

Estimation et disposition des débits écologiques dans les cours d'eau méditerranéens

- Concepts de base, méthodologies et pratique émergente

Étude de cas méditerranéen

LE FLEUVE RIŽANA: ESTIMATION DES DÉBITS ÉCOLOGIQUES

Auteur

Nataša Smolar-Žvanut

Nataša Smolar-Žvanut, E-mail: natasa@limnos.si
Danijel Vrhovšek, E-mail: dani@limnos.si

Les opinions exprimées sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles de l'UICN.



Les études de cas méditerranéens de ce dossier informatif ont été possibles 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.



IUCN
The World Conservation Union

CENTRE FOR
Mediterranean
COOPERATION

Le soutien principal aux activités du Centre de Coopération pour la Méditerranée de l'IUCN a été apporté par:



LE FLEUVE RIŽANA: ESTIMATION DES DÉBITS ÉCOLOGIQUES

Nataša Smolar-Žvanut, E-mail: natasa@limnos.si
Danijel Vrhovšek, E-mail: dani@limnos.si

1. CONTEXTE

Zone d'étude: situation et caractéristiques

Le fleuve Rižana dans la région de l'Istrie slovène s'étend sur 14 km et draine une superficie de bassin versant de 204,5 km². Comme de nombreux endroits de la Méditerranée, la zone est très pauvre en sources d'eau. Le fleuve Rižana présente un arrière-pays karstique composé de formations calcaires caractérisées par des dolines, des ravines et des rivières souterraines. Son estuaire se trouve dans la mer Adriatique. La principale source d'eau du Rižana tout au long de l'année est une grande source karstique. Le Rižana se jette aussi dans le Škocjanski zatok, le plus grand bras de fleuve de Slovénie qui constitue une zone humide. Il est extrêmement important en tant que biotope pour les espèces de la faune et la flore en danger et a joui de protection légale depuis 1998, conformément à la Loi pour la Protection de la Réserve Naturelle de Škocjanski Zatok (catégorie IV de l'UICN). La Réserve Naturelle est gérée par DOPPS – BirdLife Slovénie. En 1999, un plan d'action sur cinq ans (1999-2003) pour la gestion des zones humides intitulé "Le Programme pour la Protection et le Développement de la Réserve Naturelle de Škocjanski Zatok" a été approuvé par le gouvernement slovène. Un projet Life-Nature III (intitulé Restauration et Conservation des Habitats et des Oiseaux de Škocjanski Zatok) a été mis en marche en 2001. L'un des résultats escomptés du projet est l'identification et la mise en oeuvre de mesures pour améliorer les flux d'entrée d'eau salée et d'eau douce dans la lagune.

Le climat de la zone est sub-méditerranéen avec des hivers doux et des températures relativement élevées en été de mai jusqu'à fin septembre. Durant cette période, les sécheresses sont assez fréquentes. La moyenne des précipitations annuelles s'élève à environ 1.000 mm dans les zones côtières, tandis que dans la zone supérieure du courant du fleuve Rižana la moyenne des précipitations est d'environ 1.150 mm.

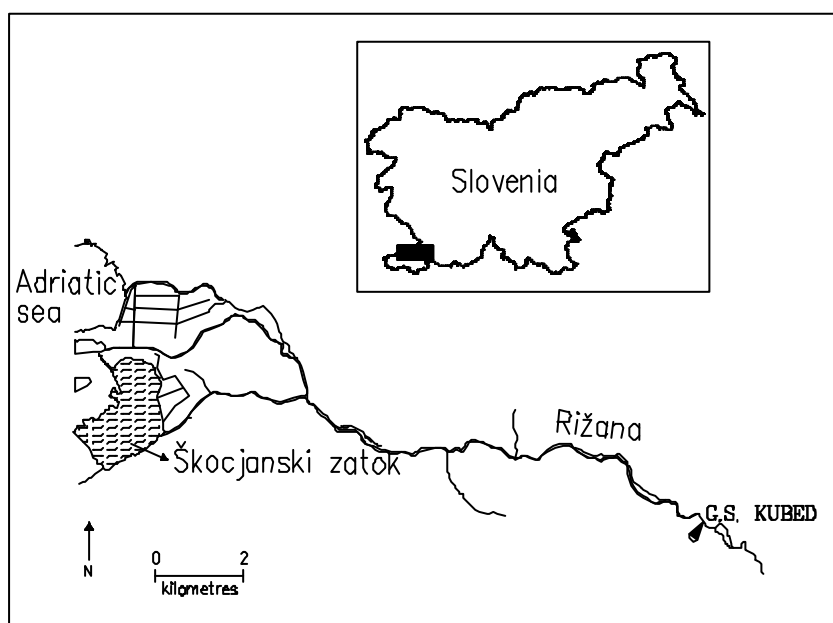


Figure 1. Le fleuve Rižana

Le fleuve Rižana a le statut d'une zone de pêche et d'activités sportives. Certains ruisseaux tout au long du fleuve entrent dans le cadre d'une protection environnementale pour la pisciculture durable de la truite marbrée (*Salmo trutta marmoratus*). Dans le fleuve et ses affluents, on trouve fréquemment les communautés de poissons *Ostryo - Quercetum pubescentis*, *Carici humulis - Centaureetum rupestris* et *Bromo - Chrysopogonetum grylli*. La végétation riveraine le long du cours d'eau est considérablement dégradée en raison de la culture intensive des terrains et du développement routier.

Le plateau karstique (calcaire) qui forme l'arrière-pays du fleuve Rižana offre des caractéristiques hydrogéologiques qui se traduisent par de faibles débits en été dans le Rižana. Les débits à la station hydrométrique de Kubed pour une période de trente ans (1966-1995) sont présentés dans le Cadre 1. Cette station hydrométrique est située sur un tronçon du fleuve en aval de la source (voir Figure 1) où des prélèvements sont faits pour le système municipal d'approvisionnement en eau, à raison d'une capacité de prélèvement maximum de $0,240 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

Cadre 1. Données hydrologiques pour le fleuve Rižana à la station hydrométrique de Kubed (1966–1995)

Paramètre	Valeur
Zone de bassin d'alimentation	$204,5 \text{ km}^2$
Débit annuel moyen	$4.101 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
Débit minimum moyen	$0,222 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
Débit minimum Q82	$0,010 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
Q82	$0,500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
Q95	$0,160 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$

Quelle que soit la saison, la quantité d'eau disponible dans le fleuve Rižana dépend de la combinaison des niveaux des eaux souterraines, des précipitations et des flux d'entrée d'eau de leurs petits affluents. Les affluents sont courts et escarpés et présentent les caractéristiques de torrents qui s'assèchent pendant les périodes d'été. De petits prélèvements d'eau le long du cours d'eau pendant les périodes de débit plus intense (à savoir au printemps et en automne) ne changent pas vraiment l'hydrologie du fleuve. Pendant les périodes de sécheresse, la quantité d'eau diminue d'une manière marquante en raison des prélèvements.



Photo 1. Le fleuve Rižana



Photo 2. Le fleuve Rižana

La nécessité de faire une Estimation des Débits Écologiques (EDE)

Les prélèvements d'eau dans le fleuve Rižana remontent au début du XIX^{ème} siècle lorsque la vallée du Rižana était le grenier de la ville de Trieste et de la région avoisinante. Trente-trois usines travaillaient dans la vallée, dont aucune d'entre elles n'est aujourd'hui en activité. Le fleuve Rižana a été la source de l'approvisionnement en eau de la municipalité depuis 1935. Après 1960, ces prélèvements d'eau ont commencé à augmenter en raison de l'accroissement de la population et du développement du tourisme. Aujourd'hui, le fleuve Rižana est la source la plus importante d'approvisionnement en eau de la zone côtière slovène.

Des prélèvements d'eau supplémentaires se font en aval pour les élevages piscicoles et l'industrie, ainsi que des prélèvements d'eau non réglementaires pour l'irrigation en été. On peut observer en aval la croissante densité de la population et tous les phénomènes que cela implique, tels que les établissements humains, l'agriculture, l'industrie, le tourisme, le commerce, le trafic et les décharges publiques, et les nombreuses interventions hydrotechniques qui ont été effectuées. La demande en eau potable ainsi que l'exploitation industrielle et agricole du fleuve Rižana dépassent la quantité d'eau disponible dans le fleuve. Les conséquences peuvent être observées principalement pendant la période d'été lorsque plusieurs cas de mortalité de poissons se sont produits en raison de la détérioration de l'environnement aquatique.

En 1986, sur la base d'un calcul hydrologique et en réponse à des réglementations, le Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire a déterminé que $0,110 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ serait la valeur de débit minimum pendant la période sèche d'été. Cependant, la première analyse systématique des conditions dans lesquelles se trouvent les eaux du fleuve Rižana a été réalisée en 1993. L'étude comprenait les recommandations de débit pour l'amélioration de la quantité d'eau dans le lit du fleuve. La croissante reconnaissance de l'Estimation pluridisciplinaire des Débits Écologiques d'autres cours d'eau en Slovénie a donné lieu à une étude sur la Détermination des Débits Écologiques pour le fleuve Rižana en 1996, commissionnée par le Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire. Le groupe responsable du

projet a inclu des recherches indépendantes ayant un rapport avec l'hydrologie, l'hydraulique, la morphologie, la biologie et l'architecture paysagère.

2. ÉVOLUTION DES APPROCHES DES DÉBITS ÉCOLOGIQUES EN SLOVÉNIE

Caractéristiques de la Slovénie

On trouve différents types hydromorphologiques d'eaux courantes en Slovénie, telles que les eaux courantes de plaine, de karst et de montagne. Les prélèvements actuels d'eau courante sont destinés à l'eau potable de consommation, à des usages énergétiques, à l'élevage piscicole, à l'irrigation, à des usages technologiques –et on prévoit encore des niveaux plus élevés de prélèvement. La plupart des prélèvements d'eau en cours et en prévision se font dans de petits bassins hydrographiques où il n'existe aucune information sur la quantité d'eau.

Pour pouvoir déterminer les impacts sur l'environnement, il est indispensable de connaître la structure et la fonction de l'écosystème. L'estimation des débits écologiques (EDE) exige que chaque segment d'eau courante soit traité de façon individuelle et que le Débit Écologique (DE) soit déterminé par le biais de la coopération interdisciplinaire. En raison de conditions hydrogéologiques spécifiques dans des sections particulières des eaux courantes, les valeurs de débit d'étiage devraient tout d'abord être déterminées au moyen de mesures simultanées des débits fluviaux pendant les périodes de débit d'étiage.

Définition des Débits Écologiques en Slovénie

En Slovénie, les débits écologiques doivent être déterminés avant d'accorder des permis pour les prélèvements dans les eaux courantes. C'est ce que reflètent la Loi en vigueur sur la Protection de l'Environnement et la nouvelle Législation sur les Cours d'Eau, qui est entrée en vigueur en 2002. Comme la Slovénie est candidate à l'entrée dans l'Union Européenne, à l'avenir cela supposera également l'application de la Directive-Cadre sur l'Eau de l'Union Européenne (DCE). La Directive exige que les ressources en eau de surface parviennent progressivement à un Bon État Écologique (BEE) d'ici 2015, raison pour laquelle les estimations de débits écologiques sont un outil important.

Les débits minimums des eaux courantes en Slovénie (Liste Uradni SRS, 1976) ont premièrement été définis comme une quantité d'eau ayant permis la survie d'organismes aquatiques. C'est ce qui était à la base de toute autorisation, conformément à des réglementations spécifiques, pour assurer la disponibilité de l'approvisionnement en eau à des fins économiques et de consommation. Cependant, cela n'était pas suffisant pour la protection de l'équilibre écologique dans le système hydrographique, et du point de vue de la préservation de l'environnement et la diversité des organismes, c'était souvent catastrophique. L'évaluation du débit minimum était souvent faite par des sociétés de pêcheurs, mais bien souvent dans la pratique, les usagers de l'eau ont payé les dommages et les niveaux élevés de prélèvement ont entraîné une pénurie d'eau pendant la période de débit d'étiage. C'est la raison pour laquelle le Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire a financé le projet de recherche lancé en 1992 pour définir les critères permettant d'évaluer la disposition de la quantité et de la qualité de l'eau qui doit rester dans le lit du fleuve. Le projet a été achevé en 1994 (Vrhovšek et al., 1994) et a été perfectionné par la suite en 2002 (Smolar-Žvanut et al., 2002).

La disposition des débits écologiques en Slovénie (également désignés sous le nom de débits écologiquement acceptables) exige une définition de la quantité et de la qualité d'eau nécessaire pour préserver l'équilibre écologique dans les eaux courantes et dans la zone riveraine. Cela signifie la préservation de la structure et de la fonction de l'écosystème, qui est reflétée dans la diversité des espèces. Dans cette définition, le DE est la quantité d'eau qui permet la survie et la reproduction des organismes aquatiques dans différents habitats hydrauliques.

La base pour la détermination des Débits Écologiques

Dans le projet de recherche précité (Vrhovšek et al, 1994), les points de départ théoriques suivants ont été choisis pour sélectionner les critères de l'estimation des DE:

1. La République de Slovénie doit préserver et protéger les eaux courantes.
2. Les DE devraient être déterminés avant que ne se produisent des impacts dans le réseau hydrographique ou dans la zone géographique, qui pourraient avoir une influence sur la structure et le fonctionnement de l'eau courante en tant qu'écosystème.
3. S'assurer de la structure et de la fonction de l'écosystème: la faune, la flore et les facteurs écologiques de base dans l'eau courante et dans la zone riveraine devraient être inventoriés, y compris le captage des eaux souterraines et le débit à la sortie des bassins de stockage des eaux.
4. Il faudrait porter une attention spéciale aux espèces végétales et animales rares et en danger respectivement, autrement dit les groupes importants pour la préservation de l'équilibre écologique.
5. Une estimation devrait être faite des habitats fluviaux qui doivent être particulièrement protégés ou qui exigent un régime de débit spécial.
6. Pour tout changement artificiel de la qualité et de la quantité d'eau dans le réseau hydrographique, une nouvelle estimation des DE doit être faite.

Méthodes pour une estimation des DE

Sur la base de critères hydrologiques, hydrauliques, morphologiques et écologiques appropriés à différents types de fleuve, des méthodes séparées fondées sur l'hydrologie et l'écologie ont été développées pour pouvoir effectuer des estimations de débits écologiques en Slovénie (à savoir celles développées dans le projet de recherche subventionné par le Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire qui a été cité ci-dessus - Vrhovšek et al., 1994). Au cours des années suivantes, les méthodes étayant aussi bien l'approche fondée sur l'hydrologie que celle fondée sur l'écologie ont été améliorées. En 2002, les deux méthodes ont été mises en pratique, bien qu'elles ne soient pas encore légalisées par arrêté (Smolar-Žvanut et al., 2002).

Il est important de décider quelle méthode convient le mieux à un fleuve et à une fonction de programmation en particulier. Un projet de recherche (Smolar-Žvanut et al., 2002) avait proposé de faire une estimation des DE selon des méthodes fondées sur l'écologie dans les situations suivantes:

- Si l'eau courante se trouve dans une zone préservée ou légalement protégée;
- S'il y a des espèces de faune et de flore rares, en danger ou protégées dans l'eau courante ou dans la zone riveraine;
- Si les frayères sont en danger à cause des prélèvements d'eau;

- Si les prélèvements d'eau sont irréversibles et ne garantissent pas au moins la quantité d'eau égale à la valeur de débit minimum moyen dans le cours d'eau;
- Si dans la section de prélèvement d'eau, une valeur d'au moins 0,8 du débit minimum moyen n'est pas garanti dans le lit du fleuve;
- Si l'inventaire des habitats, les travaux sur le terrain ou l'estimation écologique exigent l'application d'autres méthodes écologiques;
- Si l'intérêt public requiert la désignation multiple de l'eau courante;
- Si un nombre de prélèvements interdépendants a lieu dans le cours d'eau;
- Si le cours d'eau se trouve à la frontière entre deux pays;
- Si un déversement d'eaux usées se produit dans la section du prélèvement d'eau.

Dans d'autres cas, les DE devraient être déterminés par la méthode hydrologique.

Les points de départ pour la définition d'un DE dans les deux méthodes sont les paramètres hydrologiques et hydrauliques de base, tels que le débit annuel moyen, le débit minimum moyen, le débit minimum, etc. Lorsqu'il n'y a pas ou très peu de données hydrologiques, il a été suggéré que des observations hydrologiques soient effectuées sur deux ans, pour de nouveaux prélèvements d'eau, notamment dans les périodes de débit minimum. Malheureusement, dans la pratique, les mesures ne sont faites qu'une fois par an dans la période de débit d'étiage. Certains cas demandent une analyse spéciale de débit pendant les mois de débit d'étiage et, par conséquent, une courbe de durée de débit est tracée. Outre les données hydrologiques, les données écologiques de base telles qu'un inventaire des habitats et une estimation hydromorphologique sont nécessaires pour déterminer les DE par la méthode hydrologique.

Dans l'application de la méthode écologique, des échantillonnages de zoobenthos et de phytobenthos sont effectués à des lieux de prélèvement d'échantillons présélectionnés dans les sections de fleuve affectées. Le nombre de lieux de prélèvement d'échantillons dépend de la largeur du lit du fleuve, de la structure des habitats et de la vitesse de l'eau. Des mesures hydrologiques et morphologiques sont faites dans la section affectée; tandis que la profondeur du fleuve, les vitesses locales et la taille des substrats sont mesurées aux lieux de prélèvement d'échantillons. On détermine l'inventaire et la diversité des organismes aquatiques, les changements dans la biomasse de phytobenthos ainsi qu'un inventaire des macrophytes, et de la faune et la flore de la zone riveraine. Il est également suggéré de réaliser une recherche ichtyologique. La situation existante est décrite sur la base de l'analyse. En fonction de la quantité, de la longueur et de la durée du prélèvement d'eau et des caractéristiques des eaux courantes, la recherche peut être réduite ou élargie. Par exemple, conformément à la Convention de Rio de Janeiro sur la diversité biologique, une attention spéciale devrait être portée aux espèces rares et en danger.

En raison de la dynamique saisonnière des organismes et des différents débits au cours de l'année, l'analyse devrait être effectuée sur toute l'année à différentes saisons, en fonction de l'apparition saisonnière des organismes aquatiques. La fréquence de l'échantillonnage est plus élevée dans les périodes de débit d'étiage lorsque l'effet du prélèvement d'eau sur les organismes aquatiques est plus élevé. L'estimation des DE se fait selon des paramètres biotiques et abiotiques, qui sont critiques là où l'équilibre écologique est encore préservé. En Slovaquie, une attention spéciale est nécessaire pour garantir une quantité et une qualité suffisantes d'eau ainsi qu'une dynamique de débit qui aide à contrôler la croissance excessive des phytobenthos.

D'une façon plus générale, le DE devrait être déterminé séparément pour chaque usager de l'eau. Là où le niveau de prélèvement d'eau a augmenté, ou là où le régime de débit en aval du barrage est modifié, une nouvelle valeur du DE devrait être déterminée. Les options de DE devraient être discutées par des experts lors d'un atelier de travail et les décisions devraient être scientifiquement fondées, après consultation additionnelle des différents usagers de l'eau.

Application des estimations de DE aux fleuves slovènes

Le Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire a demandé que les estimations de DE (EDE) soient faites sur toutes les eaux courantes, où un DE n'a pas encore été spécifié. Suite à cela, à partir de 1992, une estimation des DE a été faite pour plus de 180 sections d'eaux courantes en Slovénie selon les méthodes décrites ci-dessus. La plupart des DE ont été évalué pour les usagers de l'eau existants (123 sites d'étude).

Les recherches indépendantes impliquées dans le développement des critères pour les DE ont joué un rôle très important dans le programme d'études pour déterminer la plupart des valeurs de DE en Slovénie. Le temps requis pour achever une étude particulière a varié de quelques mois pour les petits cours d'eau à deux ans pour de plus grands fleuves. Ces EDE ont tenté d'augmenter le débit fluvial dans le lit du fleuve et ainsi d'améliorer les conditions des organismes aquatiques et de la zone riveraine. Cela a signifié en général, notamment pendant les périodes de débit d'étiage, que de plus petites quantités d'eau ont pu être prélevées dans les eaux courantes.

Pour la plupart des petits cours d'eau, le DE a été déterminé selon la méthode hydrologique. Pour les fleuves subissant d'importants prélèvements d'eau, la valeur du DE a été déterminée dans la plupart des cas selon la méthode écologique. Dans la mesure du possible, des expérimentations ont été faites en augmentant les débits en aval de barrages et en évaluant les habitats à différents débits.

3. LA DÉFINITION DES BESOINS EN DÉBITS ÉCOLOGIQUES DANS LE FLEUVE RIŽANA

En raison d'importants prélèvements d'eau à la source même du fleuve Rižana et des impacts négatifs sur la zone humide de Škocjanski zatok, le groupe responsable de ce projet a décidé de faire l'estimation des DE selon la méthode écologique. Des données ont été recueillies auprès de tous les usagers et pollueurs du fleuve Rižana.

Le plus important prélèvement d'eau dans le fleuve Rižana est destiné à l'approvisionnement en eau de la municipalité. L'accord pour la gestion des eaux de 1986 pour la Rižanski Vodovod (la compagnie d'approvisionnement en eau) stipule que le plus important prélèvement d'eau peut s'élever à $0,350 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, dont $0,240 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ pour la consommation et $0,110 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ pour la préservation d'un débit minimum. Des prélèvements d'eau sont effectués pour deux élevages piscicoles situés dans la partie supérieure du fleuve Rižana. En aval du fleuve, des prélèvements d'eau conformes à la loi sont effectués pour l'irrigation, au total $0,074 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. De plus, des prélèvements d'eau incontrôlés pour l'irrigation, notamment pendant la période d'été, devraient également être pris en compte. Parmi d'autres usagers, des prélèvements sont fait pour l'industrie, comme Kemiplas Koper ($0,035 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$), qui dispose également du permis d'usage de l'eau.

Il existe 30 petits déversements d'eaux usées dans le fleuve Rižana, dont sept coulent directement dans le fleuve. Le fleuve Rižana est contaminé par des eaux usées fécales et

industrielles, y compris le flux d'entrée d'eaux pluviales et les déversements d'eaux usées dans certains ruisseaux. Il faudrait aussi mentionner en particulier le flux d'entrée d'eaux usées de deux élevages piscicoles, qui s'écoule des terrains agricoles dans la zone de gravitation (fertilisants, pesticides).

De grandes sources de pollution du fleuve Rižana sont situées dans la partie inférieure du fleuve Rižana (Cadre 2).

Cadre 2: Importantes sources de pollution du fleuve Rižana	
Pollueurs	
Industrie	Lama Dekani, Kemiplas Koper, Instalacije Koper (Groupe Istrabenz), Luka Koper, Clariant Polisinteza Koper.
Établissements humains	Il y a 31 établissements humains dans la région, dont une population totale de 31.767 (2002). Koper, avec ses 23.726 habitants, est le plus grand établissement humain. Une partie de l'eau fécale s'écoule jusqu'à l'usine centrale de traitement des eaux usées de Koper et les usines de traitement de Kubed et Žgani, et une partie des déversements directement dans le fleuve Rižana.
Artisanat, services	Dans les établissements humains du Bassin Hydrographique du Rižana, on trouve de petits ateliers artisanaux, des centres de services et des établissements de restauration, dont les eaux usées s'écoulent vers les usines centrales de traitement ou directement dans le fleuve Rižana.
Usines de traitement des eaux usées (UTER)	Il existe quatre usines de traitement des eaux usées dans la région: l'UTER centrale de Koper, l'UTER de Kubed, l'UTER de Žgani et l'UTER biologique de la compagnie Instalacije Koper. À part l'UTER de Kubed, toutes les autres UTERS déversent leurs eaux usées dans le fleuve Rižana.

Sur la base de l'examen de tous les pollueurs et usagers de l'eau, quatre sections d'échantillonnage ont été sélectionnées dans le fleuve. Des échantillons de phytobenthos, de biomasse de phytobenthos et de zoobenthos ont été prélevés pour réaliser des analyses quantitatives et qualitatives. Dans toutes les sections, les échantillons ont été prélevés dans la période de débit d'étiage pendant l'été 1996 et l'hiver 1997. Pendant la période d'échantillonnage, le débit et la vitesse habituelle des sections ont été mesurés. Des données ichthyologiques ont été recueillies, et un inventaire de macrophytes et de végétation riveraine a été établi. La valeur paysagère du fleuve a également été évaluée à différents débits.

Parallèlement, des analyses hydrologiques et hydrauliques ont été réalisées – de la source du fleuve jusqu'à son embouchure. L'équipe responsable du projet a analysé les débits minimums, et les débits mensuels moyens, et a tracé une courbe de durée de débit. Les différences dans la biomasse de phytobenthos, exprimées en masse sèche sans les cendres, en poids sec et chlorophylle *a* ont été testées au moyen d'analyses statistiques dans des lieux de prélèvement d'échantillons. Le pourcentage de déficit des espèces a été calculé pour des taxa de phytobenthos et zoobenthos entre des sections individuelles du fleuve. La qualité de l'eau a été évaluée en utilisant un indice saprobe Pantle-Buck, la qualité biologique du fleuve a été évaluée en utilisant le système de classement du Groupe de Travail de Suivi Biologique (Armitage et al., 1983) et l'Indice Biotique Élargi (modifié par Ghetti, 1986).

Résultat de l'étude

Les résultats des analyses biologiques ont montré qu'un débit fluvial de $0,110 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ pendant la période d'été était trop faible, provoquant ainsi la croissance de phytobenthos et une diminution de la diversité de zoobenthos. En ce qui concerne le prélèvement pour l'approvisionnement en eau, les résultats des analyses hydrologiques ont mis à jour de très faibles débits en été, conséquence directe du niveau élevé de prélèvement le long des cours d'eau combiné avec la porosité intergranulaire des substrats. Cela a entraîné la détérioration de la faune et de la flore aquatiques. Prenant en considération les caractéristiques hydrologiques, écologiques, paysagères et morphologiques, et l'évaluation de l'habitat, l'équipe responsable du projet a proposé une valeur de DE pour le fleuve Rižana de $0,160 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ pour la période sèche d'été. Cela réduirait les niveaux de pollution et permettrait le maintien d'un équilibre écologique aussi bien dans le fleuve que dans la zone riveraine. Les experts ont fixé le niveau du DE, en tenant compte de l'information détaillée ci-dessus, y compris les niveaux historiques de prélèvement.

Les principaux usagers de l'eau n'ont pas participé à l'étude, car l'objet de l'étude était l'aspect biologique du DE –dans une approche qui reposait sur la capacité des experts à définir la qualité et la quantité d'eau qui devrait rester dans le fleuve pour préserver sa structure et sa fonction.

Le DE a été déterminé pour le fleuve Rižana tandis que la quantité d'eau qui parcourt le canal menant à la zone humide de Škocjanski zatok n'a pas été définie. La présente étude n'inclut pas l'impact ni la corrélation du flux d'entrée de différentes quantités d'eau du fleuve Rižana dans le Škocjanski zatok au cours de l'année.

Outre la quantification du DE, l'étude recommande les mesures de gestion suivantes:

1. Usage rationnel de l'eau.
2. Régulation du prélèvement d'eau arbitraire et incontrôlé.
3. Traitement des eaux usées.
4. Avant de procéder à la gestion des eaux (établissement de seuils, aménagement de berges), il est nécessaire de consulter les biologistes

Options futures

La section du fleuve Rižana en amont de son estuaire devrait être examinée plus en détail à cause de la spécificité de ce biotope et les résultats de la recherche devraient être pris en compte en ce qui concerne le régime hydrique du fleuve Rižana. En particulier, il est nécessaire de faire une étude de l'effet du fleuve Rižana sur la stabilité de l'écosystème dans le Škocjanski zatok.

L'été relativement humide de 1996 a rendu plus difficile l'estimation du DE réel. Cependant, les résultats ont montré de façon incontestable, tout comme les observations hydrologiques à long terme, que les débits d'étiage pendant les périodes d'hiver n'étaient pas critiques dans ces circonstances. L'équipe responsable du projet a donc proposé de focaliser le suivi et de l'intensifier surtout en juin, juillet, août et septembre. L'équipe a conseillé d'effectuer des analyses régulières durant ces mois-là aux lieux de prélèvement d'échantillons où la recherche avait été faite auparavant. La recherche inclurait une analyse biologique, et concernant les paramètres physiques et chimiques, seuls les mesures qui présentent une contamination organique ou industrielle seraient utilisées.

Les méthodes fondées sur l'écologie développées en Slovénie traitent de la communauté des organismes aquatiques et pas seulement des espèces cibles, la principale déficience étant toutefois, comme dans toutes les méthodes, l'absence de preuve que le biote répond aux

changements de régime hydrique. À l'avenir, ces méthodes demanderont plus d'attention envers la communauté des poissons ainsi qu'envers l'estimation du DE pour les pollueurs d'eau.

L'équipe a participé à un projet à part sur la Revitalisation du Fleuve Rižana en 2002, financé par la Municipalité de Koper. L'objectif principal du projet est l'identification quantitative et qualitative des impacts de l'activité humaine sur la qualité de l'eau, l'établissement d'une liste de mesures prioritaires relatives à la portée des impacts et les possibilités d'y remédier, et la préparation de documentation concernant les mesures adoptées, y compris le suivi. Le projet vise à la revitalisation du fleuve Rižana et à l'obtention de caractéristiques optimales hydrauliques, défensives et d'habitat, par l'élaboration d'un programme à long terme de coexistence entre la nature et l'homme dans le bassin hydrographique du Rižana, ainsi que la préservation de la biodiversité dans l'eau et l'espace riverain.

L'usage rationnel de l'eau, la recherche de nouvelles sources d'eau potable, le traitement des eaux usées, le contrôle de la pollution de l'eau, l'évaluation du flux de sortie d'eau de l'accumulation prévue et la disposition de DE sont les aménagements les plus importants qu' a suggérés l'équipe du projet.

4. ENSEIGNEMENTS ET DÉFIS CLÉS

Cette recherche consiste en une approche interdisciplinaire qui touche à la biologie, l'hydrologie, l'hydraulique, la morphologie et l'architecture paysagère, et comprend la récolte de données biologiques et hydrologiques dans différents habitats en même temps.

Le Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire a financé ce travail sur le fleuve Rižana. La valeur estimée du DE n'a pas encore été mise en application dans la pratique. Cela est dû au fait que la méthodologie et les méthodes pour faire une estimation du DE ne sont pas encore légalisées par un arrêté. Il n'y a donc pas de législation appropriée qui permette une augmentation de la valeur du DE et le principal usager de l'eau – Rižanski vodovod, la compagnie d'approvisionnement en eau - y est opposé, car il aurait moins d'eau à sa disposition pendant les mois secs.

D'une façon plus générale, ces dix dernières années, de gros efforts ont été mis en oeuvre pour améliorer les caractéristiques écologiques des eaux courantes slovènes. La détermination et la garantie du DE représentent un progrès important dans la gestion du bassin hydrographique. Dans la Nouvelle Législation sur les Cours d'Eau, l'Article 71 établit que le DE devrait être garanti pour toute l'année. L'eau devrait être prélevée dans l'eau courante seulement à condition que le statut écologique de l'eau courante ne se détériore pas. La possibilité réelle d'un potentiel d'eau devrait être respectée et les facteurs naturels incorporés à la gestion de l'environnement.

5. RÉFÉRENCES SÉLECTIONNÉES

Armitage, P D, Moss D, Wright J F & Furse M T. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running water sites. (La performance d'un nouveau système de classement biologique de la qualité de l'eau fondé sur les macroinvertébrés dans une vaste gamme de sites d'eaux courantes non polluées). *Wat. Res.* 17(3): 333-347.

Ghetti, P F. 1986. Manuale di applicazione i macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua. Indice biotico: E.B.I., modif. Ghetti, Stazione Sperimentale Agraria Forestale, Servizio Protezione Ambiente di S. Michelle all'Adige - Trento, 105 pp.

Smolar N, Vrhovšek D, Lovka M, Krušnik C, Kosi G, Cernac B, Bertok M, Muck P, Burja D, Anzeljc D, Rebolj D. 1997b. *Določitev ekološko sprejemljivega pretoka za Rižano (Détermination du Débit Écologiquement Acceptable pour le fleuve Rižana). Rapport Final*, Institut de Gestion des Eaux: Ljubljana; 82 p.

Smolar N, Vrhovšek D. 1998. Experiences at the Application of Ecologically Acceptable Flow in Slovenia (Expériences dans l'Application du Débit Écologiquement Acceptable en Slovénie). Dans *Proceedings: International Symposium on Water Management and Hydraulic Engineering (Comptes Rendus: Symposium International sur la Gestion des Eaux et l'Ingénierie Hydraulique)*, Petraš J. (éd). Faculté d'Ingénierie Civile: Zagreb; p. 103-108.

Liste Uradni SRS. 1976. Uredba o ureditvi določenih vprašanj s področja voda (Arrêté sur la réglementation légale dans le domaine de l'eau). *Liste Uradni SRS (Bulletin Officiel de la République Socialiste de Slovénie)* 22: 1321-1323.

Vrhovšek D, Martincic A, Krušnik C, Kosi G, Burja D, Muck P, Smolar N, Pogacnik Z. 1994. *Kriteriji za zagotovitev dopustnih najnižjih pretokov v Sloveniji (Les critères pour des Débits Minimums Acceptables en Slovénie). Rapport Final*, Institut de Gestion des Eaux: Ljubljana; 131 p.

Smolar-Žvanut N, Vrhovšek D. 2002. Evaluation and Application of Environmental Flows for Running Waters in Slovenia (Évaluation et Application de Débits Écologiques pour les Eaux Courantes en Slovénie). Dans: Abstracts of the 4th International Ecohydraulics Symposium, 3-8 March 2002, Cape Town: Southern Waters Ecological Research and Consulting (Extraits du 4^{ème} Symposium International sur l'Écohydraulique, 3-8 Mars 2002, Cape Town: Consultation et Recherche Écologique sur les Eaux du Sud); p. 55.

Smolar-Žvanut N, Vrhovšek D, Burja D, Muck P, Anzeljc D, Kavcic I, Povž M, Kosi G, Krušnik C, Lovka M. 2002. *Predlog metodologije za določanje ekološko sprejemljivega pretoka (Les Recommandations pour l'Estimation du Débit Écologiquement Acceptable)*: Ljubljana; 38 p.

Hidro Koper 1993. *Študija določitve profilov nizkih pragov na reki Rižani. (L'Étude de la Détermination de Faibles Seuils dans le Fleuve Rižana)*: Koper; 113 p.

Remerciements

Les activités qui sont décrites dans ce dossier sont financées principalement par le Ministère Slovène de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire et par la Municipalité de Koper.

Les auteurs remercient tous les membres de l'équipe responsable du projet. Ils témoignent de la reconnaissance plus particulièrement à Peter Muck, Darko Burja, Darko Anzeljc, Dušan Rebolj pour leur travail dans le domaine de l'hydrologie et de l'hydraulique, à Dr. Gorazd Kosi, Dr. Ciril Krušnik, Marko Bertok, pour leur travail en biologie, à Iztok Kavcic pour ses conseils en matière d'architecture paysagère.

Nous aimerions également remercier Gordana Kerekeš du Ministère Slovène de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, Andreja Poklar de la Municipalité de Koper, et Lawrence Hass du Centre de Coopération pour la Méditerranée de l'UICN pour leurs commentaires sur le document mis en consultation.

Sites web

<http://www.sigov.si/mop/>

Site web du Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire

<http://www.koper.si/povezave>

Site web de la Municipalité de Koper

<http://www.limnos.si>

Limnos d.o.o.