bénéfices pour la nature, la société et les peuples

Le paysage européen est considérablement modifié chaque jour par le morcellement, la modification et l'intensification de l'utilisation des sols en raison d'un développement humain persistant. Les écosystèmes dégradés ont tendance à être moins riches en espèces et sont incapables d'offrir la même gamme de services que les écosystèmes sains.

En mai 2013, la Commission Européenne a adopté une nouvelle stratégie pour encourager l'utilisation des infrastructures vertes, et pour s'assurer que l'amélioration des processus naturels devienne systématique dans l'aménagement du territoire. Les infrastructures vertes sont souvent moins chères et plus durables que les solutions classiques de génie civil. En plus de prestations sanitaires et environnementales, les infrastructures vertes apportent de multiples avantages sociaux : elles créent des emplois et rendent les villes plus attrayantes comme endroit où vivre et travailler.

La stratégie met l'accent sur :

- La promotion des infrastructures vertes dans les principaux domaines d'action, tels que l'agriculture, la sylviculture, la nature, l'eau, les eaux marines et la pêche, la politique régionale et de cohésion, l'atténuation et l'adaptation au changement climatique, les transports, l'énergie, la prévention des catastrophes et l'utilisation des sols ;
- L'amélioration de la recherche et des données, le renforcement de la base de connaissances et la promotion des technologies innovantes qui soutiennent les infrastructures vertes ;
- Un meilleur accès au financement pour les projets d'infrastructures vertes ;
- Un soutien des projets d'infrastructures vertes au niveau de l'UE.

La Commission Européenne examinera, fin 2017, les progrès accomplis dans le développement d'infrastructures vertes et publiera un rapport sur les retours d'expérience ainsi que des recommandations pour les actions futures

Pour plus d'information :
http ://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index_en.htm

Les multiples services écosystémiques rendus par les infrastructures naturelles augmentent les bénéfices. En ce sens, une infrastructure naturelle qui fonctionne bien permet aux infrastructures construites de mieux performer, augmentant ainsi le retour sur investissement. Elle offre également des possibilités d'emploi et est une solution clé au changement climatique et à la réduction des risques de catastrophes.

Les coûts et les avantages des services écosystémiques doivent être estimés pour les investissements en barrages, en stockage, en irrigation et en drainage. Ne pas inclure les systèmes naturels dans les processus de planification peut s'avérer très coûteux. En outre, il est nécessaire d'inclure une évaluation des écosystèmes dans les décisions relatives aux investissements dans le domaine de l'eau, pour s'assurer que les retours sur investissement dans la gestion des bassins fluviaux soient clairs et quantifiés, pour une meilleure prise de décisions. Une évaluation des services écosystémiques peut aider à fournir les outils nécessaires pour prendre de meilleures décisions économiques concernant les menaces qui pèsent sur l'environnement.

4.2.2 Les débits environnementaux

Les pays développés et en développement adoptent de plus en plus le système des débits environnementaux garantis, en volumes et en temps, afin de protéger les écosystèmes aquatiques en aval et maintenir les services rendus aux communautés qui en dépendent. Les causes de modifications des débits des rivières peuvent être plus nombreuses qu'un seul prélèvement d'eau ou une régulation des débits en raison des infrastructures (grand barrage, transfert ou dérivation d'eau) ; les changements dans l'utilisation des terres en amont, dus à l'exploitation forestière, l'agriculture et l'urbanisation, peuvent également affecter les débits de manière significative. Les impacts des débits environnementaux (ou écologiques) peuvent s'étendre au-delà des eaux de surface, aux eaux souterraines, aux estuaires et aux zones côtières.

Exemple 12 : L'eau pour l'environnement en Australie

L'Australie, le continent habité le plus sec au monde, souffre de pénuries d'eau en raison de la configuration de pluies très variables et de sécheresses prolongées. Cette situation est problématique pour le plus grand bassin versant d'Australie, le Bassin Murray-Darling. Connu comme le "bol alimentaire de la nation", le bassin couvre plus d'un million de kilomètres carrés, et a été aménagé pour assurer des bénéfices sociaux et économiques vitaux.

Pour faire face aux problèmes de gestion de la rivière et de santé environnementale, le premier Plan de Gestion du Bassin Murray-Darling a été approuvé en 2012. Il prévoit une gestion intégrée et durable des ressources en eau sur l'ensemble du bassin. Dans le cadre de ce plan, 25 % de l'eau actuellement utilisée pour les activités humaines sera destinée à soutenir la santé écologique des rivières du bassin. Cette eau est en cours de récupération auprès des irrigants, par achat direct de leurs droits, et en rendant plus efficace l'utilisation actuelle des infrastructures et de l'eau par les fermiers. Le nouveau détenteur de cette eau, dédiée à l'environnement, l'utilise pour augmenter les débits des rivières - restaurer les composantes écologiques des rivières et ainsi améliorer les avantages environnementaux.

Ci-contre : Petit marais planté de joncs en 2013 lors d'une inondation du milieu aquatique

En médaillon : Ibis en période de reproduction dans la forêt de Barmah-Millewa (Photos : Keith Ward)



Le Bassin Murray-Darling contient la plus grande forêt fluviale d'eucalyptus résineux de la planète - la forêt de Barmah-Millewa. Celle-ci abrite plus de 550 plantes endémiques et 270 espèces animales, et figure sur la Liste Ramsar. C'est l'une des rares zones inondables d'eau douce préservées le long de la rivière Murray, et comprend de nombreux sites importants pour les aborigènes.

La régulation de la rivière a permis de réduire le nombre d'inondations importantes de la forêt de Barmah-Millewa, qui survenaient une fois tous les deux ans, à une fois tous les quatre ans. Combiné à une sécheresse prolongée de 1999 à 2009, le manque d'eau a entraîné un stress extrême de l'écosystème de la forêt, avec de nombreuses espèces endémiques de flore et de faune en difficulté ou mourantes.

Pour maintenir cet écosystème de forêt fluviale d'eucalyptus résineux en bonne santé, l'eau dédiée à l'environnement est utilisée dans la forêt de Barmah-Millewa de diverses manières :

- En période de sécheresse, l'eau est utilisée pour protéger des habitats vitaux. Cela stimule les reproductions à petite échelle et favorise la survie des espèces endémiques ;
- Pendant les périodes de flux supérieurs à la moyenne, entrant dans la forêt, cette eau est libérée pour maintenir les débits naturellement élevés de la rivière. Et lorsque les flux entrant dans la forêt diminuent, l'eau est gardée pour maintenir le niveau d'eau dans cette même forêt.

Cela favorise la reproduction d'un grand nombre d'oiseaux aquatiques, augmente les populations de poissons et de tortues, et améliore la santé de la végétation. Les flux ressortant de la forêt permettent d'atteindre les objectifs écologiques dans les tronçons de la rivière en aval.

54 espèces d'oiseaux aquatiques en période de reproduction ont été enregistrées dans cette forêt lorsque celle-ci est inondée, dont 25 espèces d'oiseaux aquatiques nichant en colonie - parfois par dizaines de milliers.

Pour plus d'information, voir la vidéo : http ://youtu.be/cOg5xHqUDOQ

Selon la Banque Mondiale, les leçons tirées de l'évaluation et de la mise en œuvre des débits environnementaux sont les suivantes :

1. Les débits environnementaux doivent être inclus dans toute politique relative aux ressources en eau ;
2. Les résultats environnementaux obtenus doivent être étroitement liés aux résultats sociaux et économiques ;
3. Des évaluations des débits environnementaux doivent être effectuées pour toutes les composantes du cycle hydrologique (non seulement les débits d'étiage, mais aussi les lâchers d'eau provoqués pour le maintien des zones humides) ;
4. Les plans de GIRE dans les bassins fournissent des repères pour les allocations d'eau, au cours de l'évaluation des projets ;
5. Un monitoring actif est nécessaire pour appliquer les décisions prises concernant la répartition des débits et la gestion doit être adaptative ;
6. Les améliorations techniques doivent généralement être combinées à des interventions pour fournir le volume d'eau nécessaire à la restauration des écosystèmes majeurs ;
7. Des études économiques peuvent étayer les arguments pour les allocations d'eau en aval.

Exemple 13 : Les débits écologiques en Espagne

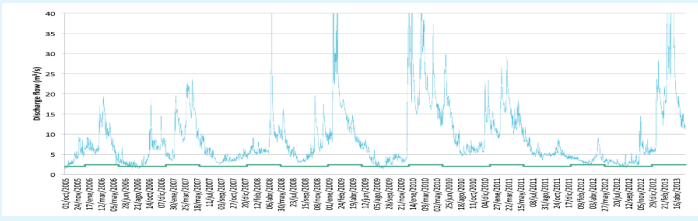
L'Espagne a développé le concept de débit écologique pour répondre à la dégradation des écosystèmes aquatiques, causée par une surexploitation des rivières. Les débits écologiques sont indispensables pour parvenir à une gestion durable des ressources en eau respectueuse de l'environnement. Néanmoins, la mise en application des débits écologiques risque d'augmenter les conflits liés à l'eau, en particulier dans les régions pauvres en eau.

En Espagne, la Loi sur l'Eau prévoit que les plans de gestion des bassins hydrologiques déterminent des débits environnementaux, qui maintiennent la durée de vie des poissons, hôtes naturels des rivières, et la végétation sur leurs berges. Une caractéristique fondamentale des plans espagnols de gestion de bassin est l'allocation des ressources en eau pour les différents besoins en eau, qui rend les débits écologiques compatibles avec la satisfaction des demandes.

En ce qui concerne le régime des débits environnementaux, les Instructions sur la Planification Hydrologique prennent en compte :

1. Le régime du débit écologique ;
2. Le débit écologique pour les masses d'eau modifiées du point de vue hydrologique ;
3. Le régime des débits écologiques pendant des sécheresses prolongées ;
4. Les besoins en eau des lacs et des zones humides ;
5. La répercussion du régime des débits environnementaux sur les utilisations de l'eau ;
6. Les processus participatifs pour la mise en œuvre des régimes des débits écologiques ;
7. Le suivi du débit écologique.

Débit minimum saisonnier s'écoulant à l'aval du barrage d'Alarcón, bassin du Jucar, Espagne



En Espagne, l'intégration des débits écologiques dans la gestion de l'eau sera un défi au cours des prochaines années, car la législation espagnole ne considère pas ces débits comme une demande environnementale, qui pourrait ne pas être satisfaite dans des circonstances particulières, mais comme une restriction environnementale à l'utilisation de l'eau.

Source : Confédération Hydrographique du Jucar et Université technique de Valence

4.2.3 Les impacts sur l'environnement et le nouveau paradigme

La nature des impacts des grands barrages sur les écosystèmes est généralement bien connue et il existe de nombreuses directives pour les études d'impact sur l'environnement : la Commission Internationale des Grands Barrages (CIGB), l'Association Internationale pour l'Hydroélectricité (IHA), la Banque Mondiale, la Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest, etc. Selon la Commission Mondiale des Barrages, l'intervention humaine (barrages, transferts entre bassins, prélèvements d'eau ou irrigation) a fragmenté près de 60 % des cours d'eau du monde.

Jusqu'à récemment, les efforts visant à atténuer les impacts des grands barrages sur les écosystèmes ont rencontré peu de succès. Plus spécifiquement :

- Il n'est pas possible d'atténuer bon nombre des impacts de la construction de barrages sur les écosystèmes terrestres et la biodiversité ;
- L'utilisation de passes à poissons pour atténuer le blocage des poissons migrateurs a eu peu de succès ;
- De bons résultats d'atténuation, bien documentés, ont été obtenus grâce à une coopération entre les parties prenantes dès le début d'un projet, et grâce à un suivi régulier et des commentaires sur l'efficacité des mesures d'atténuation ;
- Les débits environnementaux sont de plus en plus utilisés pour réduire les impacts des modifications de débits sur les écosystèmes aquatiques, les zones inondables et les écosystèmes côtiers en aval ;
- Il est possible d'éviter ou de minimiser les impacts sur les écosystèmes par des mesures législatives ou politiques, qui écartent certains tronçons particuliers de rivière ou de bassin, ou qui sélectionnent des sites efficaces.

Exemple 14 : Orientations pour le développement d'infrastructures hydrauliques en Afrique de l'Ouest

Le Centre de Coordination des Ressources en Eau de la Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) a lancé, dès 2008, une consultation sur les grands projets d'infrastructures dans le secteur de l'eau. Cette consultation comporte des discussions avec les acteurs de la société civile, notamment avec les représentants des communautés locales et les utilisateurs de la ressource.

Un groupe d'experts a formulé des recommandations concernant les meilleures pratiques pour le développement durable d'infrastructures hydrauliques en Afrique de l'Ouest. Sur la base de celles-ci, la CEDEAO rédige une directive régionale sur les infrastructures hydrauliques.

Ces recommandations sont les suivantes :

- Affirmer le rôle essentiel des organismes de bassin dans le développement et la mise en œuvre de projets transfrontaliers ;
- Associer les populations affectées en tant que parties prenantes, partenaires et bénéficiaires du projet ;
- Veiller à ce que tous les acteurs impliqués dans la mise en œuvre du projet assument leurs rôles respectifs ;
- Evaluer et optimiser la rentabilité des grandes infrastructures hydrauliques en Afrique de l'Ouest ;
- Capitaliser et partager les expériences existantes dans le cadre de la CEDEAO ;
- Adopter un cadre régional de référence pour l'évaluation environnementale et sociale des projets transfrontaliers et la mise en œuvre des plans d'accompagnement.

Pour plus d'information : www.dialoguebarrages.net

Des garanties sociales et environnementales dans les grands projets de barrage sont des outils intrinsèquement dynamiques. Une étude récente, réalisée par l'IIED, fournit les recommandations suivantes :

- Les organismes cherchant à mesurer le degré de conformité de projets individuels, devraient adopter le protocole d'évaluation du développement hydroélectrique durable de l'AIH ;
- Prendre en compte les évaluations faites dans différents contextes et zones géographiques, et veiller à ce que leur restitution soit incluse dans les dispositions, les méthodes et les démarches du protocole des experts ;
- Mettre en place des processus pour l'élaboration de normes régionales, ou au niveau d'un bassin, relatives aux impacts sur l'environnement et la société, indépendamment de la source de financement ;
- Examiner l'efficacité du modèle et du processus actuels de la directive "liaison" de l'Union Européenne. Suivre les résultats d'un sous-ensemble de projets financés dans le cadre du programme sur les crédits-carbone de la directive ;
- Clarifier, du point de vue juridique, les engagements précis pris par un gouvernement donateur concernant le "respect de" ou la "référence à" différents types de normes ou de lignes directrices et harmoniser cette interprétation entre les divers départements gouvernementaux concernés ;
- Prendre en considération les petits projets dans le contexte et évaluer efficacement leurs implications environnementales et sociales cumulées.

Encart 10 : Protocole d'évaluation du développement hydroélectrique durable

Le protocole d'évaluation du développement hydroélectrique durable résulte d'une étude approfondie, réalisée entre 2008 et 2010 par le Forum sur l'évaluation du développement hydroélectrique durable. Le Protocole a été lancé en mai 2011 au Congrès mondial de l'Association Internationale de l'Hydroélectricité.
Le protocole d'évaluation du développement hydroélectrique durable est un outil qui favorise et améliore l'utilisation durable de l'hydroélectricité. Le protocole peut être utilisé à n'importe quel stade du développement hydroélectrique et n'importe où dans le monde.
Le tableau ci-dessous montre les sujets abordés lors d'une évaluation, d'un point de vue :

Transversal			
Changement climatique	Droits de l'homme	Genre	Moyens de subsistance
Environnemental			
Régime des débits en aval	L'érosion et la sédimentation	La qualité de l'eau	La biodiversité et les espèces invasives
Social			
Réinstallation/repeuplement	Populations autochtones	Santé publique	Héritage culturel
Technique			
Choix de l'emplacement et conception	Ressource hydrologique	La sécurité des infrastructures	Fiabilité et efficacité des installations
Economique / financier			
Viabilité financière	Viabilité économique	Avantages du projet	Approvisionnement

Pour plus d'information : www.hydrosustainability.org

Les infrastructures naturelles peuvent être intégrées dans le financement et l'investissement des infrastructures grises. Le résultat est un portefeuille mixte d'infrastructures technique et naturelle dans un bassin fluvial où l'une complète l'autre, avec des résultats plus optimaux en termes de coût-efficacité, de risque et de développement durable. Ce type de mélange est le mieux adapté à la réalisation d'objectifs de développement multiples, tels que la production d'énergie hydroélectrique, l'approvisionnement en eau pour l'agriculture, la production piscicole, la conservation de la biodiversité et la résilience au climat. Une infrastructure naturelle peut donc être positionnée efficacement comme une pièce maîtresse de la future économie verte.

L'étude conjointe des infrastructures vertes et grises constitue un nouveau paradigme. Les approches précédentes portaient sur l'étude de l'impact des infrastructures grises (des installations traditionnelles comme les barrages, les transferts d'eau, les centrales hydroélectriques, les périmètres irrigués) sur les infrastructures vertes (écosystèmes aquatiques, zones humides, etc.). Cette nouvelle approche étudie les deux types d'infrastructures ensemble plutôt que séparément. Le sous-bassin concerné est perçu comme un tout dans lequel les activités humaines et l'environnement naturel sont inséparables et doivent fonctionner harmonieusement à long terme.

4.3 Mesures de Rétention Naturelle de l'Eau, objectifs transversaux et résultats

4.3.1 Introduction

Les dernières décennies ont vu une série d'événements de crues et de sécheresses dévastatrices en Europe, en Asie du Sud-Est, en Australie (voir encart ci-après) et dans de nombreuses autres régions du monde. Un grand nombre de projets et d'études sur la protection contre les inondations et l'atténuation des crues ont été réalisés pour y faire face. Ces projets ont clairement montré que les solutions qui consistent à utiliser des infrastructures grises seules, ne pouvaient pas assurer une protection à 100 % et, comme l'indique l'Agence britannique de l'Environnement, "utiliser des processus naturels est de plus en plus accepté", surtout dans "les politiques de gestion des risques d'inondation et d'érosion côtière".

Plusieurs stratégies d'atténuation des crues ont ainsi mis en place un ensemble de mesures de rétention naturelle de l'eau (NWRM, sigle en anglais) avec d'autres approches, y compris des ouvrages d'ingénierie lourde. Il en résulte que les infrastructures vertes et notamment les NWRM, sont reconnues comme étant un moyen d'obtenir un large éventail d'avantages non seulement pour la maîtrise des crues, mais aussi pour la fourniture d'un ensemble de services écosystémiques.

4.3.2 Que sont les NWRM ?

NWRM est un nouveau terme qui recouvre une notion complexe, dont les principaux aspects sont les suivants :

- Tout d'abord, les NWRM sont des "mesures" ou des moyens spécifiques pour s'attaquer à des problèmes identifiés et améliorer la situation dans un bassin hydrographique ;
- En second lieu, la partie centrale de l'expression est le terme "rétention d'eau", qui couvre un large ensemble de mécanismes dont l'effet est d'augmenter le captage de l'eau par les aquifères, les sols et les écosystèmes aquatiques, tributaires de l'eau. Cette rétention comprend également un ensemble de co-bénéfices importants pour les écosystèmes, qui peuvent être encore plus importants que la rétention d'eau elle-même ;
- Enfin l'adjectif "naturel" se réfère à un ensemble particulier de moyens pour atteindre l'objectif de rétention d'eau, qui utilisent ou imitent la nature pour réguler le flux et le transport de l'eau, afin d'atténuer les pics et de modérer les événements extrêmes (les inondations, les sécheresses, la désertification, l'intrusion d'eau salée).

Sur cette base et suite à un débat intense, les experts du Groupe de Travail sur les programmes de mesures de la Stratégie Commune de Mise en Œuvre (CIS) de la DCE, ont élaboré une définition européenne des NWRM.

Encart 11 : Une plate-forme européenne des NWRM

La Commission Européenne a publié le "Plan de sauvegarde des ressources en eau de l'Europe" (Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources) en 2012. L'une de ses propositions d'action est de maximiser l'utilisation de mesures de rétention naturelle de l'eau. En 2013, en réponse à cette proposition, la Commission Européenne a lancé un grand projet de capitalisation et de partage des connaissances sur les mesures de rétention naturelle de l'eau (NWRM). L'objectif était de mettre en place un réseau d'experts et de développer une plate-forme Internet européenne afin de capitaliser et de partager les connaissances sur les NWRM. Son but est d'obliger les acteurs du domaine de l'eau à faire un usage plus systématique de ces mesures dans leurs programmes de mesures. Les NWRM soutiennent les infrastructures vertes et sont donc un instrument essentiel dans l'écologisation (le verdissement) des politiques de l'Union Européenne. En parallèle à cette plate-forme, un groupe de représentants des Etats Membres a élaboré des lignes directrices sur les NWRM et en a établi une définition détaillée : "les mesures de rétention naturelle de l'eau sont des mesures multifonctionnelles, qui visent à protéger les ressources en eau et faire face aux défis liés à l'eau par la restauration ou le maintien des écosystèmes et des caractéristiques naturelles des masses d'eau en utilisant des moyens et des processus naturels. L'objectif principal de l'application des NWRM est d'améliorer la capacité de rétention des aquifères, des sols et des écosystèmes aquatiques ou tributaires de l'eau en vue d'améliorer leur état écologique. Une application appropriée des NWRM facilite les infrastructures vertes, améliore l'état quantitatif des masses d'eau, et réduit la vulnérabilité aux inondations et aux sécheresses. Elle affecte positivement l'état chimique et écologique des masses d'eau en rétablissant le fonctionnement naturel des écosystèmes et les services qu'ils fournissent. Les écosystèmes ainsi restaurés contribuent à la fois à l'adaptation au et à l'atténuation du changement climatique ".
Cette définition détermine clairement les NWRM, leurs cibles appropriées, et les aspects du cycle hydrologique et de l'environnement au sens large qu'elles doivent impacter.

http ://nwrm.eu/

De nombreux projets et organismes appliquent déjà les NWRM dans une certaine mesure, et certains le font déjà depuis des années, voire des siècles. Plusieurs organismes nationaux, établis dans des pays déjà familiarisés à l'utilisation de techniques naturelles pour résoudre les problèmes environnementaux, ont identifié des mesures similaires aux NWRM en terme de fonctionnalité. D'autres terminologies utilisées pour les NWRM, ou des mesures similaires aux NWRM, sont :

- En 2006, la mission de surveillance globale du DTI (Département du Commerce et de l'Industrie) a indiqué que les NWRM relatives aux eaux pluviales urbaines étaient connues comme meilleures pratiques de gestion et / ou de développements à faible impact aux Etats-Unis, et comme des systèmes durables de drainage au Royaume-Uni ;
- L'Agence de l'Environnement de l'Angleterre et du Pays de Galles et l'Université de Newcastle ont mis en œuvre des "mesures d'atténuation du ruissellement" dans les fermes en 2011 ;
- En 2013, l'Agence écossaise pour la Protection de l'Environnement a identifié une série de mesures similaires aux NWRM sous le nom de "gestion naturelle des crues" ;
- En France, l'Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE), en collaboration avec l'ONEMA et le Ministère français de l'Environnement a publié, en décembre 2013, un document intitulé "l'ingénierie écologique appliquée aux milieux aquatiques" ;
- En 2014, Manning-Jones et Southgate ont utilisé le terme de mesures d'intervention riveraine à l'échelle d'un bassin versant ;
- D'autres termes sont utilisés ailleurs, comme "un urbanisme tenant compte de l'eau (Water Sensitive Urban Design)" en Australie et dans une grande partie de l'Extrême-Orient.

4.3.3 Application des NWRM

Comme indiqué ci-dessus, le concept des NWRM englobe une réalité complexe, s'étendant au-delà des inondations, des sécheresses et de la fonction de rétention d'eau.

Globalement, les NWRM sont mises en œuvre pour restaurer les écosystèmes aquatiques. Elles comprennent donc un large éventail de mesures, dont beaucoup d'entre elles ont déjà été

utilisées dans le passé, mais non traitées avec une approche multifonctionnelle. Par exemple, les mesures agricoles ont été développées pour améliorer le rendement des terres ou la gestion de l'eau comme facteur clé de production ; les mesures urbaines visaient à gérer les eaux de ruissellement pour éviter les inondations dans les zones basses de la ville et d'autres perturbations urbaines. Les NWRM sont des mesures spatiales étroitement liées à l'utilisation des sols. L'application correcte des NWRM implique de prendre en compte plusieurs principes clés :

- Limiter la transformation des sols à forte rétention d'eau (forêts, prairies, zones humides, etc.) en terres à faible rétention d'eau (terres cultivées, etc.) car les différentes utilisations des sols ont des capacités différentes de rétention d'eau ;
- Eviter de limiter le fonctionnement hydraulique naturel des cours d'eau (constructions, barrières, etc.) ;
- Gérer les terres de manière à maintenir la diversité du paysage, l'utilisation maximale des matières organiques pour fertiliser les sols et la couverture végétale, et minimiser l'imperméabilisation des sols, en particulier dans les zones urbaines ;
- Promouvoir le développement d'un vaste ensemble de techniques pour retenir l'eau dans le paysage, telles que des revêtements perméables, des systèmes de drainage durables, etc., qui diminuent les interventions en cas de fortes précipitations et offrent de nombreux avantages.

En s'appuyant sur ces principes, des NWRM possibles ont pu être identifiées pour quatre utilisations principales des sols : l'agriculture, les forêts, les zones urbaines et les milieux aquatiques. La plupart des mesures peuvent s'appliquer à plusieurs espaces d'utilisation des sols, mais adoptent principalement des techniques connues dans l'utilisation des sols pour laquelle elles ont été identifiées.

Encart 12 : Ensemble de Mesures de Rétention Naturelle de l'Eau

Zone agricole		Zone urbaine		Milieu aquatique		Zone forestière	
A1	Prairies et pâturages	**U1**	Toits végétalisés	**N1**	Bassins et étangs	**E1**	Zones tampons à l'orée des forêts
A2	Bandes tampons et haies	**U2**	Collecte des eaux pluviales	**N2**	Gestion et restauration des zones humides	**E2**	Entretien du couvert forestier dans les zones de protection des sources
A3	Assolement	**U3**	Collecte des eaux pluviales	**N3**	Gestion et restauration des zones inondables	**E3**	Boisement des zones de captage des réservoirs
A4	Culture en bandes le long des contours	**U4**	Baissières	**N4**	Rétablissement des méandres / reméandrage	**E4**	Plantation ciblée pour "recueillir" la pluie
A5	Culture intercalaire	**U5**	Canaux et rigoles	**N5**	Renaturation du lit des cours d'eau	**E5**	Modification de l'utilisation des sols
A6	Agriculture sans labour	**U6**	Bandes-filtres	**N6**	Restauration et reconnexion des cours d'eau saisonniers	**E6**	Couverture forestière continue
A7	Agriculture avec peu de labour	**U7**	Puisards	**N7**	Reconnexion des bras morts et des éléments similaires	**E7**	Conduite tenant compte de l'eau
A8	Couverture végétale	**U8**	Tranchées d'infiltration	**N8**	Renaturation des matériaux dans le lit d'un cours d'eau	**E8**	Conception appropriée des routes et des franchissements de cours d'eau
A9	Semis précoces	**U9**	Jardin pluvial	**N9**	Elimination des barrages et autres barrières longitudinales	**E9**	Bassins de piégeage des sédiments
A10	Semis précoces	**U10**	Bassins de retenue	**N10**	Stabilisation naturelle des rives	**E10**	Débris ligneux grossiers
A11	Contrôle du trafic sur les parcelles	**U11**	Bassins de rétention	**N11**	Elimination de la protection des berges	**E11**	Parcs forestiers urbains
A12	Densité de plantation réduite	**U12**	Bassins d'infiltration	**N12**	Restauration des lacs	**E12**	Arbres en zones urbaines
A13	Paillage			**N13**	Restauration de l'infiltration naturelle vers les nappes	**E13**	Dispositifs de contrôle du débit de pointe
				N14	Renaturation des zones de polders	**E14**	Zones de ruissellement de surface

Source : www.nwrm.eu

On dit que les NWRM prennent des formes passives ou actives. Les techniques passives (par exemple les flux d'impulsions, les modifications de l'utilisation des sols dans les bassins versants, la création de bandes tampons, etc.) reposent sur des processus de récupération naturelle, "permettent à la rivière de faire le travail" (Regulated Rivers : Research & Management ; 1996), et par conséquent leurs effets prennent du temps. Les techniques actives sont utilisées lorsque les temps de récupération sont incompatibles avec les objectifs d'une gestion ou d'une politique environnementale. Souvent, les mesures actives de restauration tentent d'imiter la forme de structures/fonctions naturelles analogues, basées sur les connaissances locales.

Exemple 15 : Le projet des zones inondables de la Clarence (Australie)

Le "projet des zones inondables de la Clarence" a été initié en 1997 dans le but d'améliorer la gestion environnementale des infrastructures d'écrêtement des crues du Conseil de la Vallée de la Clarence et aborder certains impacts passés de l'écrêtement des crues sur les écosystèmes des zones inondables.

Depuis plus d'un siècle, des travaux d'écrêtement des crues sont réalisés sur la rivière Clarence, en particulier dans les années 1960 et 1970. De nombreux grands systèmes de drainage, des centaines de vannes de décharge et d'autres infrastructures grises ont été construits au fil des années. Leur but est de protéger les zones urbaines et rurales contre les inondations. Un meilleur drainage a également augmenté la productivité agricole dans la zone inondable.

L'écrêtement des crues a eu des impacts négatifs sur les zones inondables côtières. La combinaison du drainage et du blocage des systèmes naturels de criques a souvent conduit à une mauvaise qualité de l'eau, à la mort des poissons, et a réduit les habitats pour les poissons et les autres espèces aquatiques. Dans certaines zones, un drainage trop important a engendré des problèmes d'acidité des cours d'eau, et la perte ou l'assèchement de certaines zones humides naturelles.

Une équipe du Conseil de la Vallée de la Clarence travaille sur le projet depuis 13 ans.

Durant cette période, plus de 80 projets individuels de restauration de l'environnement ont été réalisés pour rétablir la santé de l'estuaire, y compris la réhabilitation de 73 cours d'eau de zone inondable et 24 zones humides.

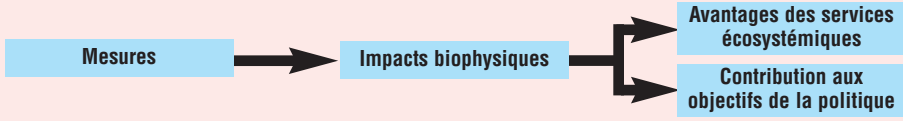
Les résultats positifs du projet sur l'environnement comprennent : l'amélioration de la qualité de l'eau, due à un meilleur échange des eaux lors des marées, les espèces aquatiques accédant plus facilement aux habitats et aux zones de reproduction, moins de poissons morts, la réduction des rejets d'acide provenant de sols acides à sulfates, la ré-inondation des zones humides asséchées, l'amélioration des habitats des oiseaux aquatiques, l'augmentation de la productivité des pâturages et une meilleure ripisylve. Le projet a apporté un avantage économique aux industries de la pêche, du tourisme et à l'élevage de bovins. Les avantages sociaux sont une réduction des conflits communautaires et une participation accrue d'un large échantillon de la communauté dans la gestion des ressources en sol.

More information : http ://www.clarence.nsw.gov.au/cp_themes/metro/page.asp?p=DOC-LLW-02-05-64

Etant donné la large gamme des NWRM possibles, les critères de sélection doivent être identifiés par rapport aux problèmes locaux. Les NWRM sont multifonctionnelles par définition, et l'identification des impacts biophysiques est un bon point de départ car ces impacts représentent des critères de sélection importants en raison des conséquences positives sur l'environnement biophysique. Cet impact positif sur la structure et les fonctions de l'environnement résulte de mesures bien conçues et correctement mises en œuvre (c'est-à-dire qui modifient les bilans hydriques afin d'améliorer le travail de la nature).

La preuve de l'existence des impacts biophysiques est cruciale pour obtenir les avantages et réaliser les objectifs de la politique, comme l'illustre la figure suivante, et est donc un critère de sélection essentiel.

Figure 4 : Impacts biophysiques



Pour les NWRM, les impacts biophysiques sont de deux types :

- Les mécanismes, par lesquels les mesures permettent de retenir l'eau (le ralentissement, le stockage ou la réduction du ruissellement) ;
- Les impacts biophysiques, qui résultent de la rétention de l'eau (la réduction de la pollution, la création d'habitats, la conservation des sols ou l'altération du climat).

La législation de l'UE requiert notamment une approche intégrée. Les NWRM ont des fonctions multiples et doivent être utilisées dans le cadre d'une approche systémique de la gestion du ruissellement, de la réduction des risques d'inondations et de l'augmentation de l'absorption d'eau. Elles doivent être planifiées et ciblées dans le cadre de la future gestion des bassins versants. Les NWRM présentent des avantages clés et peuvent être des solutions pour favoriser et se combiner avec d'autres mesures parmi un large éventail de mesures possibles.

Exemple 16 : Gestion intégrée des écosystèmes dans le Haut bassin du fleuve Yangtsé (Chine)

Description

Le fleuve Yangtsé est le plus grand fleuve de Chine, avec une longueur totale de 6300 km et un bassin versant de 1,8 millions de km². Plus de 400 millions de personnes vivent dans ce bassin. Le fleuve a des impacts importants sur l'environnement de la Mer de Chine Orientale. Le gouvernement chinois a engagé des dépenses importantes en raison des inondations et de la dégradation écologique dans le Bassin du Yangtsé. Des Zones de Conservation des Fonctions des Ecosystèmes (EFCA) ont été créées pour augmenter la capacité de rétention d'eau, réduire les débits solides, et également favoriser la biodiversité, le piégeage du carbone et la gestion durable des terres.

Action engagée

Des efforts ont été faits pour créer deux sites de démonstration, afin d'augmenter la capacité de rétention d'eau et de réduire les débits solides, de coordonner les programmes du secteur, de protéger la biodiversité, et d'accroître les gains "carbone" d'une manière intégrée. Un système EFCA, avec de nombreux avantages environnementaux, a été mis en place dans le Haut Bassin du Yangtsé. Dans chaque province ayant un site de démonstration, un comité, composé de représentants des principaux acteurs et présidé par le gouvernement provincial, coordonne toutes les activités du projet. En s'appuyant sur les résultats des activités de démonstration, le gouvernement chinois doit reproduire ces résultats dans tout le Haut Bassin du Yangtsé. Un système de surveillance et d'alerte précoce a été mis en place sur les deux sites : Baoxing, dans le Sichuan, et Laojunshan au Yunnan.

Retours d'expérience

Des conditions naturelles et politiques positives ont permis d'accélérer la mise en œuvre du projet. Pour permettre une gestion intégrée du Bassin du Yangtsé et préserver la biodiversité, le Ministère chinois de la Protection de l'Environnement doit incorporer la gestion intégrée des écosystèmes dans la mise en œuvre des Stratégies Nationales sur la Biodiversité et les Plans d'Action (NBSAP).

Le projet est une priorité absolue pour le gouvernement chinois. La conservation de la nature dans le Haut Bassin du Yangtsé n'a jamais reçu autant d'attention et de soutien comme c'est le cas aujourd'hui, avec un investissement prévu de 9,29 milliards de dollars US au cours des cinq prochaines années. Ces ressources, ciblant les mesures de réhabilitation et de restauration, seront attribuées par secteur et coordonnées par les ministères compétents.

Pour plus d'information :

http ://www.gwp.org/en/ToolBox/CASE-STUDIES/Asia/China-Integrated-ecosystem-management-in-Upper-Yangtze-River-Basin-406/

Comparées à des mesures structurelles standards, les NWRM ont tendance à utiliser moins d'ingénierie et se reposer davantage sur les fonctions et les services des écosystèmes, plutôt que sur un système purement artificiel (un toit végétalisé au lieu d'un toit de tuiles). Bien que les NWRM n'excluent pas les constructions physiques (les NWRM urbaines par exemple), elles ont tendance à les limiter au strict minimum pour permettre le développement d'un écosystème et des services écosystémiques associés.

Un programme de mesures sur un bassin hydrographique devrait viser à passer du gris au vert. En d'autres termes, il doit appliquer un principe de non-détérioration et cibler l'amélioration des fonctions naturelles de l'écosystème, perdu par la mise en œuvre

d'infrastructures grises (par exemple, avant l'expansion d'une ville, le sol était moins étanche et l'eau pouvait s'infiltrer ou être stockée pour l'arrosage des plantes et ainsi moins contribuer aux inondations ; le programme devrait donc viser à augmenter la perméabilité du sol et l'utilisation de l'eau pour les plantes dans la zone urbaine, ou dans les environs, de manière à réduire le bilan hydrique et les forts débits ou les pics de ruissellement dans le bassin).

La restauration d'un milieu non perturbé, ou le rétablissement des fonctions clés d'un tel milieu non perturbé, permet une meilleure résilience aux changements tels que le changement climatique, aux incidents, etc. Cela peut se faire en mettant en œuvre des mesures structurelles ou non structurelles.

Exemple 17 : Toits végétalisés à Vienne

Description du projet

Le manque de terres utilisables dans les grandes villes comme Vienne et l'imperméabilisation des sols ont contraint les autorités et les citoyens à trouver de nouvelles solutions. Dès 2003, la ville de Vienne a soutenu financièrement la création de toits végétalisés avec un budget de 8-25 € par m² et une subvention maximale de 2200 € En 2010, 16000 m² de toits avaient été transformés pour un investissement de 150000 €

Choix des NWRM

L'imperméabilisation des sols a pour effet d'augmenter la quantité d'eau de pluie à traiter. Cette eau doit être traitée dans les stations d'épuration et les systèmes de canalisations doivent être adaptés. Les inondations causées par de violents orages peuvent atteindre un niveau critique. Les toits végétalisés absorbent jusqu'à 50 % de l'eau de pluie et retiennent les flux de pointe pendant un certain temps, ce qui signifie qu'ils contribuent à réduire les risques d'inondations et à l'amélioration des normes de traitement des eaux usées dans les stations d'épuration.

Leçons tirées

Les toits végétalisés offrent des avantages importants, tels que la régulation du climat, la rétention d'eau et des "ilots d'habitats" pour les plantes et les animaux. Le public devrait être largement informé de ces avantages. Les toits végétalisés ne sont que légèrement plus onéreux que les toits plats traditionnels. Ces coûts sont souvent compensés par la durée de vie plus longue de la toiture et les économies d'énergie.

Pour plus d'information : www.nwrm.eu/case-study/green-roofs-vienna-austria

Encart 13 : Les mesures structurelles et non structurelles

Mesure structurelle : "Toute construction physique visant à réduire ou éviter les impacts possibles de risques, ou l'application de techniques d'ingénierie pour obtenir une résistance et une résilience aux risques dans des infrastructures ou des systèmes". Les mesures structurelles communément utilisées pour réduire les risques de catastrophes comprennent : les barrages, les digues de protection contre les inondations, les barrières contre les vagues océaniques, les constructions parasismiques et les abris d'évacuation. Toutefois, celles-ci appartiennent toutes aux mesures d'infrastructure grise. Des mesures structurelles d'infrastructure verte pourraient inclure celles qui recréent les conditions d'origine (par exemple le reméandrage, qui est le fait de recréer des méandres qui existaient autrefois), ou qui copient les fonctions clés de cette situation d'origine (par exemple la création d'une zone humide, pas nécessairement là où elle était mais ailleurs dans le bassin, pour remplacer une zone humide qui existait auparavant).

Mesure non-structurelle : "Toute mesure n'impliquant pas de construction physique, qui utilise la connaissance, la pratique ou un accord pour réduire les risques et les impacts, en particulier à travers des politiques et des lois, la sensibilisation du public, la formation et l'éducation". Les mesures non structurelles courantes comprennent les codes de construction, les lois d'aménagement du territoire et leurs décrets d'application, la recherche et l'évaluation, les informations et les programmes de sensibilisation du public. En d'autres termes, les mesures qui favorisent les changements de pratique en faveur de l'amélioration des fonctions clés assurées auparavant par les conditions d'origine mentionnées précédemment.

UN/ISDR - UN Office for DRR, 2009

Certaines NWRM sont tout simplement des mesures structurelles (le reméandrage ou la stabilisation naturelle des rives par exemple), tandis que d'autres peuvent être non-structurelles (par exemple, celle concernant les prairies et les pâturages consiste à allouer des fonds aux agriculteurs qui préservent leurs champs), et d'autres combinent les deux types. Les NWRM sont une façon de fusionner ces deux approches différentes.

Encart 14 : Projets de jumelages européens sur la Directive Inondation

L'OIEau soutient la Direction Générale de la Gestion de l'Eau du Ministère turc des Forêts et des Affaires Hydrauliques et le Ministère de l'Eau croate dans la mise en œuvre de deux projets récents de jumelages européens, relatifs au renforcement des capacités pour la mise en œuvre de la Directive Inondation.

L'expérience a montré l'importance d'**une préparation participative dans l'élaboration d'un plan de gestion des risques d'inondations.** Ce processus de planification thématique **a créé les conditions favorables à l'élargissement des mesures de gestion des risques d'inondations** à des projets d'infrastructures non-structurelles et vertes, avec des effets positifs à la fois sur la réduction des risques d'inondations et sur les écosystèmes.

L'objectif de la Directive Inondation de l'UE est d'atténuer les conséquences négatives des inondations en définissant un cadre pour l'évaluation et la gestion des risques d'inondations. Les exigences de la Directive Inondation sont :

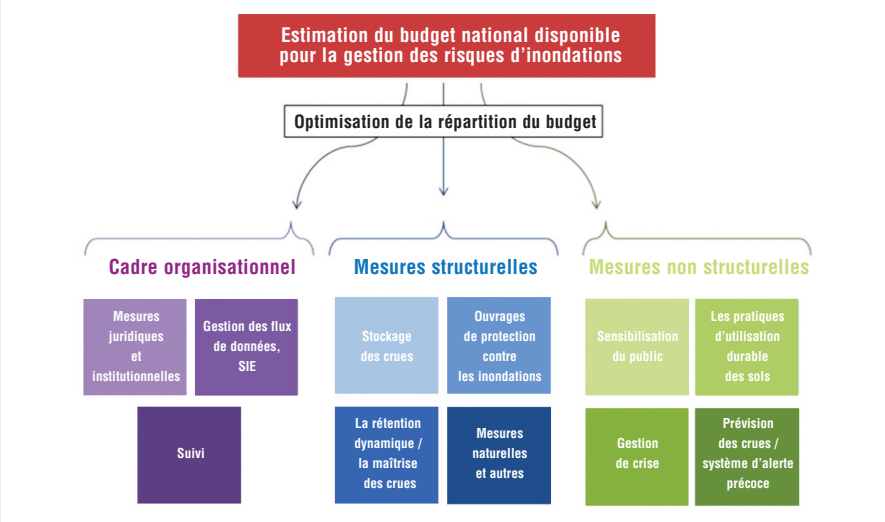
- d'effectuer une évaluation préliminaire des risques d'inondations (évaluation des inondations passées importantes et des inondations potentielles futures) et déterminer les territoires à risque d'inondation important ;
- de réaliser des cartographies des risques d'inondations : cartographier les zones inondables, la profondeur et, le cas échéant, la vitesse d'écoulement, et les biens (les sites du patrimoine culturel, les activités économiques, l'environnement, etc.) et les populations à risque dans ces territoires ;
- d'élaborer des Plans de Gestion des Risques d'Inondations (y compris les objectifs de réduire le risque d'inondation et les mesures pour atteindre ces objectifs).

La Directive Inondation favorise également l'accès du public à ces informations et la participation active des acteurs dans le processus de planification.

Les projets de jumelage comprennent un soutien à l'élaboration d'un plan de gestion des risques d'inondations dans des bassins pilotes, mais aussi le renforcement des capacités et des conseils portant sur :

- les priorités, à l'échelle nationale ou d'un grand bassin, la zone à cartographier, y compris les techniques de modélisation à grande échelle ;
- le développement de la cartographie des aléas et risques d'inondations, essentielle pour la définition d'un projet futur, y compris une exploration des différentes mesures possibles ;
- la réalisation d'une analyse économique pour évaluer les meilleures options, y compris les coûts et les avantages à long terme ;
- la définition d'une stratégie de participation des acteurs afin de faciliter la prise de décision.

Figure 5 : La portée économique du programme de mesures dans un plan de gestion des risques d'inondations



Ces projets ont permis de transmettre les savoir-faire et de développer des synergies entre les plans de gestion des bassins hydrographiques en cours de préparation. Ils ont abouti à une vision plus globale de la Directive-Cadre sur l'Eau et à des plans thématiques, en particulier des plans de gestion des risques d'inondations, qui ouvrent les solutions à des mesures à usages multiples en intégrant les objectifs des deux plans.

5 Gouvernance et réglementation

POINTS CLÉS :

- La crise actuelle de l'eau, qui affecte les services écosystémiques, est principalement une crise de gouvernance.
- La participation des peuples autochtones et des communautés locales peut amener à intégrer leurs systèmes de droit coutumier dans les cadres juridiques statutaires.
- La combinaison de la conservation des services des écosystèmes aquatiques avec la GIRE est une stratégie très efficace pour assurer la sécurité de l'eau et la lutte contre le changement climatique.
- Une meilleure gouvernance des écosystèmes aquatiques implique des réformes, qui vont au-delà du secteur de l'eau.

5.1 Exemple de la législation et des politiques européennes en tant qu'éléments moteurs de la protection et de la restauration des écosystèmes

La restauration des écosystèmes est un processus de gestion complexe nécessitant des interventions multiples et inter-disciplinaires. D'un point de vue administratif et juridique, la restauration des écosystèmes est généralement incluse dans les programmes environnementaux avec d'autres politiques et activités ayant trait à la conservation / protection de la nature. Peu à peu, la restauration des écosystèmes a été incluse dans les politiques et la gestion des ressources naturelles (l'eau par exemple), l'adaptation au changement climatique et la prévention des catastrophes naturelles et d'origine humaine.

Pour bien comprendre le rôle des Directives et des politiques de l'Union Européenne (UE) qui ont été lancées au début des années 1970 pour mener des interventions sur l'environnement dans les Etats Membres de l'UE, il est important de souligner certaines de leurs caractéristiques spécifiques, qui sont uniques dans le droit international. Tout d'abord, et peut-être est-ce là le plus important, la législation européenne est obligatoire et les Etats Membres qui ne l'appliquent pas peuvent être sanctionnés et encourir des pénalités considérables. Les Directives de l'UE sont aussi largement utilisées comme "lignes directrices" ou "schémas directeurs" dans un certain nombre de pays candidats à l'adhésion, ou dans des pays voisins de l'Union Européenne ; il est également intéressant de noter que la législation nouvellement introduite est souvent accompagnée d'actions de démonstration et d'incitations économiques / mécanismes de soutien.

En outre, la législation européenne est rédigée en suivant un processus de consultation très large impliquant la société civile. La société civile peut également surveiller la non-application de cette loi et a le droit de déposer des plaintes à tous les niveaux, y compris faire appel à la Commission et au Médiateur concernant une mise en application insuffisante ou inadéquate. Enfin, une caractéristique cruciale est la continuité des politiques et la coordination au sein de l'UE, ainsi qu'avec les initiatives mondiales et régionales sur des sujets pertinents. Cette approche concertée est un élément moteur constant, malgré ses faiblesses qui conduisent parfois à une baisse d'intensité.

En conclusion, il est possible de dire que la plupart (sinon toutes) des mesures de restauration et de protection des écosystèmes utilisées dans les Etats Membres de l'UE (et certainement dans ceux moins sensibilisés au problème de l'environnement et ayant peu de traditions écologiques), sont liées à la législation et aux politiques de l'UE qui intègrent aussi, dans une large mesure, la législation internationale sur l'environnement.

Dès les années 1970, la communauté internationale a commencé à réaliser la valeur des écosystèmes et de la biodiversité et a initié des mesures qui, directement ou indirectement,

ont conduit à la conservation des espaces naturels et semi-naturels et de la biodiversité. En conséquence, plusieurs traités internationaux sur l'environnement ont été conclus et ratifiés, y compris la Convention de 1971 relative aux zones humides d'importance internationale (Convention de Ramsar), la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction de 1973 (connue sous le nom de CITES), la Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage de 1979 (dite Convention de Bonn) et la Convention sur la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de 1979 (Convention de Berne).

En 1987, la Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement des Nations Unies (CMED) a publié son rapport "Notre avenir à tous", (rapport Brundtland) qui, en introduisant le concept de "développement durable", vise à concilier développement économique et préservation de l'environnement / des écosystèmes. Ce rapport a fortement influencé le Sommet de la Terre de Rio de Janeiro (1992), et a ouvert la voie à un nouveau niveau de sensibilisation à l'environnement et de législation, notamment sur la protection des écosystèmes du monde entier. Un des principaux résultats de Rio a été l'adoption de "l'Agenda 21" et de la "Déclaration de Rio". En outre, d'importants accords juridiquement contraignants ont été ouverts à la signature, y compris la Convention sur la diversité biologique, la Convention-cadre sur les changements climatiques et la Convention des Nations Unies pour la lutte contre la désertification. En ce qui concerne la biodiversité, le Sommet de Rio a sensibilisé le monde entier à la nécessité de préserver la biodiversité et à l'importance politique de la notion de biodiversité.

En réponse à ce qui précède, les politiques et la législation de l'UE sur la conservation de la nature et la protection / restauration des écosystèmes comprennent : l'article 130 du Traité sur l'Union Européenne (Maastricht 1992), qui appelle à l'utilisation prudente et rationnelle des ressources naturelles ; la Directive de 1979 sur la conservation des oiseaux sauvages (Directive 79/409/CEE), codifiée et amendée par la directive 2009/147/CE (Directive Oiseaux) ; la Directive de 1992 sur la conservation des habitats naturels, de la faune et de la flore sauvages (Directive 92/43/CEE / Directive Habitats) et la Stratégie Européenne pour la Biodiversité de 1998.

Encart 15 : Projets en Europe

Les Directives de l'UE ont été des catalyseurs pour la mise en œuvre d'un grand nombre de projets, dont beaucoup couvrent également d'autres objectifs de la politique de l'UE. Par exemple, le projet de récupération du butor étoilé (stellaris Botaurus) au Royaume-Uni, dirigé par la RSPB et "English Nature", vise à créer et à réhabiliter les roselières (Phragmites australis) afin d'augmenter la population mâle de 16 individus en 1994 à 100 en 2020.
Au Royaume-Uni, la forte perte d'habitats de roselières, causée par le drainage agricole (10 % -40 % de 1945 à 1990 : Bibby et al, 1989), a conduit à des efforts intensifs de création de roselières au cours des 20 dernières années.

Exemple 18 : Prorammes de restauration de la Doñana

Les programmes de restauration de la Doñana ont été rendus possibles, en grande partie, par la législation et le soutien de l'UE. La Doñana, située au sud de l'Espagne, est l'une des plus grandes et célèbres zones humides d'Europe. Un tourisme intensif et des aménagements agricoles, réalisés au cours des 40 dernières années, ont abouti à l'assèchement de ces écosystèmes d'importance internationale par le drainage, la construction de canaux, de digues, de drains artificiels et la surexploitation des nappes. En 1998, la mine de Los Frailes, près d'Aznalcollar, a rejeté des produits toxiques provoquant une catastrophe. L'éclatement d'un bassin de décantation de résidus sur le site de la mine a engendré 5 millions de m^3 de boues toxiques et un rejet d'eaux usées dans la rivière Guadiamar et sur les terres agricoles situées en zone inondable, y compris les zones à l'intérieur du Parc National de la Doñana. Deux grands projets visent à réhabiliter la région de la rivière Guadiamar et les zones inondables directement affectées par la catastrophe minière et restaurer un éco-corridor, allant du haut bassin versant de la rivière et traversant la Doñana jusqu'à la côte, et les écoulements d'eau vers les marais du Parc National.

Encart 16 : Natura 2000 et les projets sur la biodiversité

Les Directives européennes sur les Habitats et les Oiseaux exigent que des "mesures compensatoires" soient prises lorsqu'un site Natura 2000 (désigné dans la directive) est endommagé pour des raisons d'intérêt public majeur. Ce fut le cas au Pays de Galles du Sud, où une importante zone humide d'eau douce a été réhabilitée pour compenser la destruction, causée par la construction d'un barrage de marée (Madgwick et Jones, 2002), d'une partie du site Natura 2000 situé dans l'estuaire de la Severn. Les objectifs de biodiversité de Natura 2000 sont au cœur de nombreux projets en Europe, tels que la restauration à grande échelle de zones humides (gestion des lits, des Carrs et des prairies humides) dans les Norfolk Broads (Royaume-Uni), et le très grand et ambitieux projet de restauration du Lac Homborga, Suède, englobant de vastes étendues de zones humides et la région voisinant le lac, le Hornborgasjon (4 124 ha). Le projet suédois a réussi à restaurer le lac et de vastes zones de prairies inondées secondaires, les augmentant de 50 ha à environ 600 ha et, au Royaume-Uni, le projet a prolongé une longue tradition de techniques de restauration des lacs. Certains projets de restauration à grande échelle se sont inspirés des objectifs de biodiversité, tout en respectant bien évidemment plusieurs autres objectifs. En Finlande, le programme de restauration des lacs mis en œuvre a concerné plus de 1000 lacs et a comporté de nombreuses techniques innovantes.

Exemple 19 : Les projets de landes en plaine au Royaume-Uni

Au Royaume-Uni, l'étendue des landes en plaine a diminué de 80 % depuis 1800. Le projet "Les landes, patrimoine de demain", d'une durée de dix ans et avec un coût de 41 millions d'euros, est mis en place pour inverser le déclin des landes en plaine au Royaume-Uni, et mettre en œuvre le Plan National d'Action sur la Biodiversité sur une superficie de 58000 ha. Une importante opération de restauration a été réalisée sur d'anciennes terres arables. La Société Royale pour la protection des oiseaux a restauré 152 ha de landes en terres agricoles dans sa réserve naturelle de Minsmere dans l'est de l'Angleterre. Une grande partie de l'ancienne base de missiles de croisière de Greenham Common, au sud de l'Angleterre, désarmée à la fin de la guerre froide, est également en cours de reconversion en lande de plaine.

Il faut noter que la politique européenne de conservation de la nature a porté principalement sur les écosystèmes terrestres jusqu'à la fin des années 1990. En 2000, une politique a été définie pour les milieux aquatiques, et la Directive-Cadre sur l'Eau (2000/60/UE) mentionne la restauration des zones humides. Enfin en 2008, la Directive 2008/56/UE a introduit un cadre d'action relatif à la politique sur les milieux marins (appelée Directive-Cadre Stratégie pour le Milieu Marin).

Exemple 20 : Le projet de restauration de la rivière Skjern

Le projet de restauration de la rivière Skjern (Danemark) donne un aperçu (quantitatif) sur l'efficacité de la rétention et de l'élimination des nutriments par les zones humides restaurées. La démarche intègre les changements effectués dans l'utilisation des sols dans un programme de mesures pour atteindre les objectifs écologiques de la DCE pour les masses d'eau. Il montre que la restauration des zones humides en zone inondable a des avantages évidents en termes d'amélioration de la qualité de l'eau et des éléments de qualité écologique (les poissons par exemple) ; en outre, il a démontré que les objectifs de la DCE peuvent être intégrés dans les fonctions socio-économiques et de protection contre les inondations.

Lors du sommet européen de Göteborg en juin 2001 en Suède, les Chefs d'Etat et de Gouvernement décidaient que "le déclin de la biodiversité devait être stopé et cet objectif atteint à l'horizon 2010". Un an plus tard, en 2002, la sixième Conférence des Parties (COP) de la Convention sur la diversité biologique a instauré la biodiversité comme objectif pour 2010, objectif que l'Assemblée Générale des Nations Unies a approuvé ensuite lors du Sommet Mondial de 2005, en soulignant l'importance politique attachée aux problèmes de biodiversité.

Un outil important pour la promotion des politiques et législations européennes pertinentes a été et est toujours l'instrument financier LIFE-Nature de l'UE, qui a été un catalyseur important et une source de financement pour un grand nombre de projets pilotes / expérimentaux et de projets plus traditionnels sur la restauration et la réhabilitation de la nature comportant des habitats prioritaires européens, notamment les sites Natura 2000.

En 2010, la Commission Européenne a évalué la mise en œuvre du Plan d'Action de l'UE pour la biodiversité et fait son rapport au Conseil et au Parlement européens. Le rapport a conclu que, malgré les progrès importants réalisés, l'objectif d'enrayer la perte de biodiversité dans l'UE d'ici fin 2010 n'a pas été atteint, ni d'ailleurs l'objectif global. L'état des services écosystémiques en Europe a été jugé comme étant mitigé ou dégradé, alors que la situation mondiale est encore plus alarmante, d'autant plus que la pression sur la biodiversité continue à s'intensifier. Ces pressions comprennent les changements dans l'utilisation des sols, la pollution, la prolifération d'espèces exotiques envahissantes et les changements climatiques. Les résultats de l'évaluation de 2010 sont destinés à fournir des informations précieuses pour réussir à atteindre cet objectif à l'horizon 2020 au niveau européen et au niveau mondial.

En mai 2011, la Commission Européenne a adopté une nouvelle stratégie établissant le cadre d'action de l'UE pour atteindre, en 2020, l'objectif majeur de la biodiversité fixé par les dirigeants européens en mars 2010. Grâce à cette stratégie, l'UE a adopté une vision à l'horizon 2050, communément appelée la "Vision de l'UE pour 2050", et un objectif plus immédiat pour 2020. Cette vision préconise qu'en 2050, la biodiversité de l'Union Européenne et les services écosystémiques qu'elle fournit - son capital naturel - auront été protégés, valorisés et convenablement restaurés pour rétablir la valeur intrinsèque de la biodiversité essentielle pour le bien-être des population et la prospérité économique, évitant ainsi les changements catastrophiques causés par la perte de biodiversité.

L'objectif de l'UE pour 2020 est d'intensifier sa contribution pour prévenir la perte de biodiversité au niveau mondial, tout en arrêtant celle-ci et la dégradation des services écosystémiques dans tous les Etats Membres de l'UE d'ici 2020, en les rétablissant autant que possible en liaison avec le développement (rural).

Exemple 21 : Restauration du Delta du Danube

Les projets retenus sur la base d'une combinaison restauration des écosystèmes / intégration avec le développement rural, comme suggéré par la Stratégie de la biodiversité à l'horizon 2020, ont déjà été réalisés dans diverses régions européennes. L'un des projets les plus réussis a été la restauration du Delta du Danube (Roumanie / Ukraine). La destruction stratégique des digues entourant les ilots de polder sur la Babina (2200 ha) et la Cernica (1580 ha) a résulté, après seulement cinq ans, en un remplacement presque total de la végétation terrestre par des roselières et de la végétation aquatique, y compris par exemple les espèces Nymphoides peltata et Potamogeton. La diversité des oiseaux sur l'île de Babina a augmenté de 34 à 72 espèces et des invertébrés caractéristiques sont réapparus, moins de deux ans après le repeuplement des joncs et des habitats aquatiques. Quinze pêcheurs peuvent désormais gagner leur vie grâce à la restauration des polders.

Comme mentionné ci-dessus, la protection et la restauration des écosystèmes dans les politiques et la législation de l'UE sont également liées au changement climatique et à une série d'autres sujets issus des développements, des réflexions et des témoignages au niveau mondial. Une longue série de conférences internationales sur le changement climatique ont suivi Rio'92. Depuis la tenue de ces réunions, les négociations sur la manière de faire face au changement climatique ont progressé et plusieurs accords ont été conclus, y compris un deuxième engagement du Protocole de Kyoto allant jusqu'en 2017. Des références ont également été faites à des options d'adaptation, incluant la restauration des écosystèmes.

La politique de l'UE sur l'adaptation au changement climatique a été officiellement lancée en 2007, date de publication du Livre vert sur l'adaptation au changement climatique. Dans cette politique, la Commission identifie quatre piliers d'action : une action précoce de l'UE, à condition d'avoir acquis les connaissances suffisantes ; l'intégration de l'adaptation dans les

relations extérieures de l'UE ; l'amélioration des connaissances là où il ya des lacunes ; l'implication de toutes les parties prenantes dans l'élaboration de stratégies d'adaptation.

Conformément aux conventions internationales et à la législation communautaire pertinente susmentionnée, de nombreux Etats Membres de l'UE ont engagé des activités directement liées à la restauration des écosystèmes, dont beaucoup sont soutenues par un financement LIFE.

Exemple 22 : Mesures de restauration des zones inondables

Aux Pays-Bas, des mesures de restauration à grande échelle des zones inondables sont en cours pour faire face à l'augmentation attendue du volume des crues du Rhin, de la Meuse et de l'Escaut. Le "Comité de Gestion de l'Eau au 21ème siècle" affirme que la sécurité peut seulement être garantie si l'on donne plus d'espace aux rivières. La décision politique de créer 7.000 ha de "nouvelle nature" le long du Rhin et de la Meuse remonte à 1993. Le plan Delta pour les principaux fleuves doit être mis en œuvre en 2015 à un coût d'environ 1,05 milliards d'euros. Cela se traduira par 3000-4000 ha de zones inondables restaurées, environ la moitié de l'objectif initial.

Le besoin croissant de protection contre les crues sur le littoral donne aussi l'opportunité de restaurer les marais côtiers, précédemment gagnés sur la mer. Ceci ce justifie en partie si l'on tient compte des pertes estimées en habitats interstitiels pour des raisons de conservation. Toutefois, l'argument économique est également fort, car les ingénieurs côtiers reconnaissent maintenant que la présence de marais salants sur la mer au-delà des digues réduit considérablement le coût de construction et de maintien de ces digues.

De nouvelles opportunités de restauration des écosystèmes ont émergé à travers le Sous Programme d'Action pour le Climat, les Projets Intégrés, et les Projets cadres d'action prioritaires, qui ont amélioré la connectivité des habitats et l'hétérogénéité des écosystèmes, en les combinant avec les mesures d'adaptation aux changements climatiques.

Un autre aspect intéressant de la législation européenne émane des interventions de l'UE en tant que partie contractante aux conventions régionales, telles que la Convention pour la Protection de la Mer Méditerranée contre la Pollution (Convention de Barcelone, 1976) sous l'égide du PNUE, qui a été modifiée en 1995 et renommée la Convention pour la Protection du Milieu Marin et du Littoral de la Méditerranée. Bien que l'objectif initial de la Convention de Barcelone était le contrôle de la pollution marine, son mandat s'est élargi au fil des années pour inclure la planification et la gestion intégrée des zones côtières et la conservation de la biodiversité. En 2005, les parties contractantes de la Convention de Barcelone ont adopté la Stratégie Méditerranéenne pour le Développement Durable.

S'appuyant sur les Conventions préexistantes d'Oslo (1974) et de Paris (1978), leurs 14 parties signataires, la Suisse et la Commission des Communautés Européennes ont adopté en 1992, la Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est (la Convention OSPAR), qui est entrée en vigueur en 1998. Son annexe V contient des dispositions relatives à la protection et à la conservation des écosystèmes et de la biodiversité en milieu marin, qui est maintenant l'un des quatre principaux domaines couverts par la Convention, en plus de ses domaines traditionnels : les substances dangereuses, les substances radioactives, l'eutrophisation.

Deux aspects méritent d'être soulignés ici, car ils concernent la participation de l'UE dans les conventions régionales. Premièrement, bien que les conventions des Nations Unies soient connues pour n'avoir aucune disposition obligatoire concernant leurs mises en application / sanctions, le fait que l'Union Européenne soit partie contractante introduit les dispositions de la convention dans le droit communautaire et les rend donc obligatoires pour les Etats Membres de l'UE.

Deuxièmement, dans le cadre des politiques régionales ou de voisinage, l'UE soutient des programmes pilotes ou de démonstration ainsi que d'autres programmes, dont beaucoup concernent, directement ou indirectement, des projets de protection et de restauration des écosystèmes, qui souvent s'étendent à des pays européens voisins non membres de l'UE, et donc agissent comme une force motrice au-delà des frontières de l'UE.

Exemple 23 : Charte du Lac de Bizerte

Dans le cadre du programme H2020, qui vise à "dépolluer la Méditerranée à l'horizon 2020", le gouvernement tunisien a suggéré qu'un projet de gestion se concentre sur la région du Lac de Bizerte (lagune), qui génère une pollution indirecte importante de la Mer Méditerranée. Après une étude approfondie et une consultation publique, la Charte de Bizerte (2012) a été signée par tous les ministères et toutes les parties prenantes concernées. Des dispositions administratives ont été prises et un contrat de plusieurs millions d'euros a été signé pour une première série d'interventions. Le projet a obtenu le label de l'Union pour la Méditerranée (UpM) pour augmenter sa visibilité et attirer des financements supplémentaires.

Pour plus d'information :

http ://www.h2020.net/resources/training-materials/finish/192/1712.html.

5.2 Exemples d'autres réglementations

Des Traités internationaux sur l'allocation de l'eau abordent régulièrement l'obligation des Etats situés en amont de maintenir des débits minimums au bénéfice des Etats situés en aval, généralement pour la production d'électricité et pour les usages de consommation. Cependant, la plupart des grands traités fluviaux ignorent l'impact du développement et des dérivations d'eau en amont sur le delta maritime du fleuve.

Le droit international coutumier ne contient pas d'obligation spécifique à protéger les écosystèmes aquatiques. Au mieux les formulations modernes du droit international coutumier reconnaissent la nécessité d'une telle obligation. L'obligation peut émaner du droit international sur l'environnement, traitant de la responsabilité de l'Etat pour les dommages transfrontaliers. Le devoir de ne pas causer de préjudice se limite à la pollution de l'air et de l'eau. Cependant, le risque encouru par les écosystèmes peut être couvert par le principe de base stipulant que les Etats ont le devoir d'interdire aux organismes publics et privés, relevant de la compétence réglementaire de l'Etat, toute utilisation de leurs territoires pouvant causer un préjudice substantiel à d'autres Etats et à leurs ressortissants.

Il existe des exemples de réglementations sur les écosystèmes aquatiques :

- l'étude d'impact sur l'environnement - les pays l'utilisent et la Convention d'Espoo le régit au niveau international ;
- la Convention sur la Diversité Biologique - la plupart des pays l'ont transposée dans leur législation nationale ;
- la Convention de Ramsar - là encore, la plupart des pays l'ont transposée dans leur législation.

Une autre réglementation importante est la Convention des Nations Unies sur l'utilisation des cours d'eau à des fins autres que la navigation de 1997, entrée en vigueur en 2014 ; cette convention ne contrôle pas les allocations car elle est subordonnée aux traités préexistants et à d'autres accords.

Néanmoins, la Convention peut permettre l'évolution de nouvelles obligations en reconnaissant que le droit fondamental à un partage équitable et raisonnable des ressources d'une rivière comprend ses usages environnementaux. Entre 2012 et 2014, le Mexique et les Etats-Unis ont élaboré un programme pour restaurer le Delta dégradé du fleuve Colorado au Mexique.

Encart 17 : Protection du Delta du Colorado au Mexique

Le Delta du Colorado au Mexique fait partie des nombreux écosystèmes aquatiques deltaïques dégradés du monde (Alliance Régionale du Delta). Le Colorado prend sa source dans les Montagnes Rocheuses aux Etats-Unis, entre au Mexique à la frontière entre l'Arizona et la Californie, et se jette dans le golfe de Californie. L'accord interétatique de 1922, impliquant sept états des Etats-Unis, et le Traité sur l'Eau de 1944 entre le Mexique et les Etats-Unis, permettent aux utilisateurs des deux pays de détourner les débits en amont de son embouchure, coupant ainsi à la fois l'apport en sédiments saisonniers et l'écoulement d'eau nécessaires pour maintenir le delta. Jusqu'en 2012, les deux nations n'avaient pas de traité stipulant l'obligation de fournir des quotas d'eau au delta ; des vestiges de marais ont survécu de façon précaire grâce aux "crues" provenant de l'excédent d'eau des années humides et des écoulements restitués par les activités agricoles en amont. Pendant des années, le Mexique et les Etats-Unis ont gardé la position que la dégradation du Delta était une conséquence non-correctible du traité. Cette position est conforme à la fois au traité et au droit international coutumier de l'eau, qui ne reconnaît pas le droit d'une nation aux débits en amont d'un barrage sur une rivière. Cependant, après une campagne de deux années entreprise par des ONG pour protéger le delta, les deux pays ont, en 2012, de facto modifié le traité afin d'allouer un quota d'eau expérimental modeste pour maintenir le delta.

Le procès-verbal 319 définit globalement trois points importants. Premièrement, c'est de facto la mise en œuvre des mandats de conservation des écosystèmes de la Convention des Nations Unies sur l'utilisation des cours d'eau à des fins autres que la navigation et d'autres tentatives récentes d'intégrer une telle obligation dans le droit international coutumier sur l'eau. Deuxièmement, le procès-verbal 319 est aussi la reconnaissance de l'obligation émergeante des nations riveraines à coopérer dans la gestion à long terme des cours d'eau partagés. Troisièmement, l'accord n'aurait jamais existé sans les efforts d'ONG. Les ONG environnementales du Mexique et des Etats-Unis ont exhorté les deux pays à résoudre les problèmes du delta. Plus encore, elles ont aidé à fournir le financement pour récupérer l'eau nécessaire à partir d'un système de prélèvements excessifs de l'eau.

Le procès-verbal 319 est une modification de facto du Traité sur l'eau entre le Mexique et les Etats-Unis. Le traité est plus souple que d'autres traités car les parties contractantes peuvent le modifier par des procès-verbaux "interprétatifs" négociés dans le cadre de la Commission internationale de l'eau de la frontière (IBWC).

Les usagers de l'eau des Etats-Unis dans les deux bassins, inférieur et supérieur, bénéficient du procès-verbal et n'encourent aucun risque de restrictions. Les bénéfices en amont proviennent en partie des avantages que le Mexique a tiré du procès-verbal : le Mexique obtient un avantage majeur car le procès-verbal 319 ouvre, pour la première fois, le Lac Mead à une retenue située au Mexique à la frontière entre l'Arizona et le Nevada.

La première des trois "crues" prévues a été un succès : comme prévu dans le procès-verbal 319 du traité américano-mexicain sur l'eau de 1944, un flux d'environ 130 millions de mètres cubes a été libéré dans un corridor allant du Delta du fleuve Colorado au barrage de Morelos, situé à la frontière américano-mexicaine. L'eau a été fournie pendant une période de huit semaines qui a débuté en mars 2014. Des lâchers de débits de pointe ont été réalisés au début de cette période pour simuler une crue printanière. Des volumes d'eau ont été envoyés dans le corridor par le biais des canaux d'irrigation de la Vallée de Mexicali.

Le programme de surveillance mis en place par le procès-verbal 319 a recueilli des informations de base sur l'hydrologie et la biologie du corridor et mobilisé des équipes binationales de scientifiques de multiples organismes pendant et après les "crues". Des données ont été recueillies par des dispositifs terrestre et de télédétection pour évaluer la réponse de l'écosystème aux "crues".

5.3 Gouvernance des écosystèmes aquatiques

La crise actuelle de l'eau qui affecte les services écosystémiques, est principalement une crise de gouvernance. Le concept de gouvernance a évolué au cours des deux dernières décennies. En 1997, le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) a défini la gouvernance comme "L'action des autorités économiques, politiques et administratives pour gérer les affaires d'un pays à tous les niveaux. Elle comprend les mécanismes, processus et institutions, qui permettent aux citoyens et aux associations de faire part de leurs intérêts, d'exercer leurs droits légaux, de remplir leurs obligations et de régler leurs différends".

Selon le GWP, la gouvernance de l'eau se réfère à "L'éventail des systèmes politiques, sociaux, économiques et administratifs mis en place pour développer et gérer les ressources en eau et les services d'eau, aux différents niveaux de la société".

Le Centre agronomique tropical de recherche et d'enseignement supérieur (CATIE) définit la gouvernance comme :

- "Un résultat de la création de réseaux et de partenariats, qui impliquent différents acteurs, dont l'interaction est essentielle pour faire face aux principaux défis ;
- Un changement dans l'exercice du pouvoir de l'administration publique, susceptible de coordonner et d'organiser un espace de délibération fondé sur la confiance, la participation et le contrôle social".

Ainsi, la gouvernance des services écosystémiques peut être définie comme "L'interaction entre les lois et autres normes, les institutions et les processus, qui permettent à une société d'exercer des pouvoirs et des responsabilités pour prendre et appliquer des décisions qui affectent les services écosystémiques" (UICN).

Par conséquent, la gouvernance est pertinente pour le système global, qui dépend des écosystèmes aquatiques pour donner aux populations les dispositions, la réglementation et les services culturels qu'elles en attendent. La bonne gouvernance est étroitement liée au développement durable, à la conservation des écosystèmes et à la capacité de faire face aux incertitudes et aux risques liés au changement climatique. C'est donc un concept très large et global.

Figure 6 : Une bonne gouvernance



Source : http ://www.pacific-iwrm.org/

5.3.1 Cadre pour la gouvernance des écosystèmes aquatiques

La gouvernance des écosystèmes aquatiques est plus vaste que la gouvernance de l'eau. Une dimension écosystémique doit être intégrée dans le cadre de la gouvernance des écosystèmes aquatiques, qui résulte de la synergie entre la gouvernance de l'eau et la gouvernance des écosystèmes. Son objectif est un écosystème aquatique sain dans un monde sécurisé du point de vue de l'eau. Un écosystème aquatique sain est un milieu aquatique qui maintient sa structure écologique, ses processus, ses fonctions, et sa résilience en fonction de sa variabilité naturelle.

Figure 7 : Gouvernance des écosystèmes aquatiques



Source : http ://www.waterforlife.alberta.ca/01055.html

Dimension institutionnelle

D'importants efforts coordonnés sont nécessaires pour renforcer la gouvernance des écosystèmes aquatiques et assurer la conservation des services écosystémiques, dont dépend le développement durable. Outre les organisations non gouvernementales, les universités, les entreprises et les institutions internationales, ce processus implique principalement les gouvernements, qui doivent coordonner une approche sectorielle traditionnelle et adopter une démarche intégrée et multisectorielle.

Au niveau national, des institutions ont été initialement créées dans le secteur de l'environnement ; il s'agit d'entités distinctes telles que les ministères des ressources naturelles, de l'exploitation minière, de l'agriculture, de l'élevage et des forêts, mais il est maintenant courant que ces ministères aient des responsabilités qui se chevauchent. Un processus de consolidation, de rationalisation et de coordination a récemment été engagé dans de nombreux pays (UICN).

Exemple 24 : Coordination des institutions et élaboration de politiques, Lac Chilika en Inde

Le Lac Chilika, un ensemble unique d'écosystèmes d'eaux marines, saumâtres et douces, et ayant des caractéristiques d'estuaire, a été confronté à une situation écologique critique au début des années 1990. Le gouvernement d'Orissa a créé en 1992 l'Autorité pour le Développement de Chilika (Chilika Development Authority - CDA), une macro initiative. Avant la création de cette Autorité, la responsabilité du lac était partagée entre un certain nombre de départements appartenant à différents ministères, sans aucune coordination ni consultation.

Pour pallier à cette carence, le CDA a été créé comme organisation de tutelle chargée de promouvoir des conditions favorables à une gestion durable de la lagune et de son bassin versant, fondée sur des principes scientifiques solides et un processus participatif.

Pour plus d'information :
http ://www.chilika.com/
http ://wldb.ilec.or.jp/ILBMTrainingMaterials/resources/Chilika.pdf

Un facteur crucial de la gouvernance des services écosystémiques est l'interaction entre les institutions gouvernementales, intergouvernementales et non-gouvernementales, le secteur privé et la société civile ; elle est fondée sur des règles instaurées par le droit statutaire et coutumier (UICN). Bien que dans de nombreux cas il soit difficile d'établir un dialogue entre les institutions coutumières et modernes, une stratégie participative, incluant les femmes, facilite le processus et renforce le caractère institutionnel.

Une gouvernance démocratique et participative, fondée sur la volonté des peuples, est essentielle pour assurer un processus efficace de gestion durable des écosystèmes aquatiques. Ce processus requiert "Une implication sérieuse et une participation active des parlements et des pouvoirs judiciaires régionaux, nationaux et infranationaux, et de tous les grands groupes : les femmes, les enfants et les jeunes, les peuples autochtones, les ONG, les autorités locales, les travailleurs et les syndicats, les entreprises et l'industrie, la communauté scientifique et technologique, les agriculteurs, et d'autres parties prenantes, y compris les communautés locales, les groupes de bénévoles et les fondations, les migrants, les familles ainsi que les personnes âgées et les personnes handicapées" (L'avenir que nous voulons).

L'UICN et la Convention sur la Diversité Biologique (CDB) distinguent quatre types de gouvernance au sens large :

- la gouvernance par le gouvernement (à plusieurs niveaux et en combinant plusieurs institutions) ;
- la gouvernance par plusieurs détenteurs de droits avec d'autres parties prenantes (gouvernance partagée) ;
- la gouvernance par des individus et des organisations ;
- la gouvernance par les peuples autochtones et/ou les communautés locales.

Exemple 25 : Gouvernance des écosystèmes aquatiques à l'échelle locale au Vietnam

En 2005, le plus grand écosystème aquatique d'Asie du Sud - la lagune Tam Giang-Cau Hai - était en pleine désorganisation du point de vue biologique, social et économique. Des étangs, construits illégalement, et une pêche non réglementée ont conduit à la surpêche et à l'épuisement des espèces ainsi qu'à l'insécurité, en ce qui concerne l'eau et l'alimentation, pour 300000 personnes vivant autour de la lagune.

Grâce au projet de la FAO sur la gestion intégrée des activités dans la lagune (IMOLA), 26 associations de pêcheurs ont été mises en place et neuf associations déjà existantes ont été renforcées, ce qui a facilité la création d'un organisme représentatif collaborant avec les autorités gouvernementales pour gérer les activités humaines et l'environnement de la lagune. En travaillant ensemble à l'élaboration de plans de gestion de l'aquaculture, les populations ont pris conscience de l'interdépendance au sein de l'écosystème et amélioré leur pêche, leurs revenus et leur bien-être.

Pour plus d'information : http ://www.fao.org/docrep/018/i2940e/i2940e24.pdf

Dimension juridique

Intégration du droit coutumier

Les expériences menées dans de nombreux pays ont montré qu'une participation important et interactive des peuples autochtones et des communautés locales peut mener à l'intégration de leurs systèmes de droit coutumier dans les cadres juridiques statutaires, y compris sur les écosystèmes et la gouvernance de l'eau.

La résilience des régimes coutumiers de gouvernance des ressources en eau a conduit les praticiens et les chercheurs concernés par le droit de l'eau à admettre que ces régimes devaient être pris en compte dans l'élaboration de la législation moderne sur la gouvernance des ressources en eau ou d'intégrer le droit coutumier dans le droit civil (Pastaza, complexe de zones humides de rivière, site Ramsar).

Exemple 26 : Pastaza, le plus grand complexe de zones humides de rivière et site Ramsar, l'intégration du droit statutaire et coutumier

Situé dans Pastaza, complexe de terres humides de rivière au Pérou (le plus grand site Ramsar de toute l'Amazonie), le lac Rimachi s'étend sur 790 km² longeant les habitations de 30000 personnes autochtones (principalement Kandoshi). Le lac a été fortement affecté par la surpêche et le changement climatique à la fin des années 1990. Le gouvernement péruvien a accordé une concession aux communautés Kandoshi pour la gestion du lac. La première étape a été de récupérer les droits de pêche, qui appartenaient au Ministère de la Pêche ; ensuite, ces communautés ont interdit la pêche pendant deux ans. En conséquence, le Rimachi a retrouvé son peuplement de poissons et actuellement, avec l'aide du WWF, les Kandoshi protègent leurs ressources aquatiques et organisent leurs propres activités de pêche.
Résultat de la coopération étroite entre les autorités autochtones et publiques, le premier plan de pêche autochtone a été approuvé par le gouvernement péruvien.

Pour plus d'information :
http ://peru.panda.org/en/our_work/in_peru/freshwater/freshwater/pastaza/
https ://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/PE1174RISformer2002_EN.pdf

Lois générales sur l'environnement et les écosystèmes

En raison de leurs composantes complexes et étroitement liées, les lois sur l'environnement facilitent la création de groupes de travail sur la mise en œuvre intégrée de la législation sur l'eau, y compris la gestion intégrée des écosystèmes aquatiques.

Les lois sectorielles sur l'environnement (par exemple les lois sur l'eau, les lois sur les forêts, les lois sur les zones protégées, et les lois sur la biodiversité) se concentrent généralement sur des écosystèmes spécifiques et leurs services. Même si les services écosystémiques ne sont pas explicitement mentionnés, ces lois sont les plus pertinentes pour régir les services écosystémiques.

Dimension environnementale

Une bonne compréhension de la dimension environnementale est cruciale pour renforcer la gouvernance des écosystèmes aquatiques et de l'eau. Il s'agit de prendre en compte les trois dimensions d'un bassin versant (souterraine, superficielle et atmosphérique), ainsi que ses services écosystémiques (la disponibilité de l'eau, la productivité alimentaire, la régulation du climat, la régulation du dioxyde de carbone et du méthane, la lutte contre les inondations, le recyclage des nutriments, la purification de l'eau naturelle, les autres processus naturels et les avantages culturels). Les décisions clés à prendre pour la gouvernance d'un écosystème aquatique sont celles qui se rapportent le plus directement à la biodiversité, aux ressources naturelles et aux personnes.

Dimension économique

La dimension économique comprend tous les instruments économiques traditionnels tels que les taxes, les redevances et les réglementations, ainsi que des instruments nouveaux comme le Paiement des Services Ecosystémiques (PSE), à savoir :

❶ une transaction volontaire dans laquelle,

❷ un service environnemental bien défini (SE), ou une forme d'utilisation des sols de nature à assurer ce service,

❸ est acheté par au moins un acheteur de SE,

❹ à un fournisseur de SE, au minimum,

❺ si, et seulement si, le fournisseur continue de fournir ce service (conditionnalité).

Exemple 27 : Le paiement des services des bassins versants en France

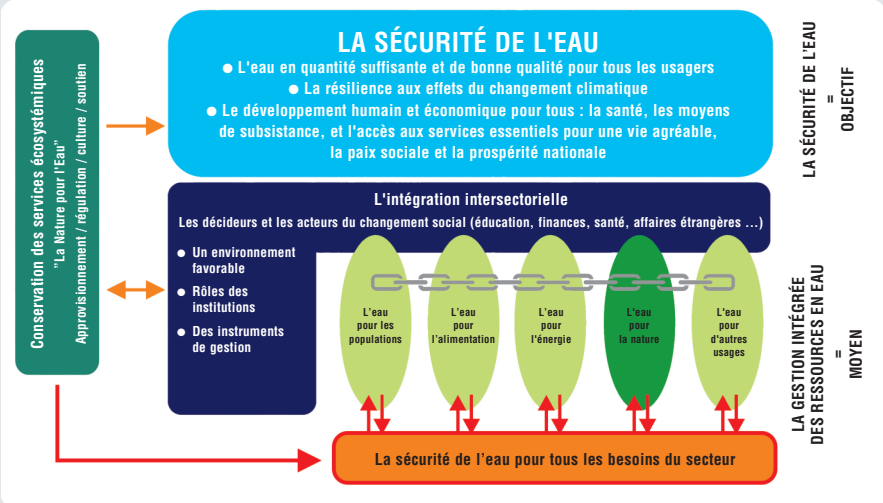
Dans le Bassin Rhin-Meuse, la société Perrier-Vittel verse une indemnité de l'ordre de 200 €/ ha / an aux agriculteurs situés en amont pour qu'ils n'utilisent pas de pesticides. Bien que ce coût semble élevé, il est en fait beaucoup plus bas que le coût de la décontamination de l'eau et de l'atteinte à l'image de l'entreprise.

Pour plus d'information :
http ://www.worldwatch.org/files/pdf/State%20of%20the%20World%202008.pdf

5.3.2. Instruments stratégiques pour une gouvernance efficace des écosystèmes aquatiques

Combiner la conservation des services écosystémiques aquatiques et la gestion intégrée des ressources en eau est une stratégie très efficace pour assurer la sécurité de l'eau et lutter contre le changement climatique et l'incertitude croissante. Grâce à des actions et à des programmes de conservation, les services écosystémiques contribuent à la prospérité économique de deux façons : en générant des revenus et du bien-être. Etant confrontés à des défis complexes, il est important d'identifier les instruments clés qui renforcent les quatre dimensions de la gouvernance.

Figure 8 : La sécurité de l'eau



Source : GWP Approche programmatique sur la sécurité de l'eau et les écosystèmes, Juillet 2014

Ces instruments sont les suivants :

- Une réglementation directe pour contrôler la surexploitation des terres et le développement dans les bassins versants et les plaines inondables ; la quantité et le calendrier des prélèvements d'eau privés ; la quantité, la qualité et le calendrier des rejets d'eaux usées dans les milieux aquatiques ;
- Les aires protégées ; l'UICN a défini six catégories d'aires protégées, allant de l'interdiction stricte de toute interférence humaine à l'utilisation durable des ressources naturelles (réserve naturelle intégrale, zone de nature sauvage, parc national, monument ou élément naturel, aire de gestion des habitats / des espèces, paysage terrestre ou marin protégé, aire protégée avec utilisation durable des ressources naturelles) ;
- Les inventaires des écosystèmes aquatiques et leur surveillance facilitent le dialogue, la sensibilisation et la participation continues des acteurs. Des bases de données et les états des lieux doivent être élaborés avec soin, en choisissant des méthodes pour la planification des échantillonnages, l'échantillonnage lui-même et la manipulation des échantillons et leur traitement. Les états des lieux peuvent fournir des informations temporelles et géographiques sur les écosystèmes aquatiques, les services qu'ils fournissent, leurs caractéristiques et leur valeur économique ;
- Les indicateurs de la gouvernance des écosystèmes aquatiques. Les principes relatifs à la gouvernance de l'eau et les indicateurs de l'OCDE sur la gouvernance de l'eau peuvent être utilisés pour engager les décideurs à tous les niveaux, au sein ou en dehors du secteur de l'eau, pour améliorer la gouvernance dans le secteur de l'eau, ouvrir la voie à la création d'une boîte à outils de mise en œuvre, pour suivre et soutenir les pays et faciliter l'analyse comparative ;
- Le renforcement des capacités pour promouvoir la communication, encourager la participation et renforcer la gouvernance. Dans le contexte de la GIRE, ceci représente la somme des efforts nécessaires pour développer, valoriser et utiliser les compétences et les capacités des personnes et des institutions à tous les niveaux, afin qu'elles puissent travailler vers un objectif plus large. Des capacités sont nécessaire à deux niveaux : capacité de planifier et de développer des programmes de GIRE, et capacité opérationnelle. Les institutions doivent être capables de planifier, réglementer, fournir des services et allouer les ressources. La ”boite à outils” du GWP est un moyen très efficace pour atteindre cet objectif. La structure et la fonction d'un écosystème sont un pilier de l'intégrité de l'eau. Le renforcement des capacités augmente la connaissance intégrée, qui est ”Essentielle pour orienter la gestion et les politiques pour une utilisation raisonnable, et donc durable, des eaux superficielles intérieures et leurs relations avec les eaux souterraines et les zones côtières” (UNESCO-IHE) ;
- La création de réseaux, tels que l'Initiative de l'OCDE sur la gouvernance de l'eau lancée en mars 2013 ; le Global Water Partnership - GWP ; le Canada Water Network Inc. ; le Réseau d'action sur les eaux douces - Amérique Latine - FANCA ; le Réseau International des Organismes de Bassin - RIOB ; Le Réseau Asiatique des Organismes de Bassin - NARBO ; le Programme du Mékong sur l'eau, l'environnement et la résilience (M-POWER) ; le Réseau africain de la société civile sur l'eau et l'assainissement (ANEW), entre autres. Tous ces réseaux améliorent la compréhension des enjeux régionaux de la gouvernance de l'eau et du développement économique et facilitent l'action collective dans la gouvernance de l'eau et dans la gouvernance des écosystèmes aquatiques.

Encart 18 : Gestion des écosystèmes - Du concept à la mise en œuvre à l'échelle locale

Le PNUE et l'IIDD, en association avec d'autres partenaires, organisent des ateliers de formation sur la gestion des écosystèmes. Leurs objectifs sont de donner aux participants des outils, des compétences et des idées, prêts à l'emploi, sur la gestion de l'eau, qu'ils peuvent utiliser et mettre en œuvre dans leur propre bassin. Le public ciblé est composé, de préférence, de personnes ayant des compétences en ingénierie ou en ressources naturelles, et une expérience de la GIRE.

Les ateliers s'adressent aux responsables de la gestion d'un bassin en mettant l'accent sur l'eau dans ce bassin. Les participants apprennent des expériences qui favorisent la GIRE, élaborent des leçons et des idées en utilisant une approche écosystémique intégrée, et identifient et résolvent des problèmes. Un accent particulier est mis sur les rôles des genres, qui sont essentiels pour aborder les questions sur les ressources naturelles, sur l'eau en particulier.

L'atelier de cinq jours suit un calendrier évolutif :

1. Un point de départ commun - (un cadre conceptuel initial). Les complémentarités entre la GIRE et la gestion de l'environnement, la structure et la fonction d'un écosystème ;
2. Penser comme un écosystème - Visite de terrain, un cadre conceptuel pour comprendre l'état et l'impact d'un écosystème, l'état et le fonctionnement des services écosystémiques ;
3. Penser et agir comme un gestionnaire - Comprendre les conditions actuelles, début du cycle de la gestion stratégique et adaptative ; les activités humaines sont au cœur de la gestion des écosystèmes, les incitations et les outils de la gestion à l'échelle locale ;
4. La gestion de nos écosystèmes - Valoriser les services écosystémiques ; des compromis et des objectifs pour la gestion des écosystèmes, le choix des outils pour une application locale, le suivi et l'évaluation ;
5. Mettre tout le monde au travail - Visite de terrain (retour dans le même bassin versant, en appliquant un modèle conceptuel aux conditions locales, démonstration des bonnes pratiques de gestion), compléter le cycle de la gestion stratégique et adaptative.

5.3.3 Principes de la gouvernance efficace des écosystèmes aquatiques

"Une bonne gouvernance traite de la responsabilité de la gestion des ressources pour répondre aux problèmes collectifs ; elle se caractérise par les principes de participation, de transparence, de responsabilité, de primauté du droit, d'efficacité, d'équité et de vision stratégique. C'est un concept universel complexe mais important" (PNUD). Le GWP souligne le besoin de valeurs éthiques (l'ouverture, la transparence, la non-exclusion, la communication, l'équité, la responsabilité, l'efficacité et la réactivité).

De nombreuses réformes de la gouvernance échouent en raison :

- du défaut de mise en œuvre. Les pays doivent intensifier les actions et l'engagement politique en faveur de la mise en œuvre des politiques, des plans et de la législation qui existent sur les écosystèmes et l'eau ;
- du manque de continuité des autorités gouvernementales ;
- de la carence de la recherche, de la faiblesse des relations public-universitaires et public-privé ;
- de l'augmentation de la corruption et du manque général de confiance et de bonne volonté.

Le milieu aquatique est au cœur de la gestion intégrée des ressources en eau et de la gouvernance dont il dépend. C'est pourquoi l'amélioration de la gouvernance des écosystèmes aquatiques et de l'eau est un défi considérable, qui implique nécessairement des réformes allant au-delà du secteur de l'eau. Les acteurs de l'eau, à tous les niveaux, ont la responsabilité de contribuer au succès de la réforme en faisant des efforts pour la mettre en œuvre.

5.4 Principales difficultés rencontrées dans la mise en œuvre des projets/mesures de restauration

Les écosystèmes aquatiques continuent d'être affectés par la croissance démographique, l'urbanisation, le développement industriel et la construction de nombreux ouvrages hydrauliques et d'autres grandes infrastructures, qui polluent les eaux de surface, réduisent le nombre d'organismes aquatiques et la faune sauvage, détruisent les connexions, et engendrent d'autres tensions en raison de changements dans la sédimentation, la turbidité et les débits. Dans le même temps, les récents changements de modes de vie et d'habitudes alimentaires induisent une plus grande consommation d'eau par habitant. Les prélèvements d'eau ont triplé au cours des 50 dernières années. La demande en eau augmente de 64 milliards de mètres cubes par an et les écosystèmes aquatiques produisent moins de services que par le passé. La restauration est une stratégie clé pour assurer la durabilité. Dans certaines régions (Europe, Amérique du Nord) la nécessité d'une restauration des écosystèmes aquatiques est maintenant bien établie, mais c'est encore une utopie dans beaucoup de régions en développement.

"La restauration des habitats d'eau douce est essentielle pour maintenir les services écosystémiques, notamment l'alimentation et l'approvisionnement en eau potable" (Evaluation des écosystèmes pour le millénaire). La restauration physique, écologique et hydromorphologique est une urgence.

En outre, il est de plus en plus évident que la restauration des écosystèmes aquatiques dépend d'une combinaison d'efforts scientifiques, technologiques, sociaux, économiques et politiques ainsi que de mesures et de pratiques écologiques, physiques, spatiales et de gestion.

5.4.1 Les multiples dimensions de la restauration des écosystèmes aquatiques sont difficiles à comprendre

La première étape consiste à reconnaître les deux éléments interdépendants qui forment l'écosystème d'une rivière ou d'un lac : riverain et fluvial. Tous les ouvrages, quelle que soit leur taille, ont un impact sur l'eau ; ils affectent la qualité, la quantité, les débits, la dynamique des berges et du lit, modifient les charges en sédiments, les crues, la connectivité avec l'aquifère, la dynamique de l'érosion, et causent des dommages cumulatifs. Ainsi, les principales difficultés résultent de la grande complexité des écosystèmes aquatiques, de l'impossibilité de restaurer les impacts majeurs des grands barrages par exemple (sauf aux Etats-Unis, où 1185 barrages ont été détruits à ce jour), de l'absence d'antécédents et par conséquent, de modèles, ainsi que de la faible volonté des politiques et de la société de restaurer les écosystèmes aquatiques. Une autre difficulté est le manque de concepts clairs dans les normes, les règles et les politiques.

Encart 19 : Importance de clarifier le concept des écosystèmes

Aux Etats-Unis, les lois sur l'aménagement des ressources en eau (Water Resources Development Act) de 1986 et 1990 utilisent des termes tels que l'amélioration et la valorisation de l'environnement, ainsi que la restauration, pour décrire de nouvelles missions et accréditations pour le "US Army Corps of Engineers". Curieusement, ces termes ne sont pas définis proprement, car ils ne mettent pas l'accent sur les processus biologiques, physiques et chimiques des écosystèmes aquatiques en dépit du fait que ceux-ci faisaient certainement partie des objectifs de la Loi sur l'aménagement des ressources en eau (The Journal of Social, Political and Economic Studies, printemps 2006).

La restauration est : "Le retour d'un écosystème à un état proche de son état d'origine. Lors de la restauration, les dommages écologiques causés à la ressource sont réparés. La structure et les fonctions de l'écosystème sont recréés" (National Research Council, 1992).

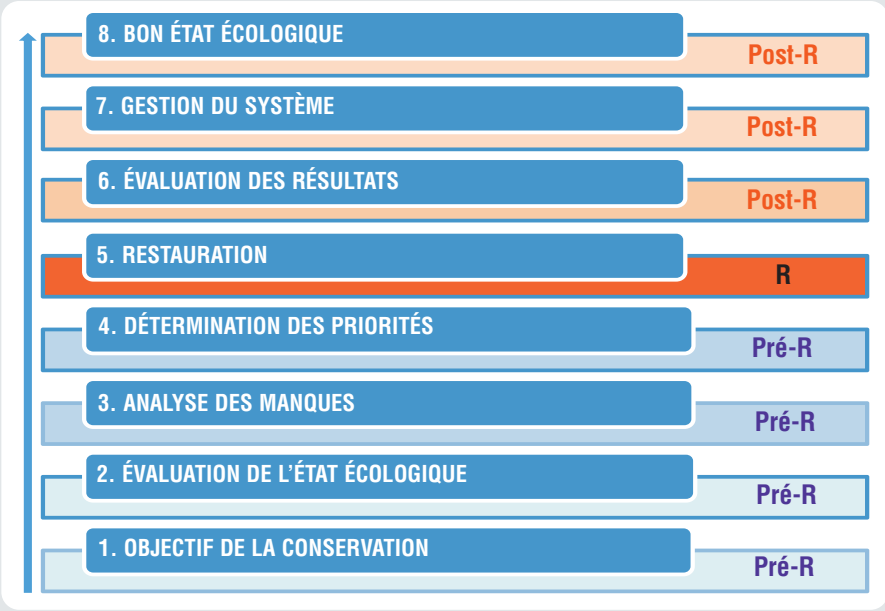
Pour le Centre Ibérique de Restauration des Cours d'Eau (CIREF), la restauration est caractérisé par sa fonctionnalité, sa dynamique et sa variabilité naturelle, sa complexité, sa diversité et sa résistance naturelle.

Par conséquent, une restauration efficace rétablit la rivière dans son état d'origine, et diffère des exigences sociales actuelles, telles que la sécurité immédiate, les aires de loisirs (parcs fluviaux, domestication des rives), l'urbanisation, etc. Le CIREF insiste sur la difficile acceptation par la société, révélée par les projets de restauration qui ont échoué, en raison de nombreux obstacles naturels et sociaux et du besoin de soutien à long terme.

5.4.2 Les difficultés rencontrées dans la "chaîne des processus de restauration"

Construire une chaîne des processus de restauration (Pcor) est la première étape et la plus importante. Chaque étape de la Pcor est complexe mais essentielle pour assurer le succès de tout le processus. Souvent, lorsque les autorités nationales, régionales ou locales décident de commencer un processus de restauration, elles ne regardent que les manques, qui sont généralement la pollution de l'eau et les paysages. En conséquence, le Pcor démarre dans une position de faiblesse, sans objectif de restauration ni considération des bénéfices apportés par l'écosystème aquatique. Au lieu de cela, l'accent est mis sur l'amélioration de la qualité de l'eau, généralement pour répondre à une demande en eau croissante pour les usages domestique et agricole.

Figure 9 : La Chaîne des Processus de Restauration



(Adaptéde Pander et Geist, 2013)

La chaîne des processus de restauration est une démarche par étape, qui structure systématiquement le processus complexe, allant du processus de pré-restauration, en passant par les mesures et les actions de restauration, au processus post-restauration.

Un programme de suivi à long terme est au cœur du processus post-restauration, mais peut être considéré à tous les niveaux. Ce type de programme est un outil précieux pour déterminer le succès des projets. Confortés par plus de trois décennies d'expérience en la matière, le Conseil National de la Recherche du Canada (CNRC) et l'Institut des Ressources en Eau de l'US Army Corps of Engineers (IWR) recommandent un suivi à chaque phase d'un projet de restauration.

Encart 20 : Principales difficultés qui caractérisent les différentes phases d'une chaîne des processus de restauration

Processus de pré-restauration				Processus de restauration	Processus post-restauration		
Planification					Suivi		Bon état écologique
Objectif de la conservation	Evaluation de l'état écologique	Analyse des manques	Détermination des priorités	Les mesures et les actions	Evaluation des résultats	La gestion du système	
Difficulté de concevoir la vision du projet, qui intègre les aspects physiques, écologiques, hydromorphologiques, sociaux, culturels, économiques, juridiques et politiques.	Manque de données historiques, techniques et d'études interdisciplinaires. Les études de base ne fournissent pas suffisamment d'informations pour définir les conditions existantes et les conditions sans le projet.	Faire une analyse des lacunes autour du problème, et non de la vision, afin de trouver une solution politique aux impacts sur la nature et les besoins sociaux.	Déterminer les priorités en fonction de l'ordre du jour politique et du budget et non en fonction de la vision et des résultats des phases précédentes. Les études de base n'identifient pas les actions nécessaires pour restaurer le système.	Les difficultés peuvent être multiples : d'ordre juridique, politique, social, mais aussi technique. Si peu d'attention est prêtée aux différentes étapes de la pré-R, les difficultés rencontrées dans le processus de la restauration seront plus grandes. Faible gouvernance et conflits.	Manque d'informations, données par le suivi, qui soient utiles et accessibles à toutes les parties intéressées. Les critères de performance n'ont pas été définis.	Un système de suivi faible n'aide pas à élaborer une stratégie de gestion efficace. Manque de compétences professionnelles et de budget pour assurer la continuité.	Manque de budget pour la diffusion des résultats. Le niveau adéquat des efforts n'a pas été déterminé. Diffuser les résultats du suivi ne peut se faire de manière concise et informative.
Le renforcement des capacités est insuffisant pour réaliser une analyse à des échelles d'espace et de temps multiples							
Absence de suivi du début jusqu'à la fin du projet de restauration.							
Pas de prise en compte d'un déterminant majeur : échelle de l'action, sections affectées par le projet, impacts en aval, en amont, sur l'aquifère et sur l'atmosphère (cycle de l'eau).							

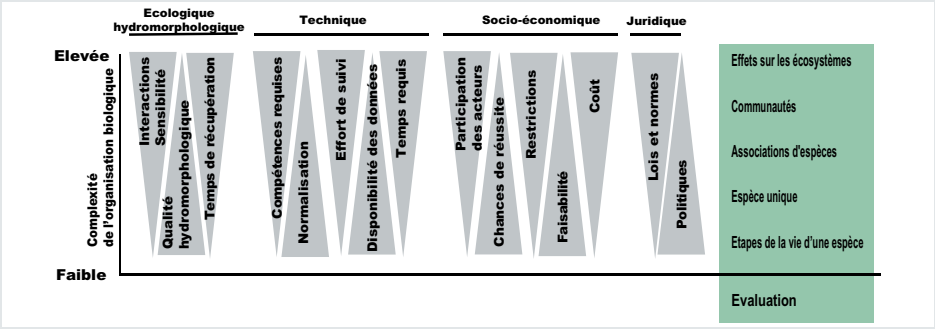
Les impacts négatifs sont fréquents dans les projets de restauration lorsque les équipes techniques sont incomplètes ou n'ont pas la capacité suffisante pour :

- Analyser la structure et les fonctions du corridor riverain et du système fluvial ;
- Analyser les aspects juridiques, sociaux et culturels qui sont potentiellement concernés par le projet ;
- Coordonner la participation publique et privée ; intégrer les connaissances locales et autochtones ;
- Analyser les aspects économiques et financiers de la restauration.

5.4.3 Types de difficultés

Des difficultés écologiques / hydromorphologiques, techniques, socio-économiques et juridiques apparaissent dans la restauration des écosystèmes aquatiques. L'ampleur de leur impact dépend de la complexité de l'organisation biologique de la restauration. Les échelles d'évaluation respectives des cibles de la restauration, caractérisées par une complexité biologique croissante, sont surlignées en vert (et les difficultés dans les triangles en gris) dans la figure ci-dessous.

Figure 10 : Types de difficultés (Adaptation de Pander et Geist, 2013)



Encart 21 : Difficultés courantes dans les projets de restauration des écosystèmes aquatiques

Ecologiques / hydromorphologiques	
Interactions / Sensibilité	Difficultés à définir les services écosystémiques et leurs fonctions écologiques sous-jacentes et à effectuer une analyse sensible pour comprendre l'effet des interactions. La connexion entre succession écologique et restauration écologique n'est pas établie.
Qualité hydromorphologique	Difficultés à obtenir des données quantitatives sur les flux, les inondations et les sédiments, y compris sur les espaces fluviaux et riverains, pour restaurer le système fluvial.
Temps de récupération	Le temps de récupération est sous-estimé par manque d'études, de données et de modèles.
Techniques	
Compétences requises	Absence d'innovations technologiques. Manque d'équipes transdisciplinaires et d'universitaires impliqués dans les projets de restauration.
Normalisation	Chaque écosystème est le résultat d'une suite d'événements climatiques et biologiques susceptibles d'être répétés avec précision. Le manque de données et d'études rend difficile la construction d'un modèle, qui montre les connexions directes et indirectes entre les composants physiques, chimique et biologiques de l'écosystème.

Suite ■■■

Encart 21 : Difficultés courantes dans les projets de restauration des écosystèmes aquatiques	
■■■ *Suite* **Efforts de suivi**	Des problèmes apparaissent fréquemment dans les programmes de suivi lors de la mise en place et dans les phases de la mise en en œuvre d'un programme. Des paramètres en trop petit nombre peuvent fournir des informations insuffisantes pour évaluer les résultats ou des informations difficiles à interpréter. Beaucoup d'informations, générées par les programmes de suivi, finissent par être classées ou si étroitement conservées qu'elles ne sont pas disponibles pour les autres.
Disponibilité des données	La plupart des études de cas sur la restauration ont révélé un manque de références sur les études faites sur l'état naturel passé. Il est assez difficile d'identifier et de quantifier le cumul des impacts anthropique et naturel. Les nombreux obstacles, existant au sein du système éducatif, entravent toute interaction entre les disciplines pourtant nécessaires pour restaurer des systèmes variés multiples et complexes comme les écosystèmes aquatiques.
Temps requis	Les acteurs politiques confondent souvent temps nécessaire et durée de leur mandat électoral. Les projets de restauration doivent être conçus sur le long terme.
Socio-économiques	
Participation des acteurs	Les problèmes courants rencontrés concernent : le manque de gouvernance et de participation interactive, l'exclusion des connaissances traditionnelles, l'inertie sociale et les conflits administratifs, le manque de volonté des politiques et de la société. Des différences peuvent exister entre les décisions politiques et sociales, les recherches et les propositions des scientifiques.
Succès potentiel	Une chaîne des processus de restauration faible et limitée, l'absence de liste de contrôle. Le manque d'objectifs communs et de directives explicites.
Restrictions	Les réglementations établies dans les plans d'utilisation des sols, dans le zonage écologique et économique, les infrastructures existantes ou d'autres règles sociales qui sont incompatibles avec les systèmes naturels.
Faisabilité	Une étude de faisabilité ne peut pas évaluer et analyser le potentiel du projet proposé si les études de base et le suivi sont insuffisants. De nouveaux coûts administratifs ont un impact sur le projet.
Coût	Le manque d'instruments financiers. Selon le NRC (1992), la mise en œuvre des projets de restauration peut coûter des millions de dollars, ce qui est l'une des raisons de leur échec. Les coûts de la restauration dépassent souvent le budget prévu. Quand une nouvelle administration arrive au pouvoir, elle peut ne pas être au courant des engagements pris auparavant.
Juridiques	
Politiques	Absence de politiques intégrées combinée à une faible gouvernance.
Législation	Absence de normes, de règles et d'accords pour faciliter les processus de restauration et de réhabilitation.

Bien que des progrès importants aient été accomplis dans la restauration des écosystèmes aquatiques, les projets sont généralement basés sur l'écologie, les processus écologiques et l'intégrité écologique. Peu d'études et de projets scientifiques intègrent l'écologie des rivières, l'hydromorphologie et la gouvernance dans une démarche globale pourtant nécessaire.

Exemple 28 : Conception de projets ambitieux pour la restauration des rivières - Analyse basée sur des expériences européennes intégrant les sciences humaines et sociales

La Directive-Cadre sur l'Eau fait de la restauration physique des milieux aquatiques une composante essentielle des politiques publiques de gestion des eaux. Toutefois, les premiers retours d'expériences indiquent que l'excellence technique seule n'est pas suffisante pour garantir une mise en œuvre efficace des projets de restauration des rivières. Pour aider à résoudre ce problème, l'ONEMA a produit un cadre global, décrivant les outils potentiels au sein d'une stratégie globale, visant à accompagner les acteurs désireux de lancer un projet réussi de restauration hydromorphologique. Elle examine spécifiquement les conditions qui déterminent la légitimité technique et politique des porteurs du projet. La démarche détermine comment s'assurer de la pertinence sociale et territoriale d'un projet et démontrer sa compatibilité technique et économique avec le contexte socio-économique local.

Pour plus d'information :
http ://www.onema.fr/IMG/EV/publication/CERCEAU-FLYER.pdf
http ://www.onema.fr/IMG/EV/cat7a-thematic-issues.html#restauration

Encart 22 : Les projets de restauration des marées et les obstacles à l'obtention de permis aux Etats-Unis - Problème : les obstacles à l'obtention de permis entravent les efforts de restauration

Le projet de restauration des marées dans le "Nisqually National Wildlife Refuge" est le plus grand projet de restauration d'un estuaire, en cours dans le Pacifique Nord-Ouest, et a été identifié comme étant une première priorité pour la récupération du saumon quinnat dans le bassin versant de la Nisqually. Après plusieurs années de planification et de conception, le projet est étayé par une analyse scientifique approfondie, une modélisation hydrologique, un examen de la NEPA (une étude d'impact sur l'environnement a été réalisée), la participation du public, le soutien et le financement de partenaires nationaux et de la tribu amérindienne des Nisqually.

Le processus d'obtention d'un permis a été difficile, avec le risque de retarder le projet. Les retards les plus importants ont été dus à l'obtention des permis réglementaires / sur les zones humides, requis par l'US Army Corps of Engineers, aggravés par l'inefficacité causée par la confusion et la redondance des autorisations des Etats, y compris le Département de l'Ecologie de l'Etat de Washington (concurrence entre les lois sur la certification de la qualité de l'eau et sur la gestion des zones côtières) et le Département de la Pêche et de la Faune de Washington (permis sur l'eau). Les délais de traitement des demandes de permis affectent le calendrier de la mise en œuvre des projets de restauration de paysages ayant des bénéfices proportionnels liés aux ressources.

Il est essentiel d'envisager une rationalisation plus poussée des projets de restauration de cette ampleur, en particulier lorsque la démarche requise pour la mise en conformité environnementale est terminée. Des retards ont été engendrés par la nécessité d'obtenir des permis supplémentaires pour répondre aux modifications de la gestion adaptative dans l'élaboration d'un projet. La gestion adaptative est certes un élément essentiel de l'élaboration d'un projet de restauration globale, mais des retards ont également résulté des changements dus au traitement des demandes d'autorisation et ont présenté un obstacle à la mise en œuvre du projet.

Action : Il faut envisager des processus rationalisés pour l'attribution de permis conformes à la Loi fédérale sur l'Eau et des autorisations des Etats applicables à des projets de restauration de cette ampleur.

Pour plus d'information :
http ://www.americasenergycoast.org/USFW-ConflictingPolicyReport.pdf

6 Le monitoring des écosystèmes aquatiques

POINTS CLÉS :

- Les différentes méthodes de surveillance des cours et des plans d'eau sont utilisées pour évaluer leur état, caractériser les pressions sur les écosystèmes, vérifier l'efficacité des actions et informer le public.
- Il est important de concevoir des méthodes et des protocoles pour assurer des résultats fiables et comparables dans le temps et l'espace.
- L'état d'un cours d'eau, ou d'une masse d'eau, est caractérisé par ses qualités hydromorphologiques, chimiques, physico-chimiques et biologiques.
- Le suivi après restauration est nécessaire pour caractériser l'évolution du milieu, évaluer l'efficacité de la restauration et déterminer les ajustements ou les mesures supplémentaires nécessaires.

Pourquoi surveiller ?

Bien connaître les milieux aquatiques est une étape indispensable pour les protéger. Les différents dispositifs de suivi des cours d'eau et plans d'eau permettent en effet :

- d'évaluer l'état de l'eau et des écosystèmes, et de déterminer si les processus sont compromis par des perturbations environnementales naturelles ou causées par l'homme ;
- d'identifier, de caractériser et si possible, de quantifier les pressions sur les écosystèmes (prélèvements, rejets, sources de pollution diffuse et ponctuelle) ;
- d'accroître la compréhension globale de l'écosystème aquatique, dans le but d'orienter les politiques de gestion et les actions à mener pour les préserver ;
- de vérifier l'efficacité des actions menées par rapport aux objectifs définis, et la conformité de la mise en œuvre de la législation sur l'eau ;
- d'informer le public et de valoriser les actions mises en œuvre.

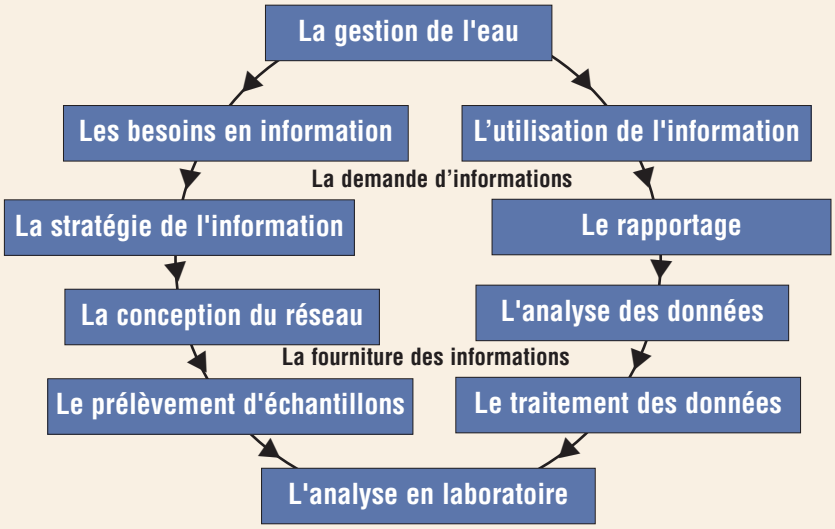
6.1 La surveillance des fonctions des écosystèmes

Que signifie surveiller ?

La surveillance correspond à un ensemble de données collectées selon différentes méthodes (enquêtes, informations sur les prélèvements et les rejets, suivi de l'état des eaux et des écosystèmes par exemple). L'état des eaux et des écosystèmes est surveillé conformément à un plan d'échantillonnage structuré spatialement (localisation et nombre de points de mesures et de prélèvements) et temporellement (fréquence et durée des campagnes de mesures). Mais la chaîne d'organisation de la surveillance ne se limite pas à la réalisation de mesures. Elle se décompose en plusieurs étapes :

- la définition des objectifs et du programme de surveillance - choix des cours d'eau ou plans d'eau à surveiller, des points de prélèvement, des éléments à suivre (matrices et paramètres), de la fréquence et de la durée des campagnes, des protocoles de mesures et de prélèvements (standards reconnus et réplicables), etc. ;
- le choix des intervenants (préleveurs, laboratoires d'analyses, valideurs, etc.) et la recherche des financements ;
- l'échantillonnage ;
- l'analyse ;
- la collecte et le stockage des données ;
- le traitement des données et l'exploitation des résultats ;
- la communication des données, des résultats et la diffusion d'informations.

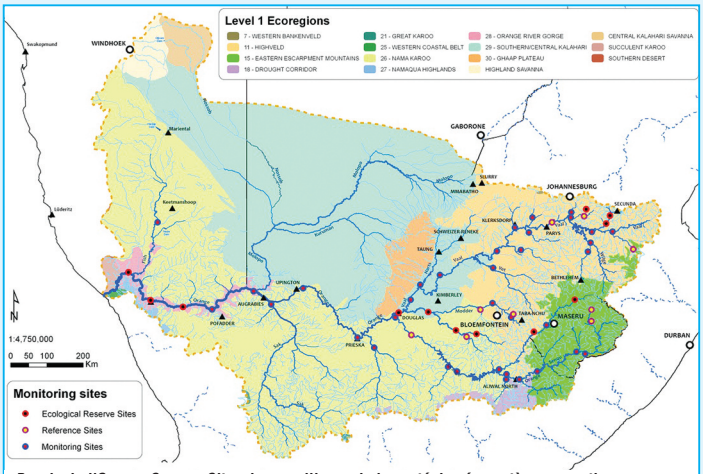
Figure 11 : Le cycle de la surveillance



Source : Rijkswaterstaat
RIOB 2013 - Atelier sur la surveillance, 13 novembre 2013

Exemple 29 : Le Programme de surveillance OSAEH (Santé des écosystèmes aquatiques de l'Orange-Senqu)

La Commission de l'Orange-Senqu (ORASECOM) favorise le développement équitable et durable des ressources de ce système fluvial, dont le bassin s'étend sur quatre pays : le Botswana, le Lesotho, la Namibie et l'Afrique du Sud, couvrant une superficie de 1000000 km².



Bassin de l'Orange-Senqu : Sites de surveillance de la santé des écosystèmes aquatiques

Dans le cadre de ses activités, l'ORASECOM a mis en place le programme de surveillance de la santé des écosystèmes aquatiques de l'Orange-Senqu (OSAEH), dont les objectifs sont :

1. de mesurer, d'évaluer et d'informer sur l'état écologique des écosystèmes aquatiques du système fluvial Orange-Senqu ;
2. de détecter et de faire un rapport sur les tendances spatiales et temporelles de l'état écologique des écosystèmes aquatiques, en se concentrant davantage sur la réponse de l'écosystème et moins sur les facteurs du changement ;
3. d'identifier et de signaler les problèmes qui émergent en rapport avec l'état écologique des écosystèmes aquatiques ;
4. de fournir des informations afin d'appuyer les recommandations pour un suivi plus poussé permettant d'enquêter sur les problèmes émergents.

La surveillance se divise en deux catégories :

1. la surveillance de routine - cette surveillance est effectuée à une fréquence prescrite afin de créer une base de données fiables sur l'état de chaque site et d'identifier les tendances ou les changements de cet état. La surveillance de routine est annuelle ou quinquennale ;
2. la surveillance d'investigation - ce suivi permet d'identifier les "points chauds" à chaque site de surveillance de routine. Cette surveillance ne peut pas être planifiée, mais doit répondre aux caractéristiques spécifiques de la situation actuelle afin d'établir la cause des problèmes.

La surveillance doit être régulière et concerner les mêmes sites, ceux-ci ne pouvant être changés sans motivation suffisante. En conséquence, la santé de l'écosystème peut être enregistrée au fil du temps, ce qui rend le programme de surveillance de plus en plus pertinent.

Pour plus d'information :
http ://www.orasecom.org/_system/writable/DMSStorage/661Manual%20for%20the%20Aquatic%20Ecosystem%20Health%20Programme.pdf

Pour assurer des résultats fiables et comparables dans le temps et dans l'espace, il est important de concevoir des méthodes et des protocoles d'échantillonnages, de prélèvements et de mesures robustes et standardisés.

Exemple 30 : AQUAREF, le laboratoire français de référence pour la surveillance des milieux aquatiques

En France, cinq établissements publics (BRGM, IFREMER, INERIS, IRSTEA, LNE) ont mis leurs compétences et leurs capacités de recherche au service d'un laboratoire national de référence pour la surveillance des milieux aquatiques dénommé AQUAREF. Ce laboratoire, créé en 2007, a pour objectif de proposer des outils et des méthodes permettant l'amélioration de la qualité des données de surveillance des paramètres chimiques et physico-chimiques ainsi que des éléments de qualité biologiques et ce dans les eaux de surface (continentales ou littorales) et les eaux souterraines.

Les trois missions principales d'AQUAREF sont :

1. Elaborer des règles relatives aux processus de mesure, de prélèvement et d'analyse afin d'harmoniser et de fiabiliser la qualité des données de surveillance ;
2. Etre force de proposition pour l'anticipation de la surveillance (identifier les risques émergents et développer les outils de surveillance future) ;
3. Représenter la France dans les groupes d'experts techniques européens.

Les travaux menés par AQUAREF sur les aspects "chimie" portent sur l'amélioration des méthodes de prélèvements et d'analyses des substances chimiques dans les eaux, sédiments et organismes aquatiques. Ils doivent permettre d'offrir une meilleure harmonisation des techniques de prélèvement, des méthodes analytiques permettant d'atteindre les prescriptions réglementaires pour les substances chimiques concernées par la surveillance, des méthodes de référence pour les analyses de substances émergentes qui ne font pas encore l'objet de prescriptions réglementaires, des méthodes alternatives aux techniques usuelles de prélèvements.

Concernant l'hydrobiologie, les travaux d'AQUAREF concernent l'identification des besoins méthodologiques, la programmation et le développement des protocoles, l'assistance des opérateurs dans leur mise en œuvre, en produisant des documents d'encadrement technique et en assurant des formations professionnelles, la production des textes susceptibles d'être standardisés, et l'assistance des pouvoirs publics dans la normalisation française et européenne.

Pour plus d'information :
http ://www.aquaref.fr/

Quels éléments surveiller ?

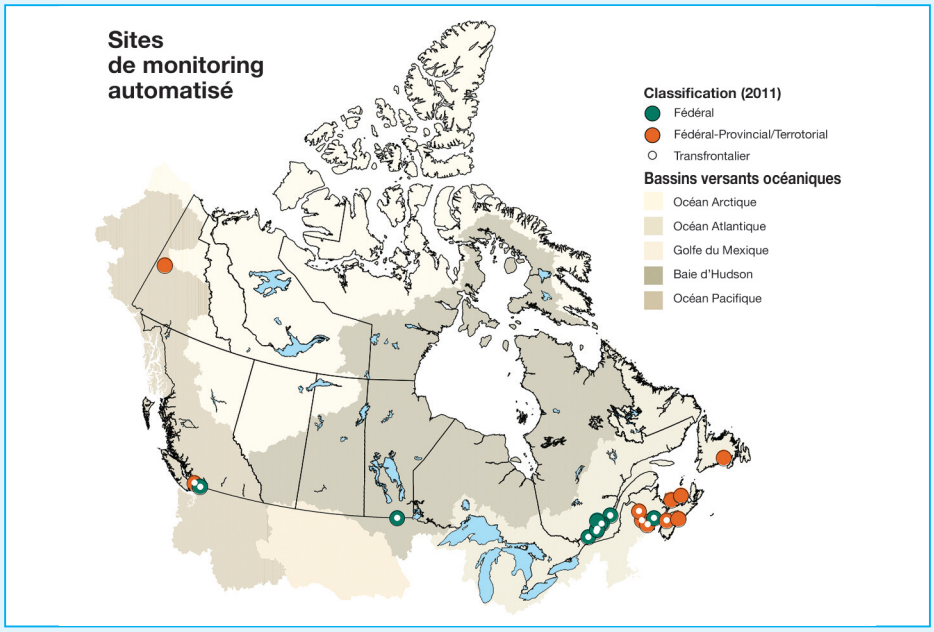
Le fonctionnement des milieux aquatiques repose sur l'ensemble de ses compartiments : l'eau, la flore, la faune et les habitats. Ainsi l'état d'un cours d'eau ou plan d'eau se caractérise par sa qualité biologique, mais également par des éléments de qualité physico-chimique, chimique et hydromorphologique. Pour permettre l'identification des principales altérations et leurs causes ainsi que les actions à réaliser, le diagnostic du milieu doit porter sur l'état de l'ensemble de ces composantes et la mesure de leur écart à des conditions de référence.

Les éléments de qualité chimique et physico-chimique

Les analyses physico-chimiques (température, oxygène, salinité, matières en suspension…) et chimiques (micropolluants tels que métaux lourds, pesticides, hydrocarbures…) renseignent ponctuellement sur la qualité de l'eau.

Exemple 31 : Sites de monitoring automatisé de la qualité de l'eau

Au Canada, le réseau de monitoring à long terme de la qualité de l'eau est établi en partenariat avec les provinces, les territoires et les ministères fédéraux. La plupart des stations surveillent toutes les heures la température, l'oxygène dissous, le pH, la conductance spécifique et la turbidité. La surveillance a pour objectif de détecter les déversements et réagir en conséquence, d'identifier les événements spécifiques et les tendances de la qualité de l'eau, notamment sur les sites transfrontaliers dans le cadre de la Commission Mixte Internationale (avec les Etats-Unis), et de rendre compte de l'état des écosystèmes aquatiques d'intérêt pour le gouvernement fédéral.



En 2011, le territoire canadien comptait 20 sites de surveillance à long terme de la qualité de l'eau. Deux sites transfrontaliers existent en Colombie-Britannique : l'un est fédéral et l'autre est à la fois fédéral et provincial. Le Manitoba dispose d'un site transfrontalier-fédéral. Cinq sites transfrontaliers-fédéraux et deux sites fédéraux sont situés au Québec. Le Nouveau-Brunswick possède quatre sites qui sont à la fois fédéraux, provinciaux et transfrontaliers, et trois sites fédéraux-provinciaux sont situés sur l'île-du-Prince-Edouard. La Nouvelle-Écosse compte un site fédéral-provincial et un site fédéral-provincial et transfrontalier. Un site fédéral-territorial est situé dans le Yukon.

Pour plus d'information :

http ://www.ec.gc.ca/eaudouce-freshwater/default.asp?lang=En&n=50947E1B-1

Les éléments de qualité biologique

Les analyses biologiques (peuplements de poissons, invertébrés, plantes aquatiques, organismes microscopiques du microplancton, etc.) permettent de détecter des dégradations chimiques et/ou physiques du milieu ayant pour conséquence un changement de la composition du peuplement. Elles fournissent des informations sur la modification de la qualité de l'eau sur des périodes de temps plus longues que les analyses physico-chimiques et chimiques.

Les espèces en bas de la chaîne alimentaire, comme les invertébrés benthiques (insectes aquatiques et des algues), fournissent des alertes précoces au sujet des contaminants et d'autres facteurs de stress environnementaux.

A noter cependant que l'introduction d'espèces invasives peut également entrainer un changement de la composition du peuplement sans nécessairement indiquer des modifications/dégradations chimiques ou physiques du milieu. C'est pourquoi en Europe par exemple, avec la mise en place de la Directive-Cadre sur l'Eau, les éléments de qualité décrits par les indicateurs biologiques doivent aussi décrire l'état écologique par rapport aux conditions de référence (pas ou peu de pressions anthropiques sur les peupements).

Exemple 32 : AUSRIVAS - Un système de biosurveillance pour les rivières

AUSRIVAS (Système australien d'évaluation des rivières) est un système de prévision rapide, utilisé pour évaluer la santé biologique des rivières australiennes. AUSRIVAS a été développé par le gouvernement fédéral en 1994, dans le cadre du Programme National sur la Santé des Rivières, pour répondre à une préoccupation croissante en Australie, au sujet du maintien des valeurs écologiques.

Les modèles de prévision sont un élément crucial d'AUSRIVAS et sont basés sur les modèles britanniques RIVPACS (Système de prévision et de classification des invertébrés dans les rivières). Ces modèles prédisent la possible apparition d'une faune de macroinvertébrés aquatiques sur un site en l'absence de stress environnemental, tel que la pollution ou la dégradation de l'habitat, à laquelle peut se comparer la faune recueillie sur un autre site. Ainsi, AUSRIVAS produit une évaluation biologique, qui peut être utilisée pour indiquer l'état de santé écologique global du site. Des modèles de prévision des macroinvertébrés ont été développés pour chaque Etat et territoire pour les principaux types d'habitats présents dans les systèmes fluviaux australiens, y compris les habitats des rapides, des rives, des étangs et du lit des rivières.

Chaque Etat / territoire possède des modèles construits à partir de données d'une seule saison en plus de modèles avec des données combinées sur plusieurs saisons. Le système prédictif AUSRIVAS et les méthodes d'échantillonnage qui lui sont associées, offrent un certain nombre d'avantages par rapport aux techniques traditionnelles d'évaluation. Les méthodes d'échantillonnage sont rapides et normalisées dans chaque Etat / territoire, les résultats peuvent être analysés rapidement, et les données sortant des modèles AUSRIVAS sont adaptées pour un éventail d'utilisateurs, y compris les groupes communautaires, les gestionnaires et les écologistes.

Pour plus d'information : http ://ausrivas.ewater.com.au/

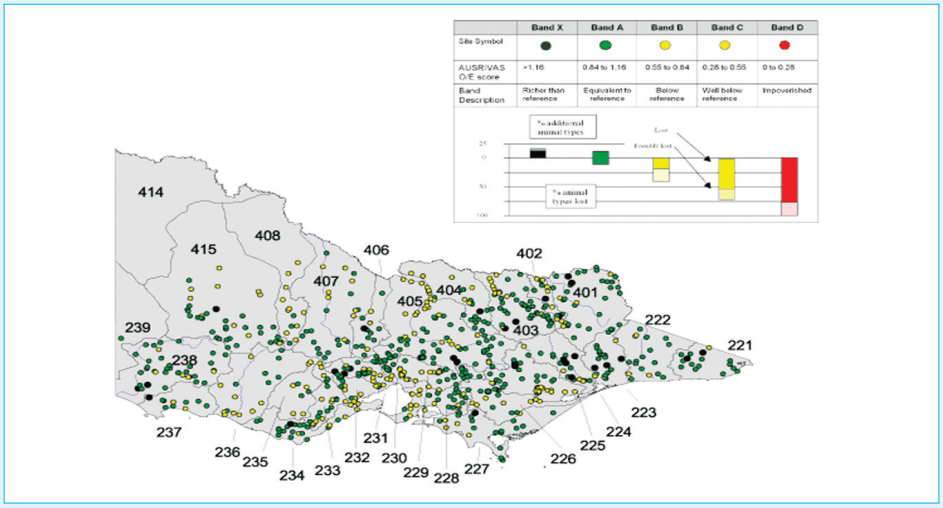


Figure : Résumé des résultats de l'évaluation biologique d'AUSRIVAS pour tous les sites fluviaux étudiés dans l'Etat de Victoria

Source : Centre de recherche sur l'Ecologie de l'Eau, 2001, données fournies par l'autorité compétente de l'Etat http ://www.environment.gov.au/node/21908

Les éléments de qualité hydromorphologique

L'étude du milieu physique permet de mettre en évidence les caractéristiques hydromorphologiques d'une rivière (régime hydrologique, continuité écologique, morphologie), mais aussi les pressions anthropiques et les dysfonctionnements hydromorphologiques.

Exemple 33 : La Directive-Cadre sur l'Eau et l'hydromorphologie - Défis et implications en Roumanie

Pour mettre en œuvre la Directive-Cadre sur l'Eau (DCE) avec succès et atteindre son objectif de bon état / potentiel écologique de toutes les masses d'eau, il faut identifier, évaluer et contrôler toutes les pressions anthropiques principales exercées sur les masses d'eau, y compris les pressions exercées sur la structure physique des cours d'eau. Il est donc crucial de développer partout en Europe un ensemble d'indicateurs hydromorphologiques, à différentes échelles spatiales et temporelles, assez puissants pour mesurer les changements dans l'état écologique des masses d'eau (rivières) et aider les décideurs à identifier les actions prioritaires.

Selon le Plan National Roumain de Gestion des Bassins (2009), sur un total de 3.399 masses d'eau, 1241 (soit 36 % de toutes les masses d'eau) risquent de ne pas atteindre les objectifs environnementaux d'ici à 2015. Près de la moitié de ces masses d'eau à risque présentent d'importantes altérations hydromorphologiques (15 % de toutes les masses d'eau identifiées sont fortement modifiées).

Si l'on tient compte des altérations hydromorphologiques identifiées dans les rivières roumaines, il est crucial de développer un ensemble d'indicateurs hydromorphologiques pour la mise en œuvre de la Directive-Cadre sur l'Eau.

L'Institut National d'Hydrologie et de Gestion de l'Eau a donc réalisé une étude afin de développer une méthodologie permettant d'établir un ensemble d'indicateurs hydromorphologiques pour les rivières roumaines. Cette méthodologie innovante prend en compte les forces, les limites et les lacunes des méthodes européennes et non-européennes existantes et intègre tous les éléments hydromorphologiques requis par la DCE pour une évaluation de l'état écologique.

La méthodologie est destinée à donner une base scientifique au système national de surveillance de l'eau et à l'évaluation de l'état des eaux. En outre, la méthodologie doit être un outil d'aide à la prise de décisions pour améliorer la qualité de l'eau en Roumanie.

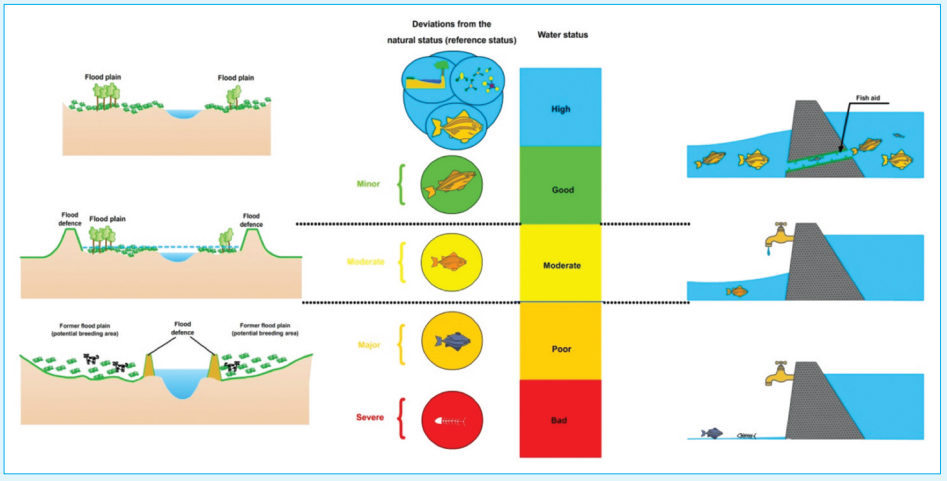


Figure : Les altérations hydromorphologiques et l'état écologique de l'eau (adaptation de Peter Pollard, Scottish Environment Protection Agency)

6.2 La surveillance après travaux de restauration

L'achèvement des travaux de restauration est souvent considéré comme la dernière étape du projet, mais n'est en fait que le début de la prochaine phase : le suivi. Afin de réaliser correctement ce suivi, il est en général nécessaire de disposer de valeurs avant la mise en place de la mesure. Il s'agit donc de construire en amont une stratégie de restauration, qui comporte des mesures sur les catégories de paramètres que l'on souhaite améliorer avec l'action envisagée. La surveillance de sites est importante pour caractériser l'évolution du milieu après les interventions, évaluer l'efficacité de l'action menée, et déterminer si des besoins d'ajustements ou des actions complémentaires sont nécessaires.

Cette surveillance permet également de participer à l'avancement des connaissances sur les interactions restauration / écologie, de conforter ou revoir la politique de financement des opérations, et d'améliorer leur mise en œuvre. Il peut être également intéressant d'évaluer les retombées socio-économiques des activités impactées par le projet. Enfin, la surveillance permet de participer à la construction de retours d'expériences sur lesquels les acteurs de la gestion des milieux aquatiques pourront s'appuyer pour porter de nouveaux projets.

Le suivi après actions doit se baser sur des mesures identiques (sites, éléments, protocoles, etc.) avant et après restauration permettant la caractérisation de l'évolution, et être réalisé après un délai minimum correspondant au temps de réponse du milieu. Un certain nombre d'actions peuvent, en fonction du contexte local, avoir des impacts qui n'avaient pas été envisagés (rétention d'eau, auto-épuration…). Il importe de considérer les impacts possibles des actions mises en œuvre et d'ajuster éventuellement le suivi en fonction d'impacts constatés ou suspectés qui n'auraient pas été anticipés ou pour lesquels on n'aurait pas collecté de données de monitoring dans la phase initiale.

L'avancée des effets du programme de restauration peut être évaluée à l'aide d'un tableau de bord (cf. Chapitre "Mesures de Rétention Naturelle de l'Eau, objectifs transversaux et résultats").

Exemple 34 : PRAGMO - Document d'orientation pour un suivi approprié des projets de restauration des rivières et des zones inondables (Royaume-Uni)

PRAGMO est un document d'orientation, qui vise à fournir un ensemble de directives pragmatiques pouvant aider un éventail de personnes, allant des organismes gouvernementaux aux groupes d'action communautaire, à déterminer le niveau de surveillance nécessaire pour établir des protocoles de suivi dans le cadre d'un projet de restauration de rivière.

Etant donné le large éventail d'organisations, de connaissances et de compétences, le document d'orientation comprend des stratégies de surveillance appropriées pour les différents groupes. Les étapes décrites sont destinées à aider le personnel technique travaillant pour les autorités compétentes, les consultants et les institutions universitaires ainsi que les organisations à fonds limités, qui peuvent avoir besoin de prouver la réussite de l'opération aux mandataires et aux bailleurs de fonds. Comme il s'agit d'un document "vivant", les techniques et les méthodes seront mises à jour au fil du temps.

suite ■■■

■■■ *Suite*

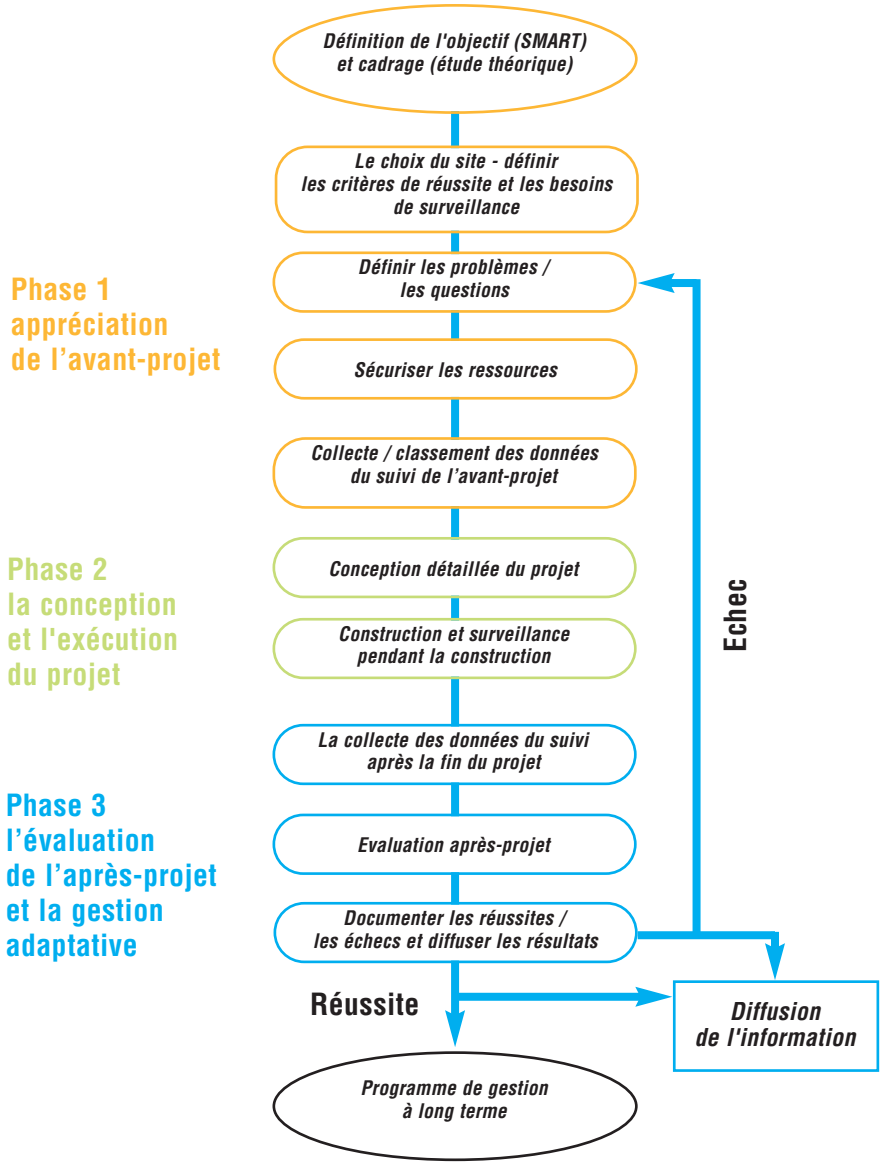


Figure : Diagramme du processus de restauration (adaptation de Bruce-Burgess, 2004)
Plus d'information :
http ://www.therrc.co.uk/rrc_pragmo.php

Encart 23 : REFORM - Restauration des rivières pour une gestion de bassin efficace Evaluation de la restauration hydromorphologique

Un nombre croissant de rivières a été restauré au cours des dernières décennies, mais seulement quelques projets ont été suivis, et de ce fait, les connaissances de l'effet de la restauration d'une rivière sur le milieu biotique sont limitées. Néanmoins, les résultats du suivi de plusieurs projets sont disponibles dans la littérature scientifique, revue par des pairs, et ont été compilés par des projets de recherche récents. Certains examens ponctuels ont déjà été publiés, mais une méta-analyse quantitative complète, résumant les conclusions des études existantes, manque.

Le principal objectif de REFORM (restauration des rivières pour une gestion de bassin efficace en Europe) est de fournir un cadre permettant d'améliorer les mesures de restauration hydromorphologique à moindre coût, en ciblant l'état ou le potentiel écologique des cours d'eau. L'objectif d'une étude a été d'évaluer l'effet de la restauration hydromorphologique sur le milieu biotique à partir des données existantes. Les objectifs spécifiques étaient de quantifier le résultat des restaurations, d'identifier le bassin, le tronçon de rivière, et les caractéristiques du projet, qui ont influencé (c'est-à-dire limité ou amélioré) l'effet de la restauration, et d'en tirer des recommandations pour la gestion des rivières.

Globalement, l'évaluation de la restauration hydromorphologique, basée sur les données de suivi existantes, a conduit à des conclusions intéressantes concernant la gestion des rivières. Toutefois, les données de suivi sont encore peu nombreuses. Ce qui suit conduirait à des résultats plus robustes, pratiques, pertinents et quantitatifs (des seuils par exemple) et bénéficierait à la gestion des rivières : (I) des données de suivi préalable, (II) des suivis de contrôle des impacts avant et après la restauration, (III) un plus grand nombre de projets suivis, (IV) la disponibilité de jeux de données de suivi à long terme afin d'étudier l'influence de la durée des projets. Une autre recommandation forte est un échange et une meilleure collaboration entre la science et la gestion des rivières dans la planification des programmes de suivi.

Pour plus d'information :
http ://www.reformrivers.eu/results/effects-of-river-restoration

Exemple 35 : Surveillance de la migration de l'anguille européenne (Anguilla anguilla) : Une méthode non intrusive de détection acoustique (sonar)

La Commission Européenne a adopté une législation (Règlement No.1100 / 2007), qui exige que tous les Etats Membres possédant des habitats naturels d'A. Anguilla, élaborent des plans de gestion de l'anguille. L'objectif de ces plans est de permettre qu'au moins 40 % de la biomasse d'anguilles argentées (à l'état adulte), produite avant toute influence anthropique, puisse s'échapper vers la mer.

Pour montrer le niveau de conformité avec ce chiffre cible et assurer la conservation de l'espèce, il est nécessaire de recueillir des jeux de données précises et fiables sur le taux d'échappement de l'Anguilla anguilla. Le but de cette étude était d'évaluer le potentiel du sonar multi-faisceaux à haute fréquence à recueillir ces données et d'examiner l'utilité de cette approche non intrusive pour la conservation des espèces aquatiques insaisissables telles que l'A. Anguilla.

La recherche a été réalisée entre juillet et novembre 2009 sur la rivière Huntspill (Somerset, Royaume-Uni), en utilisant un sonar multi-faisceaux à haute fréquence sondant toute la largeur de la rivière.

Les données et les informations obtenues avec ce type de recherche permettent de mieux comprendre les comportements et la dynamique des populations de A. Anguilla. Cette étude a montré que le sonar multi-faisceaux à haute fréquence est capable de surveiller en continu et peut enregistrer, de manière non intrusive, des événements peu visibles lors de la migration de l'A. Anguilla. Cette technologie permet de surveiller, la nuit et dans des milieux aquatiques turbides et relativement profonds (jusqu'à une profondeur de 300 m), les habitats spécifiques à travers lesquels l'A. Anguilla migre généralement pendant son échappée vers la mer.

suite ■■■

Suite

LOCALISATION

Localisation de la rivière Huntspill, Somerset (Royaume-Uni), avec une vue en plan et en coupe des vannes et des positions de l'unité Didson et du faisceau. Les flèches dans les vues en coupe et en plan indiquent le sens de l'écoulement. Adapté de Bilotta et al., (2011).

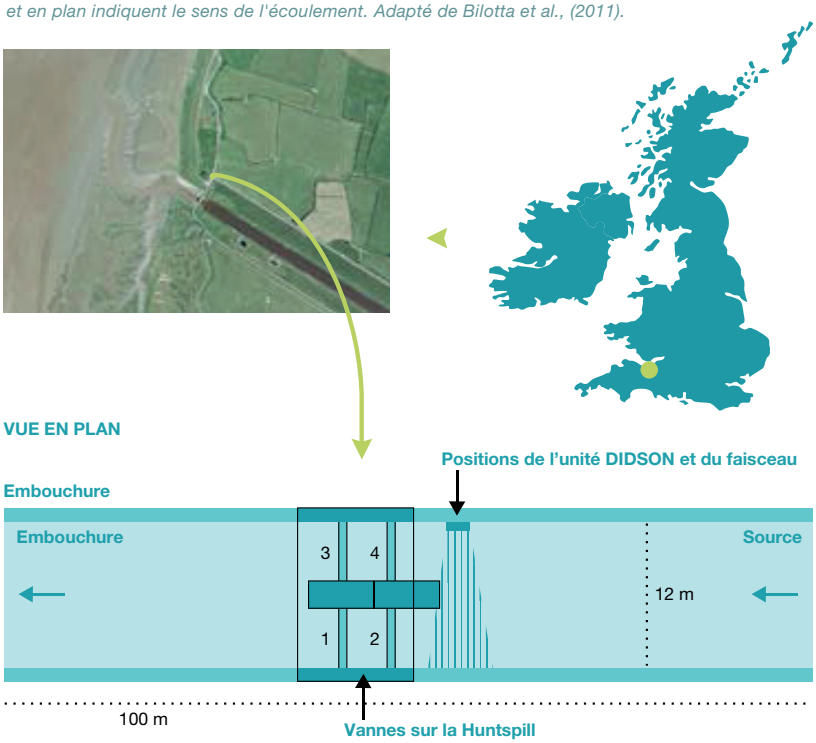


Figure : Migration de l'anguille européenne (de Bilotta, Sibley, Hateley et Don, (School of Environment and Technology / University of Brighton and Environment Agency) http ://www.fromseatosource.com/?page=DOWNLOAD

Exemple 36 : Le suivi et les résultats de la restauration des ruisseaux dans le Val des Choues, en Bourgogne, France

Le suivi :

La restauration du Val des Choues a été précédée d'un suivi scientifique, dont le but était de déterminer l'évolution des caractéristiques physiques et biologiques du site. Une évaluation initiale a été réalisée en 2005, en amont et en aval des étangs avant leur mise en assec. Après l'achèvement des travaux, un inventaire portant sur les peuplements d'invertébrés, de poissons et d'amphibiens, une cartographie et la description du milieu ont été réalisé pour mesurer la vitesse et la dynamique de la recolonisation du milieu et pour observer l'évolution morphologique du cours d'eau. Un suivi photographique régulier a fourni des informations visuelles supplémentaires.

Le bilan et les perspectives :

Les premiers résultats du suivi scientifique sont très prometteurs : les débits hivernaux ont permis au ruisseau de rétablir son lit sur la presque totalité du linéaire restauré. Il a repris un tracé légèrement sinueux dans le lit mineur très peu encaissé (berges de 10 à 20 cm de hauteur). La réponse a été meilleure que prévue, avec une évolution rapide du lit en faveur d'habitats biogènes liés à la présence d'embâcles. Cependant, les alluvions grossières (petits galets, graviers et sables) restent peu nombreuses et le fond du lit reste vaseux.

Le drainage des trois premiers étangs en juin a conduit à une explosion de la végétation. En moins de trois mois, les anciens étangs asséchés ont été recolonisés par une végétation naturelle - le saule blanc et le souchet brun principalement - stabilisant ainsi les sédiments.

Pour plus d'information :

http ://www.onema.fr/IMG/EV/publication/rex_r2_valchoues_vbatGB.pdf

7 Les aspects économiques et financiers

POINTS CLÉS :

- Les écosystèmes aquatiques et les services qu'ils rendent sont inestimables, mais l'évaluation économique des écosystèmes peut faciliter la hiérarchisation des enjeux et des choix.
- La valeur naturelle d'un écosystème comprend la structure de support de l'écosystème, la valeur du stock de "produits" et la valeur de "l'infrastructure naturelle".
- La valeur économique totale des écosystèmes est généralement décomposée en valeurs d'usage des services rendus et en valeurs de non-usage, associées à l'écosystème.
- Le consentement à payer (ou consentement à renoncer à des avantages fournis par l'écosystème) est basé sur la question suivante : Combien les usagers sont-ils prêts à payer pour que l'écosystème aquatique ne subisse aucune dégradation ?
- Le paiement des services écosystémiques fonctionne sur le principe d'une rémunération contractuelle d'acteurs, conditionnellement au maintien ou à la restauration des services écosystémiques.
- Le financement de l'action environnementale peut venir du budget du bassin dans le cadre d'un plan de gestion de bassin, ou de l'extérieur du bassin.

7.1 La valeur économique des écosystèmes aquatiques

Pour assurer le maintien ou la restauration des écosystèmes aquatiques et des services qu'ils rendent, il faut faire des choix s'appuyant sur la triple argumentation environnementale, sociale et économique. Dès lors, l'analyse économique des écosystèmes aquatiques est nécessaire. Au cours des dix dernières années, de nombreux documents ont fait état de l'importance de la valeur économique des écosystèmes, en particulier à travers la perte engendrée par leur dégradation.

Ainsi selon certaines sources (Wageningen, 2008), le montant des pertes en services écosystémiques dans le monde en 2010 serait estimé à près de 12000 milliards d'Euros, soit de l'ordre de 6 % du Produit Intérieur Brut mondial.

Encart 24 : Pertes en services écosystémiques

Valeur des pertes annuelles en services écosystémiques en milliards d'Euros par an en 2010

	Montant	% PIB
Zones naturelles	- 12703	6,50
Zones naturelles dénudées	- 6	
Forêts gérées	+ 1691	0,87
Agriculture extensive	- 819	0,42
Agriculture intensive	+ 736	0,38
Biocarburants ligneux	+348	0,18
Pâturages cultivés	- 1181	0,60
Total Monde	- 11933	6,10

L'étude "L'économie des écosystèmes et de la biodiversité (TEEB)", réalisée en 2007, donne une valeur des pertes annuelles des services écosystémiques évaluée à 50 milliards d'euros. Cette évaluation porte sur l'ensemble des services écosystémiques et donc dépasse très largement le cadre des écosystèmes aquatiques.

7.1.1 Pourquoi une évaluation économique des écosystèmes aquatiques ?

Les écosystèmes aquatiques et leurs services rendus sont a priori et objectivement inestimables. N'ayant pas de "prix" (au sens économique du terme), l'action s'est souvent faite par le passé en ignorant leur valeur dans les calculs économiques, tant en terme patrimonial qu'en terme de service rendu.

Il en a résulté des décisions problématiques conduisant à une mauvaise allocation des ressources (accroissement de prélèvements dans un cours d'eau…), une disparition de services rendus par les écosystèmes (effet de régulation de débit d'une zone humide…), avec des impacts négatifs sur le bien-être des populations concernées, parfois à court terme mais le plus souvent à une échelle de temps relativement longue.

L'évaluation économique des écosystèmes ne vise pas nécessairement les "meilleures" décisions mais plutôt une amélioration dans les prises de décision. Ainsi en donnant une valeur monétaire à un écosystème aquatique, on fait l'hypothèse que son "capital naturel" sera introduit dans les calculs économiques liés à des projets et que l'on retiendra une valeur chiffrée la plus réaliste possible pour tout phénomène de dégradation, de surexploitation du milieu et de ses ressources. En outre, cette évaluation peut faciliter la hiérarchisation des enjeux et des choix dans un cadre de développement durable.

En fin de compte, les évaluations économiques des écosystèmes apportent des éléments d'information chiffrés et fiables sur lesquels peuvent s'appuyer les décisions publiques et privées, collectives ou individuelles.

7.1.2 Qu'est-ce que la valeur économique d'un écosystème aquatique ?

La valeur patrimoniale de l'écosystème serait celle introduite à l'actif du bilan comptable au même titre que les valeurs immobilières ou foncières par exemple ; c'est aussi la valeur de perte du bien "écosystème" ou la valeur de remplacement de ce bien. La valeur patrimoniale de l'écosystème comprend trois parties :

❶ La valeur de la structure de support de l'écosystème

Il s'agit par exemple de la valeur monétaire du terrain sur lequel fonctionne une zone humide, ou la valeur d'un plan d'eau naturel (terrain et réserve d'eau), ou encore le linéaire de cours d'eau (lit de rivière et eau), chacun constituant le fondement du milieu aquatique concerné. La valeur de la structure de support de l'écosystème peut en règle générale être facilement appréhendée à travers le marché foncier environnant. Il faut néanmoins être conscient que la valeur issue des références du marché peut varier sensiblement en fonction de l'intérêt projeté : un hectare de zone humide, pour un agriculteur ou pour un urbaniste, a peu de valeur monétaire du fait des investissements nécessaires à engager en préalable pour le valoriser en culture ou en urbanisation (drainage ou remblai de la zone humide, voire surcoût en infrastructure).

❷ La valeur du stock de "produits" ou "matières " marchandisables liées à l'écosystème

Un étang peut contenir une quantité importante de poissons qui constitue, au sens économique, un stock de capital circulant vivant. De même, une tourbière possède un stock de matière (tourbe) valorisable économiquement sur un marché à un certain prix. Le sous-sol du lit de la rivière peut contenir des granulats ou sables extractibles et commercialisables. Cette valeur de "stock de matière" est plus difficile à déterminer à la fois en quantité (cas de la tourbe : nécessité d'étude de terrain pour quantifier la masse de tourbe, sa qualité etc. ; pêche électrique pour quantifier et qualifier le stock de poissons) et en prix. Néanmoins, dans bon nombre de cas, un marché existe et permet d'identifier des prix de référence, qu'il convient d'adapter ensuite au contexte précis.

❸ La valeur de l'écosystème proprement dit, c'est-à-dire la valeur de l'infrastructure naturelle

Les infrastructures naturelles fournissent des services environnementaux (cf. Chapitre Gestion et restauration des écosystèmes aquatiques) au travers des éléments qui composent la biocénose de l'écosystème.

Par exemple, une zone humide, en facilitant la dégradation des matières organiques et des matières azotées et phosphatées possède un pouvoir d'autoépuration, assimilable à une station d'épuration. Ces services rendus peuvent être assimilés à des infrastructures avec, d'une part, le service rendu (traitement d'eaux polluées, abattement de pollution) et d'autre part, l'unité nécessaire (station d'épuration, unité de production d'eau potable). L'analyse économique patrimoniale s'intéresse à cette seconde partie. Il s'agira de rechercher des éléments qui permettent de donner une valeur monétaire à cette infrastructure naturelle, sachant que pour certains éléments comme la biodiversité floristique et faunistique, la tâche n'est pas aisée.

Une autre distinction dans la valeur économique des écosystèmes est de considérer ceux qui font ou peuvent faire l'objet de transaction sur un marché et donc dénommés "marchands" et ceux considérés comme "non marchands" car non échangeables sur un marché. Pour la catégorie "marchands", il peut s'agir de biens comme le capital représenté par un "étang" ou une partie de rivière avec toutes ses composantes (eau, biologie…) qui selon le contexte peut faire l'objet d'échange. Il peut aussi s'agir de service écosystémique comme la fourniture d'eau, la production de tourbe…

Les écosystèmes et services écosystémiques non marchands sont typiquement ceux attachés à la biodiversité en général, sachant que certaines parties de celle-ci peuvent devenir bien marchand : c'est le cas des plantes médicinales par exemple. La séparation entre biens écologiques marchands et non marchands reste néanmoins difficile à appréhender, d'autant que ce qui peut être non marchand aujourd'hui peut devenir marchand plus tard.

Exemple 37 : La vision de l'OCDE sur la valeur des écosystèmes

Le manuel OCDE (2002) a retenu une vision assez globale de la valeur des écosystèmes selon trois rubriques :

1. la valeur instrumentale, dérivée d'une fonction objectif, comme la recherche du bien-être des humains ; le classement des situations de bien-être étant basé sur les préférences, les valeurs instrumentales des écosystèmes le sont aussi ;
2. les valeurs esthétiques, basées sur les préférences ; la "beauté" des paysages, leur diversité ou certains éléments de la biodiversité (y compris l'agro-forêt-biodiversité) sont des supports de valeurs esthétiques ;
3. les valeurs morales, clairement non instrumentales ; elles traduisent l'idée que l'écosystème est le support de valeurs intrinsèques ou inhérentes.

7.1.3 Méthode d'évaluation des écosystèmes aquatiques

Evaluer économiquement les écosystèmes aquatiques nécessite plusieurs conditions :

- disposer de connaissances suffisantes et extrapolables sur l'état et l'évolution des écosystèmes ;
- identifier les différents types de valeur que peut revêtir l'écosystème, et cerner celles qui peuvent être traduites en valeur monétaire ;
- définir des méthodes claires pour mesurer (et actualiser) ces valeurs.

La première question importante est celle de l'aire pertinente à évaluer : la surface de zone humide ou le linéaire du cours d'eau dégradés par exemple, ou les habitats perturbés.

Une façon de procéder est de partir de l'évaluation des services environnementaux rendus par l'écosystème. Par exemple, la quantification de l'effet d'épuration de la zone humide (quantité physique) permet ensuite la recherche de la valeur moyenne d'investissement nécessaire pour un tel niveau d'épuration. A partir de ces données, on peut rechercher l'investissement équivalent qui donnerait le même type de résultat (valeur d'investissement de substitution ou compensation).

Une autre méthode est d'appliquer ces valeurs de services environnementaux sur une échelle de temps (50 à 100 ans au moins) et de retenir comme valeur de l'écosystème le cumul des valeurs annuelles des services rendus par l'écosystème.

Reste que l'analyse des services écosystémiques intègre principalement des valeurs d'usage, qui ne constituent pas, même en élargissant à des usages futurs ou conditionnels, la valeur totale de l'écosystème. En effet, les écosystèmes comportent des entités qui ne sont pas remarquées à ce jour, mais qui pourraient le devenir à l'avenir.

En préalable du processus d'évaluation économique, il est indispensable de procéder à une étude exhaustive précise de l'écosystème, de son fonctionnement et de l'identification des différents services qu'il fournit. Il faut ensuite quantifier ces services (taux d'épuration, quantité de recharge d'aquifère, quantité restituée en période sèche, quantité d'eau stockée en période d'excès de précipitation, …). A l'échelle d'un bassin, ces éléments permettent de hiérarchiser les écosystèmes, en se fondant sur des données techniques assorties d'informations fournies par des experts et par des interviews d'usagers.

Exemple 38 : Protocole proposé dans le projet de Parc Naturel Régional du Cotentin et du Bessin (PNR) (France)

Le protocole proposé incluait des activités à dominante écologique :

- Identifier les types de zones humides présentes dans la zone d'étude considérée, leur superficie et leur état de préservation actuel, les informations nécessaires à cette étape descriptive étant généralement bien documentées ;
- Identifier la liste complète des services rendus par les différents types de zones humides présents, combinant données, rapports techniques et dires d'experts locaux ;
- Caractériser chacun des services fournis à partir d'analyses du fonctionnement des zones humides, des usages et de leurs relations.

S'il est possible en théorie d'attribuer un ensemble de services aux zones humides, la pratique souligne la connaissance actuelle limitée de leur fonctionnement et la difficulté de ce travail d'investigation. Le choix d'indicateurs permettant d'assurer la quantification des services rendus est guidée par leur pertinence pour renseigner au mieux le rôle des zones humides et pour être utilisables. En pratique, l'état de la connaissance permet rarement de quantifier avec précision les services d'une zone humide particulière : la quantification mobilise alors les caractéristiques du site étudié pour extrapoler les résultats et données disponibles sur d'autres sites aux caractéristiques similaires. Quelles que soient l'information et les méthodes mobilisées, les incertitudes des valeurs obtenues sont systématiquement précisées.

Les analyses sur le site du PNR ont souligné les difficultés particulières rencontrées pour quantifier le service de purification de l'eau associé aux zones humides. En effet, la quantification géochimique du service épuratoire est délicate et il est rare de trouver des études pertinentes à l'échelle du site d'étude.

Les dimensions sociale et culturelle constituent également une pierre de voûte de l'évaluation économique des services écosystémiques, comme le démontre par exemple l'utilisation de l'analyse conjointe pour appréhender les préférences individuelles. La mobilisation de sociologues spécialisés dans les questions de patrimoine culturel et naturel pourrait ainsi renforcer les analyses préparatoires à l'évaluation économique afin d'appréhender d'une manière plus fine et robuste ces dimensions.

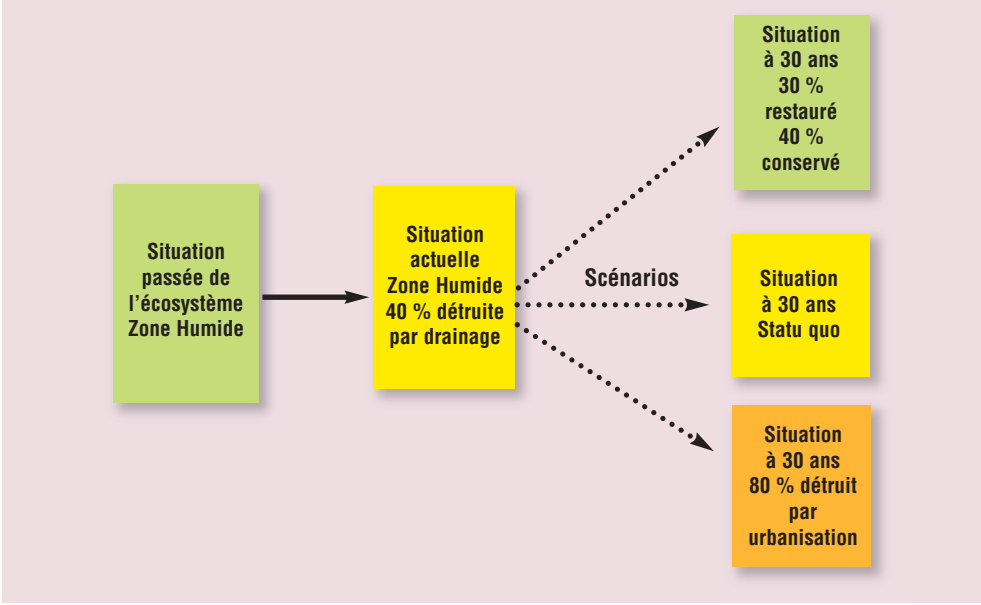
7.1.4 Evaluation monétaire de la restauration des écosystèmes aquatiques

Deux options se présentent dans l'analyse monétaire des écosystèmes :

1. L'option "macro" par laquelle on fixe un objectif de situation des écosystèmes (conservation et restauration) à atteindre ; cet objectif global, par exemple pour un pays ou pour un bassin, est traduit en coût global de restauration / conservation qui est ensuite comparé aux résultats réels ou prévisionnels ; on est alors dans une analyse coût / efficacité ;
2. L'option "micro" relative à un projet identifié, par laquelle on s'interroge sur l'intérêt d'une restauration ou non ; dans ce cas, on compare le coût de restauration avec le gain obtenu grâce à la restauration (gain du service rendu), ce qui conduit à une analyse coût / avantage.

L'évaluation effectuée dans le cadre de l'analyse coût / avantage a pour principe la comparaison des options de choix, en affectant à chacune d'elles les inconvénients et les avantages en terme économique. Cela implique de se placer dans des scénarios qui intègrent des hypothèses quant à l'évolution des écosystèmes en interactions avec les activités humaines. Ces scénarios dépendent des connaissances relatives à la dynamique des écosystèmes plus ou moins anthropisés et des hypothèses quant à l'évolution des activités humaines dans le bassin (population, économie, …). Ils peuvent aussi intégrer les objectifs affichés en matière de conservation.

Figure 12 : Exemple de scénarios d'évaluation monétaire



Bien entendu, l'emploi de références est possible mais il faut noter à ce jour l'insuffisance de références à l'échelle mondiale, tant pour la valeur économique du capital écosystème que pour la valeur économique des services écosystémiques. Il faut noter aussi la grande dispersion des données existantes ainsi que la nécessaire actualisation de ces données à mesure que l'on étudie plus précisément la question. Au fil des ans, la méthode s'affine et la valeur économique calculée des écosystèmes augmente.

Une analyse économique exhaustive doit amener à établir la valeur économique totale des écosystèmes qui se décompose classiquement entre :

- les valeurs d'usage des services rendus par l'écosystème qui comprennent les avantages retirés par la population de l'utilisation des actifs (capital naturel) et des pratiques liées à ce capital naturel, tout en n'entraînant pas leur consommation ;
- les valeurs de non-usage associées à l'écosystème, qui traduisent les avantages retirés par d'autres.

Par rapport à un projet, cette valeur totale correspond aux coûts environnementaux totaux du projet.

Les limites des calculs économiques tiennent pour beaucoup aux incertitudes liées à :

- La difficulté à caractériser et quantifier précisément les services ;
- L'imperfection des méthodes utilisées ;
- Les imprécisions des valeurs unitaires utilisées ;
- Les incertitudes quant au facteur d'extrapolation des valeurs unitaires (population concernée, volumes prélevés, etc.).

7.1.5 Actualisation des valeurs

Il y a nécessité d'actualiser les données dans la mesure où la valeur des écosystèmes s'établit sur de très longues périodes. Pour prendre en compte le long terme, il faut utiliser un taux d'actualisation identique à celui employé pour d'autres aspects du calcul économique (par exemple 4 % aujourd'hui, décroissant au-delà de 30 ans). On peut aussi retenir jusqu'en 2050 une augmentation moyenne des prix relatifs des services écosystémiques d'environ 1 % (voire plus dans les situations de pertes irremplaçables) par rapport aux biens manufacturés. Ceci conduit à multiplier par 40 la valeur du service annuel pour obtenir une valeur totale actualisée.

Exemple 39 : Le "Millennium Ecosystem Assessment"

Le "Millennium Ecosystem Assessment" propose une classification des services des écosystèmes qui distingue quatre ensembles :

1. les "services d'auto entretien", ou d'assistance, non directement utilisés par l'homme mais qui conditionnent le bon fonctionnement des écosystèmes (recyclage des nutriments par exemple),
2. les "services d'approvisionnement " (ou de prélèvement), qui conduisent à des biens appropriables (prélèvement d'eau douce par exemple),
3. les "services de régulation" c'est-à-dire la capacité à moduler dans un sens favorable à l'homme des phénomènes comme le climat, l'occurrence et l'ampleur d'évènements extrêmes ou différents aspects du cycle de l'eau (crues, étiages, qualité physico-chimique),
4. les "services culturels", à savoir l'utilisation des écosystèmes à des fins récréatives, esthétiques et spirituelles.

Dans une approche de la valeur d'un écosystème, il est utile de tenter d'identifier pour cet écosystème le contenu de ces quatre types de services rendus possibles.

Pour plus d'information : http ://www.millenniumassessment.org/en/index.html

L'initiative (2009) "l'Économie des écosystèmes et de la biodiversité" (TEEB) elle-même appuyant la révision du système de comptabilité nationale des Nations Unies, ou encore "l'Initiative pour une économie verte", avec un objectif sous-tendu ou annoncé de verdir la fiscalité, associer des critères d'écoéligibilité aux subventions publiques pour limiter leurs effets négatifs sur la biodiversité, constituent des références utiles.

7.1.6 Consentement à payer

En dehors de l'analyse économique des écosystèmes en termes de valeur du capital et de valeur des services, il est nécessaire dans bon nombre de cas d'approcher le consentement à payer de la part des usagers, ou du consentement à renoncer à des avantages fournis par l'écosystème.

Le principe se fonde sur la question suivante : combien l'usager est-il prêt à payer dans une unité de temps définie (par jour, par an…) pour que l'écosystème aquatique ne subisse aucune dégradation, ou plus encore pour qu'il soit restauré ? En d'autres termes, les usagers peuvent-ils accepter des formes de compensation à des dégradations des écosystèmes aquatiques et pour quels montants ? Cette question peut avoir plusieurs degrés de réponse, selon qu'il s'agit d'obtenir une compensation "en nature" (cf. les "mitigation banks"), d'obtenir un service final équivalent par des moyens différents ou de maintenir le sentiment de bien-être de la population en obtenant, en remplacement des services des écosystèmes détruits, d'autres sources de satisfaction.

De manière similaire, dans le cadre d'un projet qui impacte un écosystème aquatique, la question est : combien l'usager est il prêt à perdre à travers le renoncement à certains avantages fournis par l'écosystème aquatique. L'intérêt de cette approche est de pouvoir afficher une valeur chiffrée monétaire à un ensemble d'éléments qui sont par ailleurs extrêmement subjectifs et qualitatifs.

Exemple 40 : Parc Naturel Régional du Cotentin et du Bessin (PNR)

La méthodologie mise en œuvre s'est articulée en trois étapes :

1. Comprendre le fonctionnement et la dynamique des zones humides du site du PNR ;
2. Estimer individuellement les valeurs monétaires des biens et services écosystémiques du site d'étude, par l'application de différentes méthodes d'évaluation économique. En particulier, une analyse conjointe a été développée permettant d'appréhender notamment la valeur de non-usage associée aux zones humides et à leur biodiversité ;
3. Estimer la valeur économique totale des zones humides du site du PNR par l'agrégation raisonnée des valeurs économiques individuelles obtenues pour chaque service et à mettre en perspective les résultats ainsi obtenus. Cette troisième étape fournit également les clés permettant d'appréhender la fiabilité du transfert de valeurs et d'identifier les conditions nécessaires à l'utilisation des valeurs.

Les informations et connaissances mobilisées au cours de ces trois étapes ont été obtenues par :

- une revue de la littérature ;
- des entretiens avec des acteurs clés du site du PNR ;
- des "focus groups" avec des habitants en relation avec le site ;
- un atelier de partage permettant une mise en commun et une validation des résultats à mi-parcours.

7.1.7 Monétarisation des services rendus par les zones humides

Différentes méthodes ont été appliquées pour traduire les biens et services des zones humides en valeurs monétaires :

1. Les méthodes qui déduisent la valeur d'une zone humide (ou plus souvent de l'une de ses fonctions) à partir des coûts qui seraient engagés si celle-ci venait à disparaître ou son fonctionnement altéré, que ce soient la méthode des coûts évités, la méthode des coûts substituts ou la méthode des coûts de remplacement. Ces méthodes ont été appliquées pour des services tels que la purification de l'eau, l'écrêtement des crues, ou encore la régulation du climat (stockage de carbone par les tourbières en particulier) ;
2. La méthode du transfert de bénéfices, qui utilise les résultats d'études similaires existantes pour estimer la valeur de la zone humide concernée, a ponctuellement été utilisée pour valoriser le service d'éducation et de recherche ;
3. Les méthodes qui révèlent la valeur d'une zone humide (ou de l'une de ses fonctions) en utilisant un marché substitut fictif (méthode d'analyse conjointe ou des choix expérimentaux) qui permettent d'appréhender la plus grande diversité de valeur (usage et non-usage).

Exemple 41 : Etude sur les marais en France

En 2009, le Ministère de l'Ecologie et le Commissariat Général au Développement Durable en France ont lancé une étude portant sur trois sites de zones humides situées dans le bassin Seine-Normandie : La Bassée avec 24000 ha dont 13000 en zone humide, la Vallée de l'Oise avec 11000 ha dont 8000 en zone humide et le Parc Naturel Régional (PNR) du Bessin et Cotentin (Normandie) avec 148000 ha dont 49000 en zone humide. L'étude a permis de tester la méthodologie et de fournir une première série de références chiffrées sur la valeur économique totale des zones humides et le consentement à paiyer de la part des usagers.

Dans cet exemple, la Valeur Economique Totale calculée pour les zones humides s'échelonne de 117 à 218 millions d'euros/an, selon les hypothèses prises, soit rapportée à l'hectare de zone humide, une valeur moyenne de 2400 à 4400 euros.

Le consentement à payer a aussi été évalué pour les valeurs de non-usage, via une enquête réalisée auprès de 800 personnes, concernant les trois services suivants :

- La valeur esthétique et la valeur récréative, caractérisées par les attributs "accès au site" et "paysage" ;
- Le service de purification de l'eau, caractérisé par l'attribut "qualité de l'eau" ;
- La biodiversité caractérisée par l'attribut "animaux et végétaux", en se référant au nombre d'espèces et à la taille de leur population.

Valeur accordée au PNR

Service	Consentement à payer (euro/personne/an)
Biodiversité	9 euros
Purification de l'eau	15 euros
Paysage et accès au site	15 euros
Total	**39 euros**

L'étude a mis en lumière certaines questions à approfondir :

1. la question du "facteur de monétarisation" par lequel on multiplie la valeur unitaire du service rendu pour obtenir la valeur de monétarisation de chaque service écosystémique de la zone évaluée ;
2. les résultats exprimés en valeurs par service et par hectare selon le type de zone humide concerné ;
3. les services pour lesquels la valeur est difficile à obtenir, par exemple les impacts marchands sur le tourisme et la santé, la valeur scientifique et la valeur culturelle.

7.2 Paiement des services écosystémiques

Les services écosytémiques sont les services fournis par les écosystèmes et qui bénéficient à la population. Le "Millenium Ecosystem Assessment" a fourni en 2005 un cadre général qui permet d'appréhender la question des services écosystémiques.

Les services écosystémiques, fournis "gratuitement" par la nature, dépendent de la vitalité et de la pérennité des écosystèmes aquatiques. Or les pressions multiples exercées engendrent soit une tendance à la réduction du service rendu (par exemple, le lit majeur remblayé d'une rivière ne joue plus son rôle d'espace d'expansion de crue et donc ne rend plus le service de lutte contre les inondations), soit une disparition du service parce que l'écosystème a été détruit (la zone humide asséchée qui ne remplit plus son rôle d'éponge ou d'épuration).

Pour lutter contre cette évolution néfaste, deux types d'actions sont possibles :

1. une action coercitive par la réglementation (par exemple, la protection légale d'un biotope qui interdit toute activité humaine d'exploitation ou d'urbanisation, ou encore l'obligation faite à tout usager de maintenir le débit environnemental d'une rivière pour assurer en étiage la vie aquatique) ;
2. une action négociée ou contractuelle, entre usagers / bénéficiaires et acteurs du milieu.

Le concept des Paiements des services écosystémiques (PSE) entre dans cette dernière catégorie et vient donc en complément des actions obligatoires, sans s'y substituer. Le principe du mécanisme réside dans la rémunération contractuelle d'acteurs, conditionnée au maintien ou à la restauration d'un ou plusieurs services écosystémiques préalablement identifiés.

Encart 25 : Les Paiements des services écosystémiques en chiffres

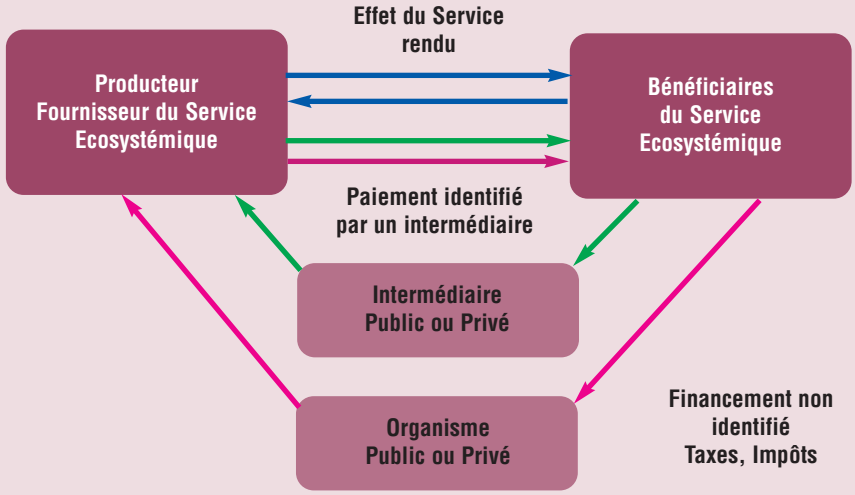
1. Selon le PNUE, en 2010, la valeur annuelle de tous les services rendus par les écosystèmes (eau, nourriture, biodiversité, …) a été estimée entre 21000 et 72000 milliards de dollars US.
2. En 2011, la valeur des paiements annuels a été évaluée à 8,2 milliards US $ et concernait 205 programmes actifs et 76 en préparation. La superficie gérée pour produire ces services au niveau des bassins versants est de 117 millions d'ha, dont 116 comptabilisés en Chine.

Ces chiffres révèlent tout autant l'intérêt des Paiements des services écosystémiques que la modestie des actions : 117 millions d'ha contre 12 millions d'ha défrichés par an, ou 5 milliards d'ha de surface agricole dans le monde, dont 1,4 milliards de terres arables.

Dans la mise en œuvre des PSE, la négociation entre les bénéficiaires de services et les fournisseurs ou producteurs de services est privilégiée. Cette négociation se concrétise par un contrat selon lequel les bénéficiaires s'engagent à rémunérer / payer le fournisseur qui par ses actes s'engage à maintenir ou améliorer le(s) service(s) écosytémique(s).

Le volontariat est souvent mis en avant dans la mise en œuvre de cet instrument ; néanmoins la réalité et les expériences pratiques montrent que bien souvent le PSE comprend à la fois une partie service payé (paiement pour incitation) selon un processus volontaire et une partie relative à une collecte de finances selon un processus régalien et contraint (taxe par exemple). Ainsi une taxe pollueur - payeur obligatoire pousse l'agriculteur à réduire la pollution par des engrais, quand dans le même temps une aide à l'hectare de bande enherbée le long du cours d'eau l'incite à se porter volontaire pour une telle action.

Figure 13 : Schéma général de mise en œuvre des PSE



La mise en œuvre opérationnelle des PSE renvoie à trois enjeux principaux :

❶ L'efficacité environnementale amène à évaluer l'impact des changements de pratiques individuelles sur la production d'un service donné. C'est ce qui permet de cibler les fournisseurs de services écosystémiques à indemniser en priorité pour accroître l'efficacité environnementale du programme. En pratique, les paiements sont souvent effectués de manière uniforme, en fonction de la surface ou d'un linéaire et des efforts consentis par les fournisseurs, mais pas en fonction des résultats.

❷ L'efficience économique des PSE est liée à la question de l'additionnalité de la fourniture du service par rapport à un scénario de statu quo. Autrement dit, le PSE apporte-t-il une valeur ajoutée ou au contraire, les acteurs payés auraient-ils mené les activités concernées même sans paiement, volontairement ou non ?

❸ L'équité se pose dans la mesure où, en principe, les PSE rémunèrent ceux qui ne sont pas prêts à changer leurs pratiques volontairement, et qui n'ont pas à le faire de manière obligatoire selon la réglementation. Cependant, dans le même temps, certains acteurs seront volontaires pour modifier spontanément leurs pratiques, sans attendre d'indemnisation. Le recours à des paiements uniformes permet une meilleure équité entre les acteurs fournisseurs.

En tout état de cause il convient de bien mesurer les limites des PSE :

- l'effet d'aubaine c'est-à-dire le fait qu'un acteur saisit l'opportunité de recevoir une rente pour agir en fait comme par le passé ;
- le paiement du service pour l'arrêt ou la modification d'une activité qui est par ailleurs illégale.

En termes économiques, pour que l'opération fonctionne, il faut que le paiement du service écosystémique soit supérieur au coût d'opportunité ou de production du service pour le fournisseur (ou manque à gagner).

Deux aspects sont à étudier et à prendre en compte en ce qui concerne la valeur des services environnementaux :

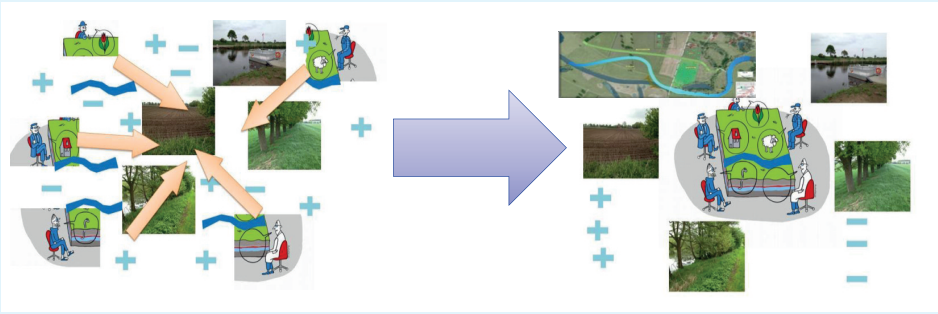
- D'une part, il faut approcher la valeur du service écosystémique par exemple à l'échelle d'un bassin ou d'un sous-bassin, et par-delà fixer des objectifs globaux pour ce service et élaborer des instruments de gestion et de suivi à ce niveau (vision "macro") ;

- D'autre part, on vise à internaliser, dans le coût de chaque projet ou action locale ses impacts sur les écosystèmes, de sorte que l'évaluation socioéconomique de sa rentabilité en tienne compte. Cela suppose des valeurs de référence "microéconomiques" à intégrer dans les évaluations pour les pollutions et prélèvements d'eau.

Exemple 42 : La Vecht est-elle inestimable ? - Générer des fonds par des paiements pour services écosystémiques dans la région transfrontalière de la Vecht

Un écosystème de bassin de rivière comme celui de la vallée de la Vecht possède des caractéristiques et des processus, que la société peut utiliser, et qui lui rendent ainsi des services. Des changements qui se produisent dans l'écosystème génèrent des coûts et des avantages pour les différentes parties prenantes.

Ce projet cherche à établir si un système de PSE est une approche utile pour soutenir la mise en œuvre de mesures de restauration de la rivière au niveau de la gestion locale de l'eau. En plus d'un processus de planification en cours pour la restauration des zones inondables transfrontalières, un processus réaliste de recherche participative a été mis en place, avec un groupe d'acteurs locaux chargé d'identifier les coûts et les avantages, et de simuler une négociation pour l'obtention de financements supplémentaires.



Quelques conclusions :

- la restauration des zones inondables génère des coûts et des avantages importants, qui vont au-delà des intérêts de la gestion de l'eau ;
- les coûts principaux et les avantages, par exemple la protection de la nature et le tourisme, s'influencent mutuellement de sorte qu'ils sont affectés par la conception et la structure détaillée des mesures ;
- Les discussions ont fait apparaître que les différences transfrontalières étaient moins pertinentes que les différences entre acteurs. Cependant, des cadres institutionnels variés ont abouti à une appréciation différente de l'impact des mesures ;
- Le processus de négociation simulée sur les PES a généré des fonds supplémentaires, par exemple en ajoutant les activités touristiques de la région. Cependant, la simulation n'a pas permis de lever le montant requis pour la mise en œuvre des mesures.

Les remarques des intervenants ont été :

- en ce qui concerne le tourisme, le projet est trop petit et les bénéfices trop incertains pour apporter un soutien ;
- en termes de protection de la nature, générer des fonds supplémentaires pour soutenir les activités touristiques ne se justifie pas car celles-ci pourraient nuire à la nature ;
- pour les municipalités, le montant des fonds proposé dépend aussi de l'engagement attendu des autres parties prenantes ;
- les agriculteurs anticipent des coûts qu'ils devront encourir et demandent compensation.

Pour plus d'information :

http ://www.interessen-im-fluss.de/en/projekts_/vecht_pes/

Exemple 43 : Le projet de paiement des services environnementaux dans le bassin de Tinkisso (Guinée)

En amont du bassin du Tinkisso, un des principaux affluents du Niger en République de Guinée, la dégradation des écosystèmes fait reculer le bien-être des populations et aggrave leur vulnérabilité au changement climatique. En particulier, la dégradation du bassin versant a entraîné l'envasement d'un petit barrage dont la production d'électricité a été réduite.

Le projet vise à étudier les conditions de la réhabilitation du barrage, en vue de rétablir la production d'électricité au bénéfice de la population et de l'économie de la région. Le projet a pour objectif de promouvoir la gestion intégrée du bassin à travers l'approche écosystémique pour réduire les effets du changement climatique et accroître les bénéfices des communautés vivant en aval et en amont du barrage. Le projet est basé sur une approche économiquement incitative, au bénéfice des communautés chargées de restaurer et conserver les services environnementaux des bassins situés en amont. Le projet doit aboutir aux résultats suivants :

- La définition, avec les parties prenantes, des conditions techniques, environnementales et socio-économiques pour la réhabilitation du réservoir du barrage ;
- La définition des objectifs et des outils de gestion durable appropriés pour assurer le maintien des services environnementaux ;
- La participation des groupes d'utilisateurs du barrage, des membres de la société d'exploitation et des agents des services techniques au processus de prise des décisions relatives à la gestion du barrage et des écosystèmes du bassin.

Pour plus d'information :

https ://www.iucn.org/fr/propos/union/secretariat/bureaux/paco/programmes/prezoh/premi/premi_projets/premi_repase/

Exemple 44 : Protection des ressources pour l'eau de Vittel (France)

La méthode utilisée a comporté trois étapes.

Depuis 20 ans, Agrivair, filiale de Vittel SA, est engagé dans une stratégie de protection des ressources en eau dans le bassin où les eaux de Vittel sont exploitées. Cette structure apporte un appui technique et financier auprès des exploitants signataires de contrats de protection de la ressource. La méthode est fondée sur la collaboration avec les parties prenantes du bassin, en particulier les agriculteurs, et le volontariat.

A la fin des années 1980, les sources d'eau risquaient une altération qualitative, liée notamment à des pratiques agricoles pouvant augmenter potentiellement le taux de nitrate contenu dans les sols abritant les eaux souterraines. A l'issue de la période de recherche, les scientifiques ont préconisé l'abandon des produits phytosanitaires sur l'ensemble de l'impluvium, la rotation des cultures et le compostage des déjections animales.

Pour remplir sa mission, Agrivair déploie une politique de protection concertée qui a amené à une gestion du territoire garantie "zéro pesticide" sur près de 10000 hectares et 11 communes. L'accompagnement des agriculteurs se fait sur la base de recherches, d'expérimentations, et de la participation des parties prenantes.

Le territoire de Vittel est l'exemple d'une interrelation bénéfique entre activités humaines et écosystème. La transition écologique de l'impluvium a atteint un niveau de maturité qui permet aujourd'hui à Agrivair de s'investir dans de nouveaux projets qui lient étroitement développement économique et écologique du territoire.

Concernant l'agriculteur, le principe est l'élaboration d'un cahier des charges visant le "zéro phytosanitaire" tout en garantissant une agriculture moderne, pérenne et rentable. Un dialogue a été instauré avec les exploitants concernés et des chercheurs pour mettre en œuvre le nouveau modèle agricole, tout en solutionnant les problématiques principales des exploitants.

En 20 ans, 26 fermes ont adopté le nouveau système, et 95 % des terres agricoles sont désormais protégées sur le bassin versant de la source d'eau minérale naturelle. Le travail effectué a bénéficié du soutien des pouvoirs publics et de l'Agence de l'Eau.

Pour développer des PSE, il est utile de suivre le schéma suivant :

1. Identifier les fonctions remplies par l'écosystème et en regard, identifier les services rendus par cet écosystème ;
2. Analyser les services écosystémiques dans le contexte du bassin en déterminant ceux qui paraissent les plus pertinents et prioritaires ;
3. Procéder à la quantification technique des services écosystémiques retenus ;
4. Faire une évaluation économique des services écosystémiques ; soit à partir de références déjà usitées, soit en établissant les données économiques à partir des informations existantes dans le bassin ;
5. Déterminer des coûts unitaires pour la protection et la restauration des services ;
6. Evaluer si nécessaire le consentement à payer de la population concernée ;
7. Rechercher des compromis entre les coûts et le consentement à payer, et fixer les montants unitaires des PSE.

7.3 Le financement des actions environnementales

Le financement des actions environnementales dans les bassins peut se faire selon deux canaux principaux :

1. Des financements internes au bassin. L'utilisation à l'échelle du bassin des principes pollueur - payeur et préleveur - payeur permet d'engranger une taxe ou redevance versée par les usagers de l'eau qui entre dans le budget du bassin. Ce budget sert à l'organisme de bassin pour mettre en œuvre les mesures décidées dans le cadre du plan pluriannuel de gestion de bassin. La condition est que des actions en faveur des écosystèmes aquatiques du bassin soient inscrites dans le plan de gestion ;
2. Des financements externes au bassin. Le budget de l'Etat, les budgets des autorités locales, ou encore le budget des instances interétatiques (Union Européenne, Commission économique régionale…) sont aussi une source de financement importante pour développer des actions de conservation et restauration des écosystèmes aquatiques dans les bassins. C'est le cas avec l'Union Européenne qui apporte des financements sur ces actions (dans le cadre de la Politique Agricole Commune et du Programme de Développement Rural - FEADER), qui viennent conforter les enveloppes financières des Etats et gouvernements locaux.

Exemple 45 : Mise en place d'un système de redevances sur l'eau en Bulgarie

La Bulgarie a apporté beaucoup de changements positifs à sa politique de l'eau au cours des 20 dernières années.

En particulier, la mise en œuvre de la Directive-Cadre européenne sur l'Eau (DCE) a conduit à la création de quatre Autorités de Bassin (Directions de Bassin).

Ces Directions de Bassin sont responsables de la mise en œuvre de la DCE et notamment de l'élaboration d'un Plan de Gestion de Bassin (RBMP) et des programmes de mesures. Le système bulgare actuel de redevances sur l'eau pourrait être élargi et révisé. En se fondant sur l'expérience française, le système de redevances sur l'eau pourrait avoir les caractéristiques suivantes ; il doit être :

Simple : la structure principale du système (formule de calcul) doit rester claire et compréhensible (même si la formule comprend des coefficients qui pourraient être détaillés) ;

Progressif : l'un des enjeux majeurs est de faire accepter le paiement de redevances sur l'eau au secteur économique. Une bonne stratégie consiste à créer un système progressif en commençant par des redevances relativement modestes ;

Equitable : le calcul des redevances doit être le même dans chaque secteur économique et le montant de la redevance doit refléter l'usage de l'eau ou la pollution émise et son évolution ;

Incitatif : le système doit être conçu de telle sorte que la redevance constitue une incitation à utiliser l'eau de façon rationnelle et à réduire la pollution de l'eau ; les redevances doivent non seulement apporter des recettes, mais aussi être un élément moteur suffisamment puissant pour changer les comportements ;

Rentable : le coût de la gestion du système de redevances sur l'eau doit rester limité, notamment par rapport aux revenus générés par les redevances.

Les différentes redevances devraient être votées au niveau national, avec un niveau minimum et maximum pour chaque catégorie de redevances, et conçues au niveau du bassin hydrographique par le Comité de Bassin. Plusieurs valeurs seuils par paramètre sont également nécessaires au niveau national. Ces valeurs déterminent le paiement limite de la pollution par paramètre.

Le montant total des redevances, perçu par l'agence de bassin, doit alimenter le budget du bassin et être utilisé pour élaborer et mettre en œuvre le programme de mesures, lié au plan de gestion du bassin.

8 Conclusion

Les ressources en eau douce, qui sont limitées et aléatoires, sont de plus en plus utilisées, gaspillées et polluées, avec pour résultat des écosystèmes aquatiques menacés et parfois détruits. Dans un contexte de changements mondiaux, une meilleure gouvernance, respectueuse de l'environnement est l'une des principales clés du développement durable et de la réduction de la pauvreté.

La gestion intégrée des ressources en eau des rivières, des fleuves et des lacs doit être organisée au niveau d'un bassin. Une plus grande reconnaissance doit être accordée au rôle et aux services rendus par les écosystèmes aquatiques, car ceux-ci fonctionnent comme des "infrastructures vertes ou naturelles" et fournissent de nombreux services, tels que la régulation des débits et l'auto-purification de l'eau.

Il faut une meilleure gestion intégrée des bassins pour mettre en œuvre des mesures telles que la restauration et l'entretien des écosystèmes aquatiques, utilisant des moyens naturels ou des mesures de rétention naturelle de l'eau, qui améliorent l'état de l'eau et la gestion des inondations. Il est nécessaire de renforcer les relations et les échanges entre les secteurs, afin de mieux intégrer les différentes politiques, de communiquer les avantages des démarches à utiliser pour restaurer les rivières, de mobiliser les partenaires des autres secteurs, et de partager les travaux et les outils disponibles dans différents pays pour faciliter les mesures de restauration des rivières.

Les communautés locales doivent également accroître leur participation aux projets de restauration des écosystèmes. L'accès aux résultats de la surveillance et aux connaissances sur l'eau et les milieux aquatiques doit être étendu pour atteindre une grande partie du public. Les clés d'une politique de l'eau réussie sont une bonne connaissance et un accès facile aux données et aux informations sur l'état et l'évolution des ressources en eau, des écosystèmes et sur leurs utilisations.

Les sites Web

Centre agronomique tropical de recherche et d'enseignement supérieur (CATIE)
http ://www.catie.ac.cr/

Réseau des Organismes de Bassin d'Europe Centrale et Orientale (CEENBO)
ceenbo.mobius.ro

Centre Ibérique de Restauration des Cours d'Eau (CIREF)
http ://www.cirefluvial.com/en/

Eaufrance
www.eaufrance.fr/ressources/documents

GWP - Partenariat Mondial de l'Eau
www.gwp.org

Boîte à outils du GWP
www.gwptoolbox.org

Le Futur que nous voulons
http ://www.un.org/en/sustainablefuture/

Réseau Asiatique des Organismes de Bassin (NARBO)
www.narbo.jp

OCDE
http ://www.oecd.org

Office International de l'Eau (OIEau)
www.oieau.fr

ONEMA
www.onema.fr/Preserver-et-restaurer-lhydromorphologie-et-la-continuite-des-cours-deau

PNUE
http ://www.unep.org

Réseau Latino-américain des Organismes de Bassin (RELOB)
www.ana.gov.br/relob/?lang=es
www.rebob.org.br

Réseau Méditerranéen des Organismes de Bassin (REMOB)
www.remoc.org

Réseau International des Organismes de Bassin (RIOB)
www.riob.org

UNESCO-IHE
http ://www.unesco-ihe.org

Water for Life
http ://www.waterforlife.alberta.ca/

Références

Banque Mondiale ; 2009 ; Environmental Flows in Water Resources Policies, Plans, and Projects. Findings and Recommendations

Commission Européenne ; 2012 ; Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources

Commission Européenne ; 2013 ; Building a Green Infrastructure for Europe

GWP - RIOB ; 2009 ; Manuel de Gestion Intégrée des Ressources en Eau par Bassin

GWP TEC. TEC Background 7 ; Février 2003 ; Effective Water Governance

IIED ; 2014 ; Watered down? A review of social and environmental safeguards for large dam Projects

IUCN ; 2011 ; Governance of Ecosystem Services

Millenium Ecosystem Assessment ; 2005 ; Ecosystems and human well-being

ONEMA, 2011. Evaluer les services écologiques des milieux aquatiques : enjeux scientifiques, politiques et opérationnels

ONEMA, 2011. La restauration des cours d'eau : Retours d'expérience sur l'hydromorphologie

ONEMA, 2014. Comment développer un projet ambitieux de restauration d'un cours d'eau ?

Regulated Rivers : Research & Management, 12 ; 1996 ; A general protocol for restoration of regulated rivers

RIOB / GWP / UNESCO / CEE-ONU / GEF ; Mars 2012 ; Manuel de la gestion intégrée des ressources en eau dans les bassins des fleuves, des lacs et des aquifères transfrontaliers

TEEB ; 2007 ; The Economics of Ecosystems and Biodiversity

UNGA ; Mai 21, 1997 ; Convention sur le droit relatif aux utilisations des cours d'eau internationaux à des fins autres que la navigation

Wageningen ; 2008 ; The cost of policy inaction : the case of not meeting the 2010 target

Commission Mondiale des Barrages ; 2000 ; Barrages et développement : un nouveau cadre pour la prise de décision

Lectures complémentaires

Association Internationale pour l'Hydroélectricité ; Novembre 2010 ; Hydropower Sustainability Assessment Protocol

Centre de Coordination des Ressources en Eau (CEDEAO) ; octobre 2012 ; Lignes directrices pour le développement d'infrastructures hydrauliques en Afrique de l'Ouest

Front Ecol Environ ; 2009 ; How well do we understand the impacts of alien species on ecosystem services? A pan-European, cross-taxa assessment

OCDE (2002), Manuel d'évaluation de la biodiversité. Guide à l'intention des décideurs

PNUE-RIOB ; novembre 2014 ; Premier Forum International des Organismes de Bassin sur l'Environnement - Vers une gouvernance durable des ressources en eau
Nairobi, Kenya

RIOB ; 13-15 août 2013 ; 9ème Assemblée Générale Mondiale du Réseau International des Organismes de Bassin, Fortaleza - Brésil

RIOB ; 20-23 janvier 2010 ; 8ème Assemblée Générale Mondiale du Réseau International des Organismes de Bassin, Dakar - Sénégal

RIOB ; 7-9 juin 2007 ; 7ème Assemblée Générale Mondiale du Réseau International des Organismes de Bassin, Debrecen - Hongrie

RIOB ; 24-28 janvier 2004 ; 6ème Assemblée Générale Mondiale du Réseau International des Organismes de Bassin, La Martinique - Antilles françaises

RIOB ; 28-30 mai 2002 ; 5ème Assemblée Générale du Réseau International des Organismes de Bassin, Québec, Province de Québec - Canada

RIOB ; 30 sept.-4 octobre 2000 ; 4ème Assemblée Générale du Réseau International des Organismes de Bassin, Cracovie - Pologne

RIOB ; 1-4 décembre 1998 ; 3ème Assemblée Générale du Réseau International des Organismes de Bassin, San Salvador de Bahia - Brésil

RIOB ; 2-4 octobre 1997 ; 2ème Assemblée Générale du Réseau International des Organismes de Bassin, Valence - Espagne

RIOB ; 27-29 mars 1996 ; 1ère Assemblée Générale du Réseau International des Organismes de Bassin, Morelia - Mexique

La Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) devrait être organisée au niveau des bassins des rivières, des fleuves, des lacs et des aquifères.

Aujourd'hui, des progrès importants sont nécessaires pour passer de la théorie à la pratique et prendre des mesures concrètes pour préserver et restaurer les écosystèmes aquatiques, qui jouent un rôle clé en tant qu'infrastructures vertes dans la régulation des régimes des cours d'eau et l'amélioration de la qualité de l'eau.

Pour faciliter ce processus, le Réseau International des Organismes de Bassin (RIOB), le Global Water Partnership (GWP), l'Office International de l'Eau (OIEau) et l'ONEMA ont uni leurs efforts pour rédiger ce manuel. Ce document vise à donner des conseils pratiques sur la façon d'améliorer la gestion des écosystèmes aquatiques, à partir d'exemples de réalisations dans différents bassins nationaux ou transfrontaliers.

Ce manuel s'adresse aux gestionnaires de bassins fluviaux et lacustres, aux professionnels de l'eau et aux représentants des autorités publiques, ainsi qu'aux acteurs non gouvernementaux impliqués dans la gestion des bassins et la restauration des écosystèmes.

Réseau International de Organismes de Bassin - RIOB
Office International de l'Eau
21, Rue de Madrid
75008 Paris - France
Tél. : +33 1 44 90 88 60
E-mail : secretariat@riob.org
Web : www.riob.org

Global Water Partnership - GWP
Secrétariat
Drottninggatan 33
SE-111 51 Stockholm - Suède
Tél. : +46 8 522 126 30
E-mail : gwp@gwp.org
Website : www.gwp.org

Office International de l'Eau
21, rue de Madrid
75008 Paris - France
Tél. : +33 1 44 90 88 60
E-mail : dg@oieau.org
Web : www.oieau.org

ONEMA - Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques
5, square Félix-Nadar
94300 Vincennes - France
Tél. : +33 1 45 14 36 00
Web : www.onema.fr

ISBN : **978-91-87823-15-2**