

Estimation et disposition des Débits Environnementaux dans les cours d'eau méditerranéens



Fotografías cedidas por el CENEAM - O. A. DE PARQUES, ESPAÑA



Ce document a été développé
en accord avec les activités du
Réseau Méditerranéen des
Organismes de Bassin

Concepts, méthodes et pratique émergente

Mars 2004



Les différents secteurs intéressés dans l'usage de l'eau exercent une pression pour sauvegarder les fonctions et les services écologiques combinés, sociaux et hydrologiques offerts par les systèmes de ressources naturelles –et font intervenir ces perspectives dans une planification et une gestion des ressources en eau à tous les niveaux, depuis la planification à l'échelle locale jusqu'à celle du bassin.

Introduction

Au cours de la dernière décennie, des progrès considérables ont été réalisés en Méditerranée en intégrant les préoccupations d'ordre environnemental aux défis émergents de gestion relatifs aux ressources en eau.

Des initiatives politiques telles que la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (2000) et la nouvelle législation nationale pour la promotion de la gestion intégrée des ressources en eau dans de nombreux pays non communautaires de la région, reflètent clairement les transformations importantes qui se produisent dans le domaine du contrôle, de l'évaluation et de la gestion de l'eau.

L'environnement, autrefois considéré comme une question marginale, devient de plus en plus central pour la gestion durable et la protection à long terme des ressources en eau.

Par exemple, il existe une prise de conscience croissante du rôle important des écosystèmes d'eau douce et des zones humides dans le cycle hydrologique des bassins hydrographiques, en plus du rôle crucial qu'ils jouent en tant qu'habitat pour de nombreuses espèces végétales et animales. Les

mesures pour conserver et améliorer la qualité écologique des fleuves ont un rôle de plus en plus important dans les stratégies de sauvegarde concernant la qualité et la quantité futures des ressources en eau douce, particulièrement dans les bassins où la pression sur les ressources naturelles est importante.

Certes, les perspectives semblent prometteuses, mais il faut cependant surmonter de nombreux obstacles au changement avant que les fonctions écologiques et hydrologiques combinées des zones humides et des systèmes de ressources naturelles soient complètement réalisées. Dans ce contexte, les débits environnementaux sont apparus comme un concept clé pour mettre en rapport les préoccupations concernant les ressources en eau et celles relatives à la gestion de l'environnement, et autour duquel se développe actuellement une nouvelle génération d'outils et de méthodes.

Qu'est-ce qu'un débit environnemental?

Un débit environnemental est l'attribution d'eau à des fleuves et à des systèmes associés d'eaux souterraines d'une qualité, quantité, fréquence et durée suffisantes pour maintenir des écosystèmes et zones humides d'eau douce et leurs bénéfices,

Encadré 1:

Termes utilisés pour décrire les débits d'eau relatifs au maintien écologique des cours d'eau

- Débit environnemental: un débit spécifié pour maintenir certaines caractéristiques d'un écosystème fluvial, la plupart du temps pour limiter les prélèvements ou dérivations d'eau pendant la période sèche.
- Débit réservé: un terme utilisé pour désigner la quantité d'eau réservée qui permet d'assurer la durabilité à long terme des fonctions et services de l'écosystème aquatique.
- Débit de compensation: un terme utilisé pour désigner le volume d'eau libéré en aval d'un barrage.
- Débit débordant: un débit temporaire plus élevé que la moyenne qui est libéré dans le but de nettoyer un réseau hydrographique de sa vase et de ses décombres afin de mettre en oeuvre des processus environnementaux clés
- Besoins en débit réservé (BDR): un terme auparavant d'une portée limitée pour désigner les débits environnementaux dans les courants fluviaux, souvent focalisé sur la survie des poissons. Le terme est aujourd'hui utilisé pour suggérer des cadres holistiques pour l'établissement de régimes de débit.
- BDR de maintien: un régime de débit nécessaire au maintien des fonctions de l'écosystème fluvial permettant aux plantes et aux animaux de se reproduire la plupart des années.
- BDR de sécheresse: un régime au débit extrêmement réduit qui est alloué pendant des années de sécheresse pour maintenir des espèces sans pour autant contribuer à leur reproduction.

là où le fleuve est soumis à des usages compétitifs et à une régulation de débit.

Il s'agit de l'attribution d'eau permettant d'atteindre les conditions environnementales choisies, suivant un processus d'estimation environnementale, sociale et économique, là où un équilibre acceptable a été établi entre des conditions d'écosystème recherchées et d'autres besoins sociaux et économiques en eau.

La Table 1 présente plusieurs termes qui ont été utilisés pour définir les débits pour le maintien écologique des cours d'eau. Des approches plus étroites ont mis l'accent sur un débit minimum – souvent une seule valeur fixe. On admet, à présent, que lorsque l'on fait une estimation des débits nécessaires pour préserver les écosystèmes d'eau douce et les services qu'ils rendent (à savoir les débits d'étiage, les débits de crues saisonnières et exceptionnelles, et les rythmes fluviaux tels que les écoulements quotidiens des pics de recharge provenant des barrages pour l'énergie hydraulique), il faut prendre en compte le régime hydrique dans son ensemble.

Des approches plus larges prennent également en compte les interactions entre des débits d'eaux de surface et souterraines, ainsi que les impacts interactifs de la régulation de débit sur le changement d'habitat et de morphologie du fleuve, la qualité de l'eau, et les cycles de substances nutritives et de sédiments.

Les valeurs socioéconomiques, de loisirs et de patrimoine culturel sont aussi des éléments importants dans les approches modernes pour l'estimation et la disposition de débits environnementaux – qui visent à optimiser les bénéfices pour tous les intérêts qui sont en jeu en matière d'usage de l'eau et les risques partagés de façon équitable

À quel niveau les estimations de débit environnemental interviennent dans une gestion intégrée des ressources en eau?

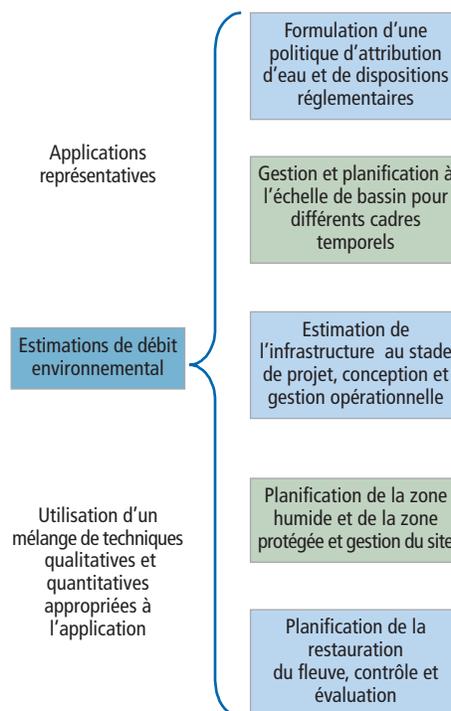
Les connaissances et les informations scientifiques résultant de l'estimation des besoins en débit environnemental, estimation réalisée dans un cadre élargi de planification à l'échelle du bassin hydrographique, ont permis d'identifier de

manière plus claire et mieux documentée les types d'interventions, comme par exemple:

- La protection et l'optimisation des fonctions hydrauliques que les écosystèmes et les zones humides remplissent pour améliorer la disponibilité ou la qualité de l'eau;
- La minimisation ou l'atténuation des impacts de nouveaux développements de ressources en eau et des politiques de régulation de débit;
- La restauration des zones humides et des écosystèmes dégradés par des développements antérieurs, et
- L'établissement de politiques de partage des bénéfices et des risques, ainsi que le calcul des coûts de compensation des tiers.

Le schéma 1 illustre la façon dont les estimations de débit interviennent dans la planification des ressources en eau à différents niveaux, pour différents buts et cadres temporels.

Shéma 1 Estimations de débits environnementaux dans une gestion intégrée des ressources en eau.



Les estimations de débit environnemental offrent une méthode systématique pour établir un équilibre entre des valeurs économiques, sociales et environnementales dans l'attribution et la gestion de l'eau – dans lesquelles la quantification des besoins environnementaux a été depuis longtemps reconnue comme l'inconnue de l'équation.



En Italie, la protection de la pêche a accéléré la première législation sur les débits environnementaux en 1978. De façon similaire, la première législation en France a été la loi sur la pêche de 1984.

Dans la planification du bassin, des estimations de débit environnemental sont nécessaires pour fixer des objectifs de débit fluvial à long terme et pour définir une politique d'attribution d'eau sensible sur le plan écologique. Au stade de projet, des estimations soutiennent l'évaluation du projet et l'étude d'impact environnemental. Elles contribuent également à la gestion adaptative, telle que l'établissement de politiques pour gérer les écoulements en aval de barrages.

Les acteurs de la conservation ont longtemps défendu l'utilisation des estimations de débit environnemental comme un instrument essentiel pour mettre en rapport la gestion d'un site de zone humide et la planification à l'échelle de bassin. C'est donc reconnaître que les écosystèmes aquatiques et les zones humides ne peuvent pas être gérés en faisant abstraction des autres activités en amont.

L'expérience montre qu'estimer les débits environnementaux à travers une approche participative regroupant équipes pluridisciplinaires et parties prenantes crée des conditions qui permettent de mener à bien un dialogue mieux informé sur les objectifs de gestion de la rivière. Ceci est d'une importance primordiale lorsqu'il s'agit de faire des choix de compromis complexes en matière d'attribution d'eau. Menés correctement, ces exercices aident à briser les barrières de la communication et à réduire les conflits.

Il est important d'introduire des estimations de débits environnementaux dès les premières étapes du cycle de planification. Si elles sont remises à plus tard, les problèmes peuvent s'aggraver et les solutions sont susceptibles d'entraîner des coûts environnementaux, économiques et sociaux plus élevés.

Quelles sont les dispositions politiques et réglementaires significatives?

Des conventions internationales et de nombreux accords pan-méditerranéens sur le développement durable offrent une base pour le développement de politiques et de réglementations nationales sur les débits environnementaux. La Table 2 présente trois exemples.

Engagements internationaux et régionaux en matière de débits environnementaux

- Sur la gestion intégrée des ressources en eau
La déclaration Med-21 (Turin-1994) et les déclarations postérieures sur la gestion locale de l'eau (dont la plus récente à Turin en 1999) abordent le problème de la spécification des débits environnementaux dans les eaux de surface des pays méditerranéens.
- Sur la conservation et la gestion des zones humides
Conformément à la déclaration de Venise sur les zones humides méditerranéennes (1996), tenue à Ramsar (1971), les politiques pour assurer la qualité et la quantité d'eau permettant le maintien des fonctions naturelles et des valeurs des zones humides doivent être adoptées dans les pays méditerranéens.
- Sur les écosystèmes d'eau douce
Conformément à la Convention sur la diversité biologique (1992), des débits doivent être déterminés pour la préservation des écosystèmes d'eau douce ainsi que des mesures pour en faire l'estimation.

Ces accords recueillent un large consensus pour travailler en perspective d'une estimation spécifique de contexte et d'une attribution de débits environnementaux comme moyen de promotion pour la gestion durable des ressources en eau et de conservation de la riche biodiversité des régions et des valeurs patrimoniales.

La Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE UE, 2000)

La DCE est l'élément à plus longue portée de la législation paneuropéenne qui fait intervenir des questions d'ordre environnemental et de gestion de l'eau (voir Cadre 3). Deux concepts clés que la DCE introduit dans l'agenda législatif des pays méditerranéens communautaires sont l'"état écologique" des eaux et la "gestion de l'eau" à l'échelle de bassin hydrographique.

La DCE oblige ces pays à modifier leur législation

Objectifs globaux de la DCE 2000 (Article 4)

- Empêcher de futures détériorations, protéger et intensifier le statut des écosystèmes aquatiques et des zones humides associées;
- Promouvoir l'usage durable de l'eau basée sur la protection à long terme des ressources en eau disponibles;
- Intensifier la protection et l'amélioration de l'environnement aquatique;
- Assurer la réduction progressive de la contamination des eaux souterraines et empêcher leur contamination future; et
- Contribuer à atténuer les effets de crues et de sécheresses.

nationale pour que leurs eaux atteignent un "bon état" (pour 2015). Un "bon état écologique" (BEE), composant important du "bon état", doit inclure une estimation des communautés d'espèces biologiques, de l'habitat et des caractéristiques hydrologiques des eaux, en combinaison avec l'estimation traditionnelle de la qualité chimique.

Cependant, selon les arguments invoqués par des observateurs, il y aurait encore à palier un grand fossé entre les exigences de la DCE et les actions mises en oeuvre à l'heure actuelle par de nombreux pays.

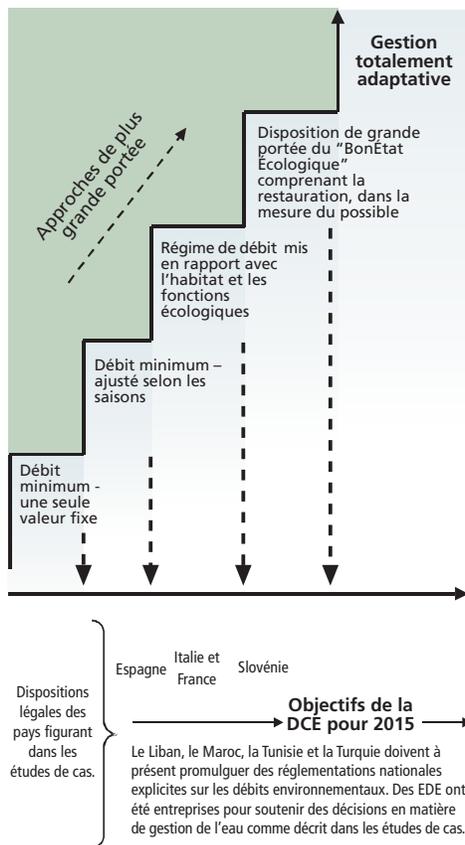
Cadres politiques et réglementaires nationaux

En fait, jusqu'ici, seuls quelques pays de la Méditerranée ont introduit une législation nationale explicite exigeant des estimations et des dispositions de débit environnemental. Ceci dit, les débits environnementaux sont implicites dans la législation environnementale et les politiques nationales sur l'eau dans la plupart des pays.

La réglementation dans les pays du nord de la Méditerranée est passée par plusieurs étapes, en commençant souvent par un besoin en débit minimum et en progressant vers des notions plus holistiques de qualité écologique. Ceci est illustré dans le schéma 2.

Shéma 2

Évolution des dispositions de débit environnemental dans les pays méditerranéens sélectionnés.



Des réglementations appropriées sont mises en place soit, à l'échelle nationale, soit dans le bassin, en fonction de la situation. Le Tableau 1 montre les lois-cadres nationales qui sont en étude en Italie. Les réglementations nationales exigent que chaque agence de bassin hydrographique établisse des règlements spécifiques pour les débits environnementaux adaptés au contexte de bassin.

Perception contre Réalité – Quelles sont les barrières qui doivent être brisées?

En dépit du progrès et des attitudes qui ont été modifiées, il existe encore de nombreux obstacles à l'adoption, largement répandue, des débits environnementaux dans la Méditerranée.



La Slovénie exige la détermination de débits environnementaux (DE) pour autoriser les prélèvements des eaux courantes, conformément à la loi sur la protection de l'environnement et la nouvelle législation sur les cours d'eau (2002).

Perception 1: Les débits environnementaux concernent surtout les pays "riches en eau" de la Méditerranée

On a tendance à penser, de façon erronée, que les débits environnementaux concernent le plus souvent les pays « riches en eau », aux précipitations élevées et dont les fleuves possèdent un débit de base –typiquement les bassins sur les rives nord de la Méditerranée. De même, ils sont moins importants dans les autres parties de la Méditerranée où la combinaison de faibles précipitations et d'une demande en eau non régulée s'est soldée par une pénurie chronique d'eau.

En réalité, les débits environnementaux sont importants dans tous les bassins de la région. Ils aident à restaurer et intensifier les fonctions hydrauliques que les zones humides et les ressources naturelles dépendantes de l'eau remplissent dans le cycle de l'eau (à savoir, la rétention d'eau, le stockage, la purification, et les effets tampons contre la sécheresse et les crues) –tout en maintenant salubres les écosystèmes et les services qui s'y rattachent. De plus, la majeure partie des bassins les plus pauvres, en termes d'eau, ont le plus à gagner.

En plus d'une gestion agressive de la demande d'eau (WDM) et de la mobilisation d'options d'apport en eau non conventionnelles, les débits environnementaux offrent un instrument

supplémentaire pour atténuer la dégradation de la qualité de l'eau et les pénuries chroniques d'eau douce dans les bassins déjà déficitaires en eau, ainsi que pour éviter des crises similaires dans d'autres bassins hydrographiques qui sont soumis à des pressions externes croissantes.

De plus, le déclin des écosystèmes qui dépendent de l'eau non seulement menace l'environnement et les valeurs patrimoniales, mais touche également directement d'autres secteurs économiques qui reposent sur de tels écosystèmes. Le secteur du tourisme, secteur de création d'emploi à croissance rapide dans de nombreux pays, où les services rendus par les écosystèmes sont importants, en est un exemple.

Perception 2: La disposition de débits environnementaux signifie le rétablissement des fleuves à leur état naturel.

RAMSAR admet que le rétablissement de la plupart des fleuves et des zones humides à leur état naturel serait impossible en raison des modes d'utilisation et d'impacts humains.

En réalité, une attribution de débit environnemental ne peut pas être considérée seulement comme un régime de débit permettant à un fleuve ou un autre écosystème de zone humide de retrouver son état totalement naturel. C'est plutôt le débit qui conserve les fonctions et les attributs des écosystèmes et des zones



Le conflit qui est perçu entre des besoins économiques et la conservation de la faune sauvage et des habitats est un conflit artificiel, qui va au détriment de l'atteinte d'un consensus sur des stratégies pratiques et intelligentes pour gérer les ressources naturelles dans l'intérêt commun.

Tableau 1:
Évolution des critères pour la définition des besoins en débit en Italie

| | |
|---|---|
| 1978 "Un débit résiduel minimum pour assurer la survie des poissons". | 1999 "La protection quantitative des ressources en eau contribue à atteindre les objectifs de qualité de l'eau et d'exploitation durable de l'eau". |
| 1994 "Le débit nécessaire à la vie dans les fleuves de façon à ne pas porter préjudice à l'équilibre de l'écosystème". | 2002 "Le débit qui doit être maintenu en aval des dérivations d'eau afin de maintenir les conditions vitales pour la fonctionnalité et la qualité de l'écosystème". |
| 1995 "Le débit qui doit être maintenu en aval des dérivations d'eau pour maintenir les conditions vitales immédiates, bien que très critiques, pour la fonctionnalité et la qualité de l'écosystème". | * Voir l'étude de cas du fleuve Vomano dans le dossier informatif |

humides qui sont désirées par les communautés et les usagers fluviaux, qui, à leur tour, préservent la disponibilité durable des biens et des services.

Perception 3: Des débits moyens sont suffisants pour déterminer des attributions en eau.

On a aussi tendance à penser à tort que les débits moyens sont suffisants pour déterminer des débits environnementaux, et par extension, pour établir des politiques de régulation de débit et de prélèvement d'eau pour différents usages.

En réalité, l'écoulement fluvial moyen pourrait être l'un des éléments les moins importants du débit naturel. La variabilité dans la quantité, la qualité, la fréquence et la durée du débit est plus importante pour des fleuves salubres.

C'est particulièrement le cas des bassins méditerranéens où les phénomènes de crues saisonnières peuvent être suivis par de longues périodes de pluie rare, ou des épisodes pluriannuels de sécheresse. Dans ces circonstances les écosystèmes et la végétation riveraine indigène sont généralement adaptés aux cycles de sécheresse, aux lits de fleuve secs et aux débits fluviaux intermittents. Mais ils ont absolument besoin de certaines quantités d'eau pour rétablir des processus biologiques critiques lorsque les pluies reviennent. Des attributions basées sur des conditions de débit minimum ou moyen ne s'avèrent pas utiles dans de telles circonstances.

Dans des situations de sécheresse extrême, il peut être réusaire d'allouer la majeure partie de l'eau disponible à des besoins humains primordiaux tout en continuant à protéger l'environnement, à condition que l'attribution soit faite de façon à ce que les écosystèmes reçoivent de l'eau et retrouvent leur équilibre une fois que les pluies reviennent. Une estimation de débit environnemental établira ce qui convient le mieux dans un bassin particulier.

Finalement, le degré de "bonne santé" permettant la durabilité du fleuve et du système associé d'eaux souterraines est un jugement émis par la société qui variera d'un pays à l'autre et d'un bassin à l'autre.

CONCEPTS ET MÉTHODES

Les premiers travaux méthodologiques sur les débits environnementaux réalisés à la fin des années 1970 et durant les années 1980 ont été principalement appliqués aux fleuves possédant un débit de base dans les climats tempérés. Les intérêts de la pêche étaient dans les premiers à promouvoir ces estimations pour protéger les espèces de salmonidés (truite) menacées dans les fleuves du nord de l'Europe et de l'Amérique du Nord.

Les concepts actuels pour une estimation des débits environnementaux ont un champ d'application bien plus étendu. Ils reflètent des efforts de collaboration entre chercheurs en sciences physiques, naturelles et sociales, qui travaillent sur des aspects différents de l'écologie, l'hydrobiologie et la gestion durable de l'eau.

Dans la dernière décennie, les méthodes se sont étendues aux réseaux hydrographiques des régions semi-arides, plus adaptés à la situation méditerranéenne. En Europe, il y a eu une injection considérable de ressources financières et techniques pour développer des méthodes et des instruments permettant de déterminer le statut écologique des eaux douces, pour étayer la Directive Cadre sur l'Eau.

Quels sont les composants essentiels des débits environnementaux?

Les régimes de débit des fleuves pourraient être divisés en débits de base, petites crues qui se produisent chaque année, et grandes crues occasionnelles qui se répandent sur les zones inondables.

- **Débits de base**

Le débit de base a une influence sur le caractère global de l'écosystème fluvial et des zones humides. Dans le contexte méditerranéen, les débits de base définissent si les eaux du fleuve sont permanentes ou intermittentes. Les débits de base créent un éventail de conditions pour les processus des écosystèmes à différentes saisons.

Le régime de débit d'étiage en combinaison avec la qualité de l'eau est un facteur critique pour



L'agriculture et le tourisme représentent chacun près de 14% du PIB de la région méditerranéenne – tandis que l'agriculture représente 70% de la consommation d'eau, en moyenne. Le maintien et la restauration des services de l'écosystème sont des facteurs clés dans l'économie touristique.



La DCE définit le "bon état écologique" qualitativement, en référence à des populations et des communautés d'espèces de poissons, de macroinvertébrés, de macrophytes, de phytobenthos et de phytoplancton; y compris à la forme et à la profondeur de l'eau qui dégradent les éléments biologiques.

maintenir l'habitat physique et assurer la durabilité à plus long terme de la totalité de l'écosystème d'eau douce. Les débits d'étiage ont également un impact sur l'intrusion d'eau de mer dans l'embouchure du fleuve et l'altération des écosystèmes estuariens dans les zones côtières.

• **Débits de crue**

Les crues rechargent les systèmes d'eaux souterraines des rives et creusent le lit du fleuve et les estuaires pour en maintenir la stabilité et la structure. Les crues sont essentielles pour synchroniser une gamme de processus écologiques dans le réseau hydrographique aussi variée que le frai et la migration de poissons en amont et la pousse de jeunes plantes sur les berges. Elles provoquent la croissance explosive de nombreuses espèces végétales et animales de la zone inondable.

De petites crues évacuent l'eau de mauvaise qualité, chassent les décombres et nettoient le lit du fleuve, et créent différents types d'habitat. De grandes crues sont responsables de changements dans la morphologie du fleuve et le transport de sédiments, et déposent de la vase, des substances nutritives, des oeufs et des semences dans les zones inondables. Dans certains bassins, elles contribuent à une agriculture de décrue et offrent

une gamme de moyens de subsistance liés aux crues.

Une estimation de débit environnemental cherchera à quantifier et déterminer les éléments du régime de débit naturel qui sont critiques pour atteindre les objectifs et les services écologiques souhaités de protection ou de restauration. Par exemple, on pourrait découvrir que la phase ou le pic de crue, plutôt que la durée, est critique pour évacuer les charges de sel ou de vase hors de l'embouchure du fleuve. À d'autres endroits du même fleuve, il pourrait être important d'inonder les zones inondables pendant une certaine période minimum afin de stimuler l'élevage de poissons.

Les zones humides auront besoin de débits qui correspondent à leur période hydrologique (à savoir, les modèles de profondeur de l'eau, et la durée, la fréquence et le caractère saisonnier des phénomènes de crue) pour assurer leur durabilité ainsi que celle des services hydrauliques qu'ils offrent. En échange, la période hydrologique des zones humides, entre autres facteurs, détermine leur composition végétale, l'habitat pour des organismes aquatiques ainsi que des caractéristiques de production qui sont mises en valeur.

De la même manière, le modèle de débit d'eau

| Type de méthode | Sous-type | Avantages | Inconvénients |
|---|---|--|--|
| Méthodes de l'index et tables à consulter | Hydrologique Écologique | D'utilisation rapide une fois calculé | Pas spécifiques sur un site. Indices hydrologiques non valables sur le plan écologique. Les indices écologiques requièrent un calcul de données. |
| Méthodes d'Analyse de données hydrologiques | Hydrologique Hydraulique Écologique | Spécifiques sur un site Rassemblement limité de nouvelles données | Longues séries temporelles requises. Pas d'utilisation explicite de données écologiques. Rassemblement de données écologiques long à établir. |
| Modélisation de l'habitat | Physique et écologique | Pouvant être répliqué et prévisible | Rassemblement coûteux de données hydrauliques et écologiques |
| Méthodes fonctionnelles/Panel d'experts | | Flexibles, solides et inclusives | Les résultats pourraient varier entre équipes d'experts. Il pourrait ne pas y avoir de consensus. |
| Cadres élargis | | De plus grande portée et tendant à explorer des options | Requiert un programme complet d'études et des ressources suffisantes. |

Régimes de débit et écosystèmes aquatiques

L'altération du régime de débit fluvial présente de nombreux effets écologiques en cascade. Tout d'abord, la quantité d'eau détermine la quantité et le caractère de l'habitat où peuvent vivre des organismes aquatiques. Davantage d'eau signifie généralement plus de contact avec le rivage ou la zone inondable, ce qui augmente la provision de substances nutritives et les types d'alimentation disponibles pour les organismes aquatiques. Deuxièmement, la vitesse de mouvement à travers le système a une influence sur les processus qui se produisent dans l'écosystème et sur les types d'organismes qui peuvent y vivre. Troisièmement, le fait que les apports hydrologiques se réduisent au moment opportun est critique pour la création et le maintien d'habitats saisonniers et pour la fourniture de sédiments et de substances nutritives. Les organismes sont adaptés à une fréquence spécifique de niveaux d'eau élevés ou bas, et des niveaux de débit extrêmes pourraient être nécessaires pour maintenir certaines espèces au sein d'une même communauté d'espèces.

dans le fleuve a une influence directe sur la structure et la fonction des écosystèmes d'eau douce, comme indiqué dans la Table 4.

Quelles sont les principales approches?

Les deux principales approches pour l'établissement de besoins en débit environnemental sont des approches basées sur des objectifs ou des scénarios. Des objectifs ou des scénarios pourraient être élaborés pour un tronçon fluvial particulier, un sous-bassin d'alimentation, l'estuaire, ou une surface de zones humides –dans le cadre plus élargi des objectifs de gestion de l'eau pour le bassin.

Approches basées sur des objectifs

Ici, l'objectif est de fixer des indicateurs de performance environnementale basés sur des objectifs préétablis, et d'identifier par la suite un régime de débit pour atteindre ces objectifs.

La DCE fixe l'objectif qualitatif d'atteindre un "bon

état écologique" (BEE) dans les eaux. Tandis que les critères généraux sont spécifiés, les objectifs doivent être traduits en indicateurs spécifiques de performance. Il est également nécessaire d'identifier des débits seuils, au-delà, ou au-dessous desquels un changement de statut est évident.

Scénarios négociés

Une approche alternative consiste à comparer les effets sur les écosystèmes d'une gamme plausible de scénarios d'attribution en eau et de débit et les différents intérêts en matière d'usage de l'eau représentés dans le bassin. Cela aboutit à une approche négociée pour fixer le régime de débit environnemental préféré, où les autorités du bassin ou du gouvernement sont les arbitres finaux.

Quelles méthodes sont utilisées pour quantifier les débits environnementaux?

Les méthodes qui viennent à l'appui de ces approches pourraient être divisées en deux groupes, à savoir: méthodes de quantification et cadres élargis.

A. Méthodes de quantification

Les méthodes de quantification tendent à être prescriptives et directes. Il existe quatre principales familles de méthodes par ordre de complexité croissante et d'intensité des données, à savoir:

- Méthodes de l'index / Tables à consulter
- Méthodes d'analyse des données hydrologiques.
- Méthodes fonctionnelles / Panel d'experts
- Modèles d'habitat physique

Ces méthodes sont traitées en détail dans la brochure ci-jointe intitulée "Débit" et dans le matériel du CD du dossier informatif.

B. Cadres élargis

Des procédures plus approfondies pourraient incorporer une ou plusieurs des méthodes de quantification mentionnées ci-dessus dans un cadre d'estimation plus large. Ces cadres tendent à être interactifs et examinent une gamme de



L'estimation de débit environnemental a été un élément clé dans les efforts menés par le gouvernement.

L'objectif étant de trouver un équilibre entre les intérêts qui sont en jeu en matière d'usage de l'eau de la municipalité et pour l'irrigation et entre les flux d'entrée d'eau douce afin de préserver le caractère écologique du complexe de zone humide du lac d'Ichkeul.

Étude de cas d'Ichkeul, Tunisie.

régimes de débit chacun mis en rapport avec des objectifs différents de débit fluvial.

La méthodologie IFIM est la méthodologie la plus ancienne et la plus couramment utilisée à l'échelle internationale, tandis que la méthodologie DRIFT est l'une des plus récentes.

- La méthodologie du débit réservé (IFIM) de l'acronyme anglo-saxon.

La méthodologie IFIM (Instream Flow Incremental Methodology), s'articule en cinq phases: identification du problème; caractérisation du bassin d'alimentation; modélisation; formulation et estimation des scénarios de débit; et apports aux négociations. Elle est basée sur des scénarios. Elle est souvent choisie pour les négociations, mais elle est moins indiquée dans l'établissement de régimes de débit pour des objectifs écologiques prédéterminés.

- Réponse en aval à la transformation imposée d'un débit (DRIFT) de acronyme anglo-saxon

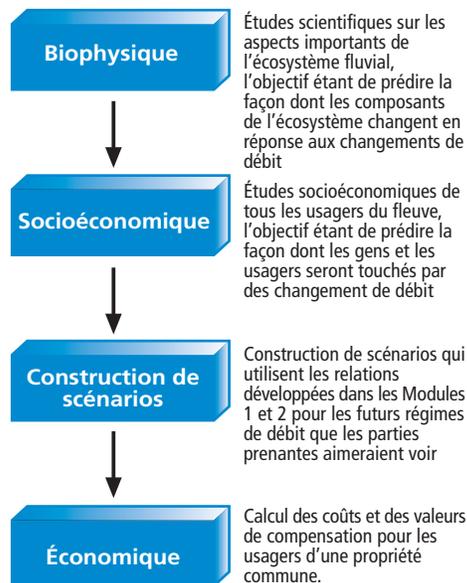
La méthodologie DRIFT (Downstream Response to Imposed Flow Transformation) développée en Afrique du Sud traite tous les aspects de l'écosystème fluvial. Elle emploie quatre modules pour construire des scénarios et leurs implications écologiques, sociales et économiques (voir Figure 3). Le module socioéconomique est un trait innovateur qui, dans le contexte des pays en développement, peut être utilisé pour décrire les impacts pronostiqués de chaque scénario sur les usagers qui vivent des ressources d'un fleuve.

Comment sont sélectionnés les méthodes et le cadre?

Il n'y a pas une seule approche, méthode ou cadre qui soit meilleur que les autres pour faire une estimation des besoins en débit environnemental. Le choix serait déterminé principalement par les données et les ressources disponibles et le sujet à traiter.

Là où il faut faire une estimation de nombreux bassins hydrographiques, la meilleure méthode devrait être une méthode rapide comme celle de

Shéma 3 Quatre modules dans la méthodologie DRIFT



l'index ou du pourcentage. Lorsqu'il n'y a qu'un seul site ou tronçon de fleuve dégradé, la modélisation de l'habitat physique devrait être la méthode la plus appropriée. Des estimations de débit associées à l'évaluation de projets de grands barrages ou de plans de transfert d'eau, qui sont susceptibles de demander une négociation et des choix de compromis considérables entre des questions environnementales et de développement, demandent généralement une approche de plus grande portée que les estimations de débit pour les études de planification peu détaillées.

Quelles mesures sont disponibles pour mettre en place des débits environnementaux?

La meilleure mise en place des débits environnementaux dépend de chaque bassin. En association avec une politique d'attribution d'eau sensible sur le plan écologique, les mesures pourraient être classées par catégories, à savoir:

- (a) Gestion de débit active: lorsque des actions sont adoptées à travers une infrastructure de



Le Plan Environnemental du Delta de l'Èbre (PIPDE) propose la définition d'un régime hydrologique (incluant les phénomènes de crue), qui permet le développement des fonctions écologiques et des valeurs associées du fleuve, du delta et de l'écosystème marin adjacent.

régulation de débit, comme par exemple l'ouverture d'un écoulement de débit de fond dans un barrage pour mettre en oeuvre un régime de débit convenu, ou

- (b) Gestion de débit restrictive: lorsque des prélèvements ou des dérivations du fleuve en lui-même, ou des eaux souterraines dans un bassin aquifère qui alimente le fleuve, sont régulés pour obtenir un débit environnemental désiré.

Certaines mesures pourraient être mises en oeuvre rapidement, comme c'est le cas de l'amélioration des écoulements des barrages. D'autres mesures demandent plus de temps pour produire des effets, comme celles visant à promouvoir des changements structurels à long terme dans la demande en eau ou dans la gestion d'utilisation du territoire. Celles-ci réduisent la pression sur les prélèvements d'eau et accordent plus de flexibilité dans l'attribution d'eau pour la durabilité des systèmes écologiques. Dans des situations où l'eau est déjà allouée en excès à des fins de consommation, subvenir aux besoins en eau des écosystèmes aquatiques pourrait signifier réduire l'usage de l'eau dans un ou plusieurs secteurs, à certaines époques, ou en permanence.

Des décisions difficiles doivent être prises pour atteindre un équilibre entre continuer à subvenir aux besoins immédiats par le biais de pratiques non durables et améliorer la protection à long terme de la disponibilité et de la qualité de l'eau.

Les écoulements en aval des barrages sont un bon point de départ

Les 4.000 grands barrages sur les fleuves méditerranéens sont un bon point de départ pour l'amélioration des débits environnementaux. Tandis que les occasions dépendent du type de barrage et de ses fonctions, les politiques existantes en matière d'administration de bassins de retenue devraient être révisées en vue d'introduire des critères sensibles sur le plan écologique.

La gestion des crues est une autre nouvelle approche ou les objectifs environnementaux peuvent être incorporés dans des politiques de

gestion de crues, avec les compensations traditionnelles économiques et techniques. D'autres mesures techniques pourraient être étudiées pour améliorer la qualité de l'eau des écoulements en aval de profonds bassins de retenue (à savoir, pour traiter les problèmes de niveaux de température et d'oxygène dissous).

L'intégration d'autres actions de gestion de ressources et de l'environnement

L'idéal serait qu'un ensemble de réglementations sur les bassins et d'interventions de gestion viennent à l'appui des actions d'un programme de débit environnemental.

De telles mesures impliquent généralement une gestion de l'usage des terrains du bassin d'alimentation pour contrôler l'érosion et la sédimentation, la gestion de la pollution agricole et industrielle qui dégrade la qualité des eaux souterraines et de surface, le traitement des eaux résiduaires municipales et la gestion de la salinité. D'autres démarches pourraient impliquer la protection légale des zones humides, la gestion des zones protégées et des programmes de restauration d'habitats.

Gestion adaptative: contrôle, révision périodique et ajustement.

La détermination de besoins en eau des écosystèmes salubres d'eau douce et des zones humides devrait être basée sur la meilleure information et connaissance disponible. Mais même ainsi, il est rarement possible de prédire avec exactitude la façon dont des écosystèmes complexes répondront à des changements de régimes de débit ou de qualité de l'eau. Il est donc nécessaire de contrôler la réponse du système sur le temps, puis de procéder à une évaluation régulière, et à un ajustement, si besoin est. Le contrôle et la révision constituent une partie essentielle dans l'établissement et la gestion des débits environnementaux.

Le Tableau 2 indique la gamme d'éléments naturels de valeur des réseaux hydrographiques et des zones humides qui devraient être protégés ou amplifiés par un régime optimal de débit environnemental, dont les aspects devraient être incorporés dans le contrôle.



La sécheresse et l'altération de l'hydrologie des marais du Sultan ont eu plusieurs effets sur les habitants de la région qui dépendent de l'écosystème de la zone humide. Plus de 80% coupent des roseaux pour leurs besoins personnels (à savoir pour alimenter leurs animaux, couvrir les toits de leurs maisons et leurs greniers). La coupe des roseaux est aussi la deuxième source de revenus la plus importante après l'agriculture.

Étude de cas des marais du Sultan, Turquie.

Tableau 2: Éléments naturels de valeur des réseaux hydrographiques protégés ou amplifiés par des débits environnementaux

| Element (s) | Valeur(s) |
|--|--|
| Bassins aquifères et eaux souterraines | Systèmes d'eaux souterraines comme sources directes d'eau –toutes saisons, pendant la saison sèche, ou en tant que bassins de retenue servant de zones tampons pendant les périodes de sécheresse |
| Fonctions et services des zones humides | Prévention, perte ou dégradation des fonctions écologiques, sociales et hydrauliques des zones humides (à savoir, en tant que bassin de retenue génétique outre les fonctions hydrauliques et de qualité de l'eau qui incluent la recharge des eaux souterraines, les effets tampons des crues, la stabilisation des rivages, le contrôle de l'érosion et la rétention des sédiments et des substances nutritives) |
| Zones inondables | Rôle de soutien à la pêche; agriculture de décrue, particulièrement dans les zones semi-arides |
| Estuaires | Habitat et zones de reproduction pour les poissons de mer et les crustacés; fonctions complexes et interconnexion de lagunes côtières |
| Elements de loisirs, esthétiques, touristiques et culturels | Eau propre et rapides pour faire du rafting; éléments appréciés par les pêcheurs, les observateurs d'oiseaux, les photographes et les écotouristes |
| Poissons et animaux aquatiques | Conservation de la biodiversité; le poisson en tant que source précieuse de protéines pour les hommes, les animaux et oiseaux aquatiques; vie aquatique qui constitue la base de la chaîne alimentaire (à savoir réseaux trophiques pélagiques, benthiques et littoraux) |
| Oiseaux aquatiques | Conservation de la biodiversité qui subvient aux besoins d'environ 2 milliards d'oiseaux migrateurs de 150 espèces, qui utilisent les cours d'eau méditerranéens comme sites de halte temporaires ou saisonniers. |
| Végétation riveraine | Stabilisation des berges fluviales et des rivages réduisant l'érosion et améliorant la qualité de l'eau |
| Autres services et fonctions de l'écosystème | La capacité des écosystèmes aquatiques à réguler les processus écologiques essentiels, par exemple la purification de l'eau, la limitation de l'eutrophisation, ou le contrôle des vecteurs de maladie |

Exemple(s) de disposition de débit écologique

- crues pour recharger les bassins aquifères le long du tronçon du fleuve et des zones inondables
- débits pour répondre à la période hydrologique des zones humides
- débits pour maintenir une qualité d'eau convenable
- débits pour maintenir les niveaux des eaux souterraines pour les systèmes de zones humides alimentés par les eaux souterraines
- crues pour inonder la zone inondable au moment propice de l'année
- débits pour maintenir l'équilibre nécessaire d'eau douce - eau salée et la connexion océanique aux estuaires
- débits pour empêcher l'intrusion d'eau salée en amont dans le fleuve et dans les bassins aquifères côtiers associés
- débits pour chasser les sédiments et les algues, et qui maintiennent la qualité de l'eau
- débits pour maximiser les éléments esthétiques naturels, y compris de nombreux débits mentionnés ci-dessus
- débits pour maintenir l'habitat physique
- débits pour maintenir une qualité d'eau convenable
- débits pour permettre le passage des poissons migrateurs
- petites crues pour déclencher le cycle biologique comme rai de poissons ou la ponte d'oeufs
- débits pour maintenir une végétation riveraine, des zones inondables et un habitat de zone humide pour les oiseaux aquatiques.
- débits pour combattre la salinisation des lacs et maintenir l'équilibre exigé d'eau douce - eau salée dans les lagunes côtières et les embouchures de fleuve
- débits pour maintenir l'humidité du sol sur les berges fluviales
- débits élevés pour déposer des substances nutritives sur les berges et les zones inondables pour distribuer des semences
- débits de crues post-sécheresses pour rétablir la croissance
- débits pour maintenir le fonctionnement de la biodiversité et de l'écosystème

Études de cas: expérience émergente



Le dossier informatif comprend huit études de cas représentant les expériences émergentes en Méditerranée relatives à l'estimation de débit environnemental (EDE) ainsi que des mesures nécessaires pour les mettre en place. Certaines des estimations décrites sont en cours. Aussi, en tant que groupe, elles illustrent la façon dont les EDE ont déjà, ou peut à l'avenir, informer les décisions de gestion de l'eau dans différentes situations. Des études de cas supplémentaires dans le dossier informatif offrent une section sur l'expérience internationale.

● Tunisie: Conservation de la zone humide dans un pays sec: Ichkeul, Tunisie

Ce cas montre la façon dont les études de EDE ont été utilisées pour la réhabilitation du lac d'Ichkeul et le système de marais associé qui font partie du Parc National d'Ichkeul en Tunisie, un site du Patrimoine Mondial.

Auteur: Mike Smart, Conseiller indépendant, ex-président du Comité Directeur de MedWe1, Grande-Bretagne.

● Espagne: Estimation de Débit environnemental pour le Delta de l'Èbre

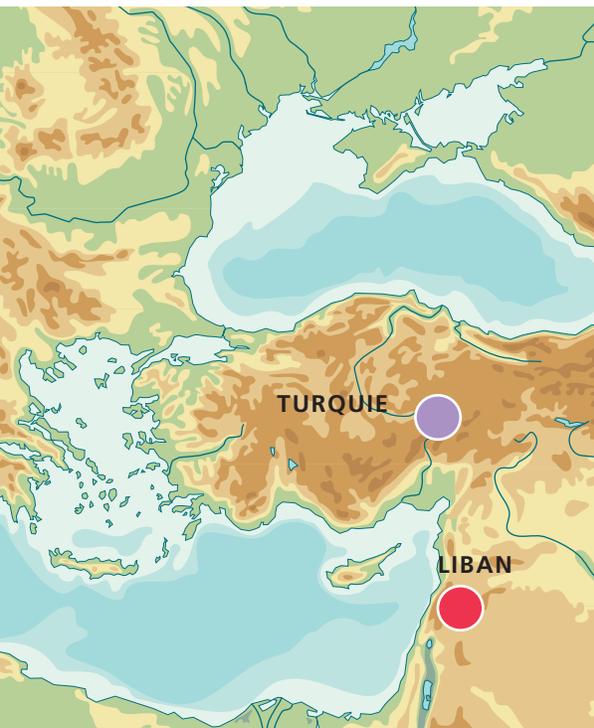
Ce cas revise le contexte et l'application des méthodes de EDE dans le réseau hydrographique de l'Èbre au nord-est de l'Espagne. Il décrit comment les EDE ont été utilisées pour établir des conditions de limite dans l'attribution d'eau –considérant les prélèvements, les transferts, les politiques d'administration d'un bassin de retenue et la gestion d'un bassin d'alimentation d'une façon plus générale.

Auteur: César Alcácer, Consultant indépendant, Espagne

● Maroc – Quelques éléments essentiels dans l'estimation de débits environnementaux pour le fleuve Moulouya

Ce cas décrit des EDE orientées vers la recherche qui facilitent la compréhension pour faire face à des questions mettant en rapport la sédimentation d'un bassin de retenue, la détérioration de la qualité de l'eau et le maintien écologique dans un contexte de gestion d'un bassin hydrographique.

Auteur: Maria écosystèmes, Université Mohamed V, Maroc



● Italie - Débits environnementaux et Gestion Intégrée des Ressources en Eau: l'étude de cas du fleuve Vomano

Ce cas décrit la façon dont les EDE ont été appliquées au réseau hydrographique du Vomano au centre de l'Italie pour faire intervenir d'une façon plus explicite des objectifs environnementaux dans des méthodes à critères multiples utilisées pour établir des politiques de régulation de débit et des plans de gestion à l'échelle de bassin.

Auteur: *Stefano Maran*, Unité d'Affaires Environnementales, CESI, Italie

● Slovénie: méthodes en gestation pour l'estimation de débit environnemental et applications récentes dans le fleuve Rîžana

Ce cas décrit une législation nationale en gestation et les méthodes pour établir des besoins en débit environnemental pour les fleuves slovènes. Il décrit des méthodes récentes pour identifier des besoins en débits environnementaux pour le fleuve Rîžana qui se jette dans le Škocjanski Zatok, le plus grand bras de fleuve de Slovénie qui constitue une zone humide.

Auteur: *Nataša Smolar-Žvanut*, Limnos, Groupe Écologique de l'Eau, Slovénie

● Liban – Étude de cas de la zone humide d'Aammiq

Ce cas montre la façon dont la EDE a été utilisée dans l'identification de mesures pour équilibrer le prélèvement destiné à l'irrigation et la protection d'un système de marais significatif sur le plan écologique alimenté par des sources souterraines.

Auteur: *Richard Storey, A Rocha*, Liban

● France – Le Rhône: réhabilitation hydromorphologique et écologique d'un hydrosystème considérablement anthropique.

Ce cas montre la façon dont les EDE ont été appliquées dans le Plan Décennal de Réhabilitation Hydraulique et Écologique du Rhône (2000) en France. L'objectif était de restaurer les fonctions de l'écosystème dans différentes sections de dérivation du "vieux" Rhône.

Auteur: *Yves Souchon*, CEMAGREF, Unité de Recherche Biologique sur les Eaux Douces, Laboratoire Hydroécologique Quantitatif, France

● Turquie: Sultan Sazlığı: Projet pilote FEM-2 de Gestion de la Biodiversité et des Ressources Naturelles

Ce cas décrit la EDE pour les marais du Sultan (Sultan Sazlığı), un vaste complexe de zone humide en Turquie. L'assèchement des marais du Sultan en 2001-2002 a entraîné l'adoption de mesures pour traiter le problème immédiat et une discussion a été entamée au sujet des mesures à plus long terme pour la restauration du débit

Auteurs: *Uygar Özesmi*, Université d'Erciyes et İbrahim Güner, Université de Gazi, Turquie



Tout comme les objectifs de l'estimation des débits environnementaux ont été conçus pour être adaptés aux restrictions de personnel, à l'absence de données de références de base et à la gestion de l'eau imprévisible, les méthodes employées ont de même été choisies pour leur rapidité, leur facilité technique et leur flexibilité.

Étude de cas de la zone humide d'Ammiq, Liban.

Comment éveiller la prise de conscience du public et développer les capacités pour mettre en oeuvre des débits environnementaux?

Le succès dans le développement et la mise en oeuvre d'un programme sur les débits environnementaux dépend de l'engagement et de l'action de plusieurs secteurs différents de la communauté – gouvernements, usagers de l'eau et groupes non gouvernementaux, y compris les représentants des usagers du fleuve et les groupes d'intérêt environnementaux.

Les professionnels de l'eau et les communautés scientifiques et environnementales de la Méditerranée ont une très grande compétence et expérience, ce qui est un pré-requis à l'estimation des débits environnementaux. Cependant, il y a un manque général de prise de conscience de la nouvelle génération de méthodes et d'instruments pour appliquer des estimations de débits environnementaux dans différentes situations. S'il est vrai que les ingrédients existent déjà, le défi principal est donc de réunir tous les éléments essentiels d'une façon intégrée.

En particulier, davantage d'activités entreprises conjointement et de rapports plus étroits entre les gestionnaires de l'eau, les acteurs de la conservation, les compagnies des eaux, les planificateurs, les organes scientifiques et les chercheurs en matière d'eau sont nécessaires: -aussi bien pour développer des instruments que pour des applications pilotes. Certains instruments sont exigés pour des applications hautement spécialisées. Des instruments simples et favorables à l'utilisateur sont aussi exigés pour habiliter et apporter un soutien aux groupes d'intérêts multiples qui interviennent à l'échelle de bassin et localement.

Un autre défi consiste à améliorer la dissémination de l'information quantitative sur les fonctions hydrauliques remplies par les zones humides et les écosystèmes d'eau douce. Ceci est important non seulement pour éveiller la

conscience du public, mais aussi pour montrer comment les bénéfices peuvent être inclus dans les décisions de planification, d'attribution en eau et de régulation du débit fluvial.

Une opportunité plus large existe dans l'intégration systématique des concepts et méthodes de débit environnemental dans les nouvelles approches de gestion intégrée de bassins actuellement en développement.

Où peut-on trouver des informations supplémentaires sur les procédures de débit environnemental?

Le dossier informatif qui est joint à cette brochure contient du matériel qui, à notre avis, sera utile aux lecteurs. L'information recueillie est destinée à des acteurs engagés dans les débits environnementaux, à savoir les dirigeants politiques, les gestionnaires de l'eau, les hommes de terrain, les administrateurs de barrages et les gestionnaires d'agences de bassin hydrographique, ainsi que les parties prenantes de sociétés civiles et non gouvernementales dans les secteurs de l'environnement et de la gestion de l'eau.

Ce matériel peut également être consulté sur le site Web du Centre Méditerranéen et à travers les liens qu'il offre avec d'autres sources clés de sites web.

L'UICN est disposée à partager son expérience avec les membres et les associés et à apporter son soutien aux parties intéressées par le développement de la capacité à appliquer des estimations de débit environnemental en Méditerranée.

Remerciements: Nous remercions les organisations qui ont eu l'amabilité d'accepter de faire inclure des copies électroniques de leurs documents sur les débits environnementaux dans le dossier informatif. Nombreux sont ceux qui ont également donné des idées et des commentaires aux auteurs d'études de cas. Nous leur sommes reconnaissants de leur temps et de leur assistance.



Ce dossier d'information a été possible grâce au financement des gouvernements hollandais et britanniques par le biais de l'Initiative pour l'Eau et la Nature et le soutien financier du Ministère des Affaires Étrangères, Direction Générale pour la Coopération et le Développement, Italie.



Les activités du Centre de Coopération pour la Méditerranée de l'UICN sont financées par la Junta de Andalucía, et le Ministerio de Medio Ambiente d'Espagne:

