

# LA RESTAURATION HYDROMORPHOLOGIQUE D'UN HYDROSYSTÈME SOCIALE. ÉTUDE DE CAS DU DANUBE EN ROUMANIE

**Gabriela IOANA TOROIMAC<sup>1</sup>, Florence SALIT<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Faculté de Géographie, Département de Météorologie – Hydrologie, Université de Bucarest, Roumanie

<sup>2</sup>UMR 8586 du CNRS (PRODIG), Université de Cergy-Pontoise, Paris, France

<sup>2</sup> [gabriela.toroimac@geo.unibuc.ro](mailto:gabriela.toroimac@geo.unibuc.ro)

## Sommaire:

1. INTRODUCTION.....	221
2. ÉCHELLES DE RESTAURATION FLUVIALE.....	222
3. ENTRÉES ET SORTIES HYDROMORPHOLOGIQUES DES PROJETS DE RESTAURATION.....	225
4. POSITION DES COMMUNAUTÉS LOCALES DANS LES PROJETS DE RESTAURATION.....	227
5. DISCUSSION.....	228
6. CONCLUSIONS.....	230
7. RÉFÉRÉNCES.....	231

## Citer ce document:

Ioana-Toroimac, G., Salit, F. 2016. La restauration hydromorphologique d'un hydrosystème sociale. Étude de cas du Danube en Roumanie. *Cinq Continents* 6 (14): 219-234

## **La restauration hydromorphologique d'un hydrosystème sociale. Étude de cas du Danube en Roumanie**

**Gabriela Ioana-Toroimac, Florence Salit**

**Hydromorphologic restoration of a social hydrosystem. Case study of the Danube River in Romania.** This paper synthesizes river restoration projects implemented on the Lower Danube in Romania, focusing on hydromorphological entries and exits and on their relations with the society. At large scale, on Lower Danube in Romania, the declaration of Lower Danube Green Corridor (2000) and the program of Ecological and economic resizing of Danube floodplain's Romanian sector (2008) aim to restore vast areas of the river natural floodplain. Too ambitious, these plans were implemented only by seven small scale projects (mean area ~2600 ha). Regarding the hydromorphological approach, the lateral reconnection of the water flow is considered locally improved by dikes' opening or canals' closing/opening. However, the lateral sediment depositing is perceived as a negative effect even if it is part of river natural functioning. Concerning the social approach, these projects are presented as socio-economical efficient by their planners, but normatively restrictive by local communities. Therefore, it seems necessary to revise the scientific objectives of river restoration projects by promoting the morphological diversity. Furthermore, it appears essential to reconcile the scientific approach with the socio-economic needs of the local communities.

**Keywords:** river restoration, diking, lateral connection, hydromorphological status, local community

**La restauration hydromorphologique d'un hydrosystème sociale. Étude de cas du Danube en Roumanie.** Cet article fait une synthèse des projets de restauration du Danube inférieur en Roumanie, en insistant sur les entrées et les sorties hydromorphologiques et sur leur relation avec la société. À l'échelle du Danube inférieur en Roumanie, la déclaration du Corridor vert du Danube inférieur (2000) et le programme de Redimensionnement écologique et économique du secteur roumain de la plaine inondable du Danube (2008) envisagent la restauration du fleuve sur des périmètres étendus. Trop ambitieux à grande échelle, juste sept projets de restauration à petite échelle (superficie moyenne ~2600 ha) ont été mis en place. En ce qui concerne l'approche hydromorphologique, la reconnexion latérale du flux d'eau est considérée comme améliorée suite à l'ouverture locale des digues et à la clôture/ouverture de certains canaux. Pourtant le dépôt latéral de sédiments est perçu en tant qu'effet négatif bien qu'il soit une conséquence naturelle du fonctionnement fluviale. En ce qui concerne la relation avec la société, officiellement, ces projets sont présentés en tant que bénéfiques de point de vue socio-économique, mais les communautés locales sont mécontentes des conséquences normatives des autres projets environnementaux. Par conséquent, les objectifs scientifiques des projets de restauration fluviale ont besoin de révision vers le soutien de la diversité morphologique. De plus, il semble nécessaire de rendre compatible l'approche scientifique avec les besoins socio-économiques des communautés locales.

**Mots clés:** restauration fluviale, endiguement, connexion latérale, état hydromorphologique, communauté locale

## 1. INTRODUCTION

La restauration fluviale se réfère à des modifications du chenal fluvial et de sa plaine inondable (i.e., mesures) dans le but d'améliorer les phénomènes et processus hydrologiques, géomorphologiques et/ou écologiques détériorés (Wohl et al, 2005). En ce sens, l'hydromorphologie (e.g., quantité et dynamique du débit d'eau, profondeur, largeur, structure et substrat du lit, structure de la rive, connexion aux masses d'eau souterraine, continuité de la rivière) joue un rôle primordiale, car elle soutient la partie biologique (Commission Européenne, 2000). La restauration hydromorphologique est rapportée à un état de référence, qui est partiellement historique, évolutif, adapté aux conditions environnementales actuelles et dépend des attentes sociétales (Rinaldi et al, 2013).

La restauration fluviale est devenue une préoccupation socio-naturelle (Ashmore, 2015), avec un coté scientifique et un coté socio-politique et culturel (Brierley et Fryirs, 2008). Cette préoccupation s'est développée autour des questions qui se réfèrent aux acteurs ayant le droit d'établir des objectifs pour un cours d'eau et d'accepter les effets des projets de restauration, ou ayant les possibilités de financement (Wohl et al, 2015). Par exemple, les communautés locales jouent un rôle majeur et sont généralement favorables à la restauration bien que soulignant des potentiels dangers liés aux transformations de leurs activités économiques (Buijs, 2009). Du coup, la planification de tels projets est la conséquence des négociations et alliances stratégiques entre plusieurs acteurs, dont les intérêts, expertises, motivations et attentes diffèrent (Ashmore, 2015).

Le Danube nécessite des mesures de restauration fluviale, car il a été profondément transformé par des interventions anthropiques (Hulea et Schwarz, 2010). Dans le cas du Danube en Roumanie, les digues généralement empêchent l'inondation de la plaine aux débits à temps de retour de 100 ans (ANAR, 2016) ; 73% de la superficie de la plaine inondable sont considérés déconnectés par rapport au fleuve et 35% du delta du Danube (Hulea et Schwarz, 2010). Le débit liquide et le débit solide ont enregistré des tendances à la baisse (Zaharia et Ioana-Toroimac, 2013 ; Preoteasa et al, 2016). La superficie totale des îles a diminué, tandis que leur superficie moyenne a augmenté et certaines d'entre elles ont disparu (Constantinescu et al, 2015). Le processus dominant est l'érosion des berges au détriment de l'accumulation sur les berges (Constantinescu et al, 2015). Le lit fluvial est affecté par le processus de dégradation (Habersack et al, 2016). Ces transformations sont perçues plutôt favorablement par les communautés locales étant donné le fait qu'elles ne se sentent pas concernées par le risque le plus fréquent de la région – les inondations (Armaş et al, 2015).

Dans ce contexte, il s'avère nécessaire de connaître l'état des travaux de restauration du Danube en Roumanie. Quelques études antérieures ont fait le point sur les bénéfices écologiques des projets de restauration mis en place, avec quelques références aux acteurs impliqués dans l'ensemble du processus de restauration (Schneider, 2015 ; Hein et al, 2016). Pourtant, aucune étude ne se focalise sur les caractéristiques hydromorphologiques (e.g., pressions, altérations, puis retour aux processus fluviaux naturels) des projets de restauration appliqués.

Par conséquent, notre article fait une synthèse des projets de restauration du Danube en Roumanie afin de contribuer à la révision des objectifs et donc à la planification des futurs projets. Notre synthèse insiste, tout d'abord, sur les objectifs et les sorties hydromorphologiques de ces projets et dans un deuxième temps, sur l'implication des communautés locales.

## **2. ÉCHELLES DE RESTAURATION FLUVIALE**

La nécessité de restaurer le Danube est reconnue au niveau européen dans le Plan de gestion du bassin du Danube (ICPDR, 2015). La restauration fluviale est présentée en tant que nécessaire pour la morphologie fluviale, les habitats, la connectivité latérale entre le fleuve et sa plaine inondable, la connectivité longitudinale et surtout pour la migration des poissons et le flux de sédiments. La restauration fluviale est considérée aussi une mesure de prévention en cas d'inondations. À l'échelle du Danube inférieur en Roumanie, deux projets majeurs ont été proposés : le Corridor vert du Danube inférieur et le Redimensionnement écologique et économique du secteur roumain de la plaine inondable du Danube.

La déclaration du Corridor vert du Danube inférieur de 2000 envisageait la création d'un réseau d'aires protégées et de zones humides restaurées afin d'assurer le fonctionnement de la plaine inondable du fleuve entre le défilé des Portes de Fer et la Mer Noire, en Roumanie, en Bulgarie, en Moldavie et en Ukraine (De Nocker et Mazza, 2010). Dans ce cadre, chaque pays signataire a mis en place des projets en fonction des possibilités locales (Fisher, 2013). Par conséquent, en Roumanie, nous avons comptabilisé le long du Danube un parc national (catégorie II UICN – Union internationale pour la conservation de la nature), deux parcs naturels (catégorie V UICN), 50 sites Natura 2000 et 34 réserves naturelles (catégorie IV UICN), dont certains d'entre eux se superposent, 14 sont reconnues en tant que zones humides d'importance internationale Ramsar et plusieurs font partie de la Réserve de la Biosphère (Ministerul Mediului și Schimbărilor Climatice, 2013). De plus, sept projets de restauration des zones humides fluviales ont été mis en place : six dans le delta du Danube et un dans la petite île de Brăila (Tableau 1, Fig. 1). Ces deux tronçons du Danube sont aussi sous la

protection du label international Ramsar et le delta du Danube est Réserve de la Biosphère.

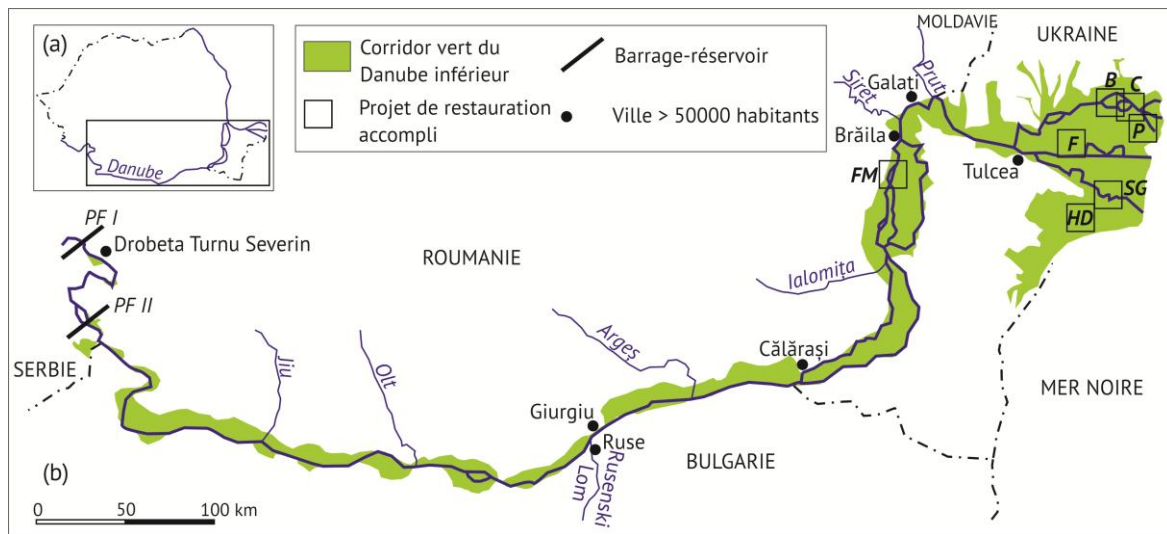


Figure 1. Région d'étude : (a) position en Roumanie ; (b) proposition du Corridor vert du Danube inférieur (d'après WWF, 2010) et projets de restauration accomplis en Roumanie. B - Babina, C - Cernovca, P - Popina, F - Fortuna, SG - Sf. Gheorghe, HD - Holbina-Dunavăț, FM - Fundu Mare, PF I - Barrage de Portes de Fer I, PF II - Barrage de Porte de Fer II.

Le programme sur le Redimensionnement écologique et économique du secteur roumain de la plaine inondable du Danube en Roumanie de 2008 avait le but d'élaborer une carte des zones inondables danubiennes, de restaurer les plus importantes aires protégées et d'évaluer les activités économiques afin de les intégrer dans le concept de polder mixte (à utilisation agricole et pour le stockage d'eau en cas d'inondation) (Hein et al, 2016). Ce programme proposait la restauration des 15.9 % de la superficie de la plaine inondable du fleuve par l'ouverture des digues, le stockage d'eau sur 40.8% de la plaine inondable et le maintien de l'agriculture sur 43.3% de la plaine inondable. Les plus étendus périmètres à restaurer se trouvent dans le voisinage de la confluence Danube-Jiu. La réalisation de la restauration dans les zones envisagées par ce programme est actuellement en attente (Ioana-Toroimac, 2014).

Cependant, la restauration du Danube en Roumanie reste un sujet controversé entre la vision idéale environnementale et la vision pragmatique des usagers. À grande échelle, certains travaux mettent en évidence les coûts socio-économiques élevés et l'augmentation de la pollution de l'eau et des sols suite aux inondations fluviales (Vișinescu et Bularda, 2008). Pourtant, d'autres travaux montrent l'avantage économique de la restauration : chaque hectare de plaine inondable restaurée est estimé à 500 euro/an en tant que services écologiques ; le remplacement des monocultures par des paysages plus variés favoriserait le développement de l'économie locale basée sur le

tourisme, la pisciculture, le pâturage et la production des fibres (Hulea et al, 2009). De plus, les projets de restauration sont freinés par la multitude d'acteurs impliqués (e.g., propriétaires ou concessionnaires différents pour l'eau, les digues, les systèmes d'irrigation, les terres cultivées, les étangs piscicoles) (Schneider, 2015). Par conséquent, seuls des projets de restauration à petite échelle (~2598 ha en moyenne par projet) ont pu être mis en place (Tableau 1).

Tableau 1. Projets de restauration mis en place sur le Danube en Roumanie

Dénomination du projet	Position sur le Danube	Année d'implémentation <sup>1</sup>	Superficie (ha) <sup>1</sup>	Style fluvial du Danube <sup>2</sup>	Altération de l'environnement fluvial <sup>1</sup>
<b>Babina</b>	Delta du Danube	1994	2100	Anastomosé	Zone marécageuse endiguée et transformée en polder agricole
<b>Cernovca</b>	Delta du Danube	1996, 2003	1560	Anastomosé	Zone marécageuse endiguée et transformée en polder agricole
<b>Popina</b>	Delta du Danube	2000	3600	Anastomosé	Zone marécageuse transformée par endiguement et autres modifications en étangs piscicoles
<b>Fortuna</b>	Delta du Danube	2001-2002	2115	Anastomosé	Zone marécageuse et forestière transformée par endiguement et création de canaux de liaison avec le Danube en polder agricole et étangs piscicoles
<b>Sf. Gheorghe</b>	Delta du Danube	2006	687	Anastomosé	Chenal fluvial dont les méandres ont été recoupés pour faciliter la navigation, ce qui a conduit à l'apparition d'îles entre les méandres recoupés et le chenal actuel
<b>Holbina-Dunavăț</b>	Delta du Danube	2008	5630	Anastomosé	Zone marécageuse transformée par la création de canaux artificiels en étangs piscicoles
<b>Fundu Mare</b>	Petite Île de Brăila	-	2500	Anastomosé	Lac dont les flux d'eau et de sédiments ont été modifiés par des aménagements situés en amont (Portes de Fer)

<sup>1</sup>Sources : synthétisé d'après Andrei (2011) et Schneider (2014, 2015). <sup>2</sup>Reconstitué à partir des cartes d'ANAR (2016)

### 3. ENTRÉES ET SORTIES HYDROMORPHOLOGIQUES DES PROJETS DE RESTAURATION

Les projets de restauration des zones humides fluviales danubiennes ont envisagé des périmètres altérés par différentes interventions anthropiques dans les années 1970-1990, essentiellement pour la culture des plantes, des activités piscicoles et la navigation (Tableau 1) (Schneider, 2015). Les îles de Babina, Cernovca et Fortuna ont été endiguées et transformées en polders agricoles. Les lacs et marécages de Popina, Fortuna et Holbina-Dunavăț ont été transformés par des endiguements et par la construction de canaux artificiels dans des étangs piscicoles. Le bras Sf. Gheorghe a été rectifié et des méandres ont été recoupés pour faciliter la navigation. Le seul exemple à part est celui du projet du lac Fundu Mare où les interventions anthropiques sont extérieures au périmètre restauré et concerne surtout la modification du flux d'eau et de sédiments (Bodescu et Iordache, 2010).

Les projets de restauration ont eu comme objectif secondaire l'hydromorphologie, tandis que l'objectif principal a été l'habitat et la biodiversité (RESTORE, 2016). Les éléments hydromorphologiques altérés ont été la quantité et la dynamique de l'écoulement fluvial, la continuité fluviale et la largeur et la profondeur des chenaux fluviaux (RESTORE, 2016). De même, le style fluvial anastomosé a été généralement préservé dans l'ensemble des sites analysés (Tableau 1).

Les solutions de restauration choisies dans le cadre de ces projets ont quelques caractéristiques communes (Tableau 2) : (i) les projets ont eu pour but la connexion latérale entre le fleuve et ses zones humides ou la connexion à l'intérieur des zones humides ; (ii) les mesures principales ont été l'ouverture des digues et l'ouverture/la clôture de certains canaux de liaison fonctionnelle ; (iii) le régime hydrologique, en tant qu'hydropériode humide, a été favorisé au détriment du flux des sédiments.

En ce qui concerne l'hydropériode, les projets ont réussi la reconnexion hydrologique des périmètres polderisés au fleuve. Par exemple, les îles de Babina et de Cernovca sont inondées à des niveaux supérieurs aux basses eaux, pour plus de 180 jours/an (Hein et al, 2016). De plus, les étangs de Holbina-Dunavăț ont une meilleure qualité de l'eau (Schneider, 2015).

En ce qui concerne le flux de sédiments, l'accumulation semble être le processus mis en avant (Tableau 2). Par exemple, avant la restauration, les lacs de Fortuna et de Fundu Mare se confrontaient à des problèmes de colmatage dus aux alluvions provenant du fleuve et déposés dans un régime lacustre ; suite aux mesures de restauration, la situation a été résolue par la clôture des canaux de liaison avec le Danube à Fortuna et l'ouverture d'un canal exutoire à Fundu Mare (Andrei, 2011 ; Schneider, 2015). Au contraire, après la restauration, le dépôt de sédiments est devenu le processus dominant à Babina, Cernovca et Popina (Hein et al, 2016). De plus, suite aux modifications



anthropiques, les méandres recoupés du bras Sf. Gheorghe sont en train de se colmater (Schneider, 2015) et le processus va probablement continuer malgré les mesures de restauration.

Après la restauration, l'état hydromorphologique est considéré comme amélioré (RESTORE, 2016). Le retour à un état historique de référence est considéré comme non faisable dû aux coûts trop élevés des éventuelles mesures de restauration et même à l'évolution ultérieure inacceptable dans les conditions socio-économiques actuelles (e.g., domination de la sédimentation au détriment de l'agriculture ou de la navigation) (Schneider, 2015).

Tableau 2. Mesures de restauration mises en place dans les projets du Danube en Roumanie

Dénomination du projet	Type de reconnexion	Actions	Flux d'eau	Flux d'alluvions	État hydromorphologique après la restauration
<b>Babina</b>	Latérale	Ouverture locale des digues	Inondable	Dépôt de sédiments fins après la restauration	Amélioré
<b>Cernovca</b>	Latérale	Ouverture locale des digues	Inondable	Dépôt de sédiments fins après la restauration	Amélioré
<b>Popina</b>	Latérale	Ouverture locale des digues et réactivation d'un chenal naturel	Inondable	Dépôt de sédiments fins après la restauration	Amélioré
<b>Fortuna</b>	Latérale	Clôture des canaux vers le Danube et ouverture des anciens canaux naturels à l'intérieur du marécage	Inondable	Diminution du colmatage après la restauration	Amélioré
<b>Sf. Gheorghe</b>	Latérale et longitudinale	Création de canaux artificiels pour la connexion des îles	Inondable	Dépôt de sédiments avant et après la restauration	Amélioré
<b>Holbina-Dunavăț</b>	Latérale	Ouverture des digues et réactivation des canaux	Inondable, qualité d'eau améliorée	-	Amélioré
<b>Fundu Mare</b>	Latérale	Ouverture d'un canal	Inondable	Diminution du colmatage après la restauration	Amélioré

Sources : synthétisé d'après Andrei (2011) et Schneider (2015)



#### 4. POSITION DES COMMUNAUTÉS LOCALES DANS LES PROJETS DE RESTAURATION

Les communautés locales sont, d'une certaine manière, impliquées dans les projets de restauration du Danube en Roumanie (Schneider et al, 2008), car ces projets ont eu aussi des objectifs socio-économiques vers l'amélioration de la situation locale (Tableau 3). Ces objectifs se réfèrent à : (i) l'information et la sensibilisation des communautés locales concernant la signification des activités de protection de la biodiversité et de restauration fluviale, ainsi que les dangers de la pisciculture excessive ; (ii) la participation des communautés locales à la gestion de l'aire protégée, à la planification des mesures de restauration et de surveillance ultérieure ; (iii) l'amélioration de l'accessibilité au site ; et (iv) la croissance économique (e.g., tourisme, pisciculture, exploitation des roseaux et des plantes médicinales, extension du pâturage).

Tableau 3. Objectifs socio-économiques des projets de restauration du Danube en Roumanie

Dénomination du projet	Objectifs <sup>1</sup>	État socio-économique après la restauration <sup>1</sup>
<b>Babina</b>	Développement du tourisme écologique Croissance économique pour la pisciculture, l'exploitation des roseaux et des plantes médicinales et l'extension du pâturage	Amélioré
<b>Cernovca</b>	Croissance économique pour l'exploitation des roseaux et des plantes médicinales et l'extension du pâturage	Amélioré
<b>Popina</b>	Croissance économique pour la pisciculture	Amélioré
<b>Fortuna</b>	Croissance économique pour l'exploitation des roseaux et des plantes médicinales et l'extension du pâturage	Amélioré
<b>Sf. Gheorghe</b>	Information des communautés locales sur les questions de restauration fluviale Participation des communautés locales à la planification de la restauration Participation des communautés locales aux activités de surveillance Amélioration de l'accessibilité du public Sensibilisation des communautés locales aux questions de la pisciculture	Amélioré
<b>Holbina-Dunavăț</b>	Croissance économique pour la pisciculture	Amélioré
<b>Fundu Mare</b>	Sensibilisation des communautés locales aux questions de l'aire protégée Participation des communautés locales à la gestion de l'aire protégée Croissance économique pour l'écotourisme	Amélioré

<sup>1</sup>Source : synthétisé d'après Andrei (2011), Schneider (2015), and RESTORE (2016)

Pourtant, nous constatons un décalage entre les déclarations officielles et la perception des projets environnementaux de la part des communautés locales. Il semble que les communautés locales ne perçoivent ni l'intégralité des bénéfices conçus dans les projets de restauration, ni l'amélioration de l'état socio-économique local. Par exemple, la communauté locale du voisinage de la petite île de Brăila considère la restauration comme étant utile et seraient d'accord de la soutenir financièrement pour améliorer la

qualité de l'eau, mais pas forcément pour diminuer le risque d'inondation (Brouwer et al, 2016). Les pêcheurs du delta du Danube ont été profondément affectés par les normes et réglementations piscicoles associées aux actions de protection et le tourisme ne représente qu'une source secondaire de revenu pour la population locale (Ivan, 2012, 2015). D'une manière générale, les communautés locales perçoivent que la politique environnementale empêche leur accès aux ressources naturelles (Mitroi, 2013), ce qui conduit à des conflits entre les acteurs impliqués (Bell et al, 2001).

## **5. DISCUSSION**

La synthèse des travaux de restauration du Danube montre que, malgré la vision agréée au niveau européen, les projets à grande échelle sont trop ambitieux et seulement des exemples (sept) à échelle locale ont été réalisés en Roumanie. Ces projets montrent qu'il est nécessaire de revoir les approches hydromorphologique et sociale dans l'étape de planification.

Les projets de restauration du Danube en Roumanie trahissent une certaine simplicité pour plusieurs raisons : (i) l'échelle d'implémentation est locale et les projets sont peu nombreux bien que le Danube inférieur ait été altéré sur l'ensemble de sa longueur et de sa plaine inondable ; (ii) la localisation est concentrée uniquement sur deux tronçons ; (iii) les actions de restauration sont peu variées et ne répondent que partiellement aux altérations du Danube ; (iv) le retour social de la restauration est peu clair et varie de l'opinion des aménageurs à celle des membres des communautés locales.

En ce qui concerne la restauration implémentée le long du Danube en Roumanie, il est incertain que les projets à échelle locale donnent des effets positifs cumulatifs à l'échelle du bassin-versant (Kondolf et Podolak, 2014). Le nombre de projets de restauration implémentés est comparable à celui du reste du Danube : une dizaine sur le Danube supérieure (Hulea et Schwarz, 2010), moins d'un cinquième sur le Danube moyen en aval de Vienne (Hulea et Schwarz, 2010) et une dizaine sur le Danube inférieur (dont trois en Bulgarie – Hulea et Schwarz (2010) et deux en Ukraine – Schneider (2015)). Pourtant, le potentiel de restauration est beaucoup plus élevé si l'on considère le nombre de sites, mais pas nécessairement par rapport aux dimensions moyennes. Hulea et Schwarz (2010) proposent 47 sites à restaurer sur le Danube supérieur, 45 sur le Danube moyen, 104 sur le Danube inférieur (dont 25 dans le delta du Danube), avec une superficie moyenne de 3723 ha.

La localisation des projets analysés dans le delta du Danube et dans la petite île de Brăila pourrait suggérer l'attractivité des labels internationaux de protection dans le choix des sites à restaurer. Les sites à restaurer sont tout d'abord choisis en fonction de leur potentiel naturel, de l'occupation des sols et du type de propriété (Hulea et Schwarz, 2010). Cependant, les actions de conservation de la biodiversité augmentent l'intérêt

pour la restauration (Verhoeven, 2014). D'ailleurs, les actions de restauration ont lieu souvent dans des aires protégées (Kingsford et al, 2011).

Par rapport à l'altération de l'hydromorphologie du Danube, les projets de restauration sont partiellement démonstratifs. Par exemple, l'action dominante de restauration a été l'ouverture des digues et la reconnexion latérale, ce qui est une réponse à l'endiguement du Danube inférieur en tant que pression anthropique dominante. Au contraire, le dépôt de sédiments est plutôt perçu en tant que processus à connotations négatives bien qu'il n'ait pas été le processus dominant depuis l'impact des pressions anthropiques et que le débit solide du fleuve est à la baisse (Constantinescu et al, 2015 ; Preoteasa et al, 2016). Par conséquent, il semble nécessaire de réviser les objectifs hydromorphologiques de tels projets à partir du principe de restauration à base de processus fonctionnels (Beechie et al, 2010) et de revoir les priorités hydromorphologiques de restauration à l'échelle du bassin-versant (Haase et al, 2013). De plus, les mesures de restauration sur le Danube en Roumanie sont peu variées et favorables à la connectivité hydrologique latérale. Cependant, les actions menées pour améliorer la connectivité longitudinale le long du Danube ne sont pas évidentes bien que les sites analysés soient confrontés à un tel problème. De plus, les documents analysés sur les sites restaurés ne font aucune mention d'une éventuelle restauration morphologique de la largeur, de la profondeur, du substrat et des berges. Par conséquent, nous proposons de mieux prendre en compte chaque composante hydromorphologique aussi bien en tant qu'entrées altérées, que sorties surveillées.

En ce qui concerne l'état de référence à restaurer, nous avons constaté une amélioration de l'état altéré, tout en tenant compte de la référence historique et des attentes d'évolution et de développement local. De même, sur le Danube supérieur, la restauration a une composante historique (Hohensinner et al, 2013). Cependant, concernant les attentes, nous avons constaté la tendance de préserver un certain état envisagé (e.g., préserver le lac de Fundu Mare malgré le dépôt naturel de sédiments), ce qui n'est pas souhaitable étant donné les caractéristiques évolutives de la morphologie fluviale (Brierley et Fryirs, 2008). Dans le sens de Wohl et al (2015), nous suggérons la nécessité de restaurer plutôt la diversité morphologique fluviale.

D'un point de vue social, les mesures de sensibilisation envers les aspects environnementaux, ainsi que le soutien de certaines branches économiques ne semblent pas efficaces dans les projets de restauration fluviale. Les projets environnementaux déroulés sur le Danube en Roumanie semblent avoir une approche top-down et exclure les connaissances et la participation des communautés locales (Ivan, 2015). De plus, surtout dans le delta du Danube, l'action sur la dimension sociale pourrait apparaître comme plus urgente que le développement économique ou la non-dégradation de l'environnement (Niculescu et al, 2015). Par conséquent, les sociologues considèrent

que le lien entre les communautés locales et leur environnement passe par une remise en question (Mitroi, 2013) et qu'il est nécessaire de mieux comprendre la place de la société comme part de l'écosystème (Bell et al, 2001). En réconciliant les visions environnementale et sociale, Constantinescu et al (2015) considèrent que l'idée clé dans la restauration du Danube en Roumanie est la restauration de la mémoire environnementale collective des communautés locales. Les projets de restauration fluviale en déroulement prennent en compte la gouvernance participative, tout en intégrant les savoirs des communautés locales (WWF, 2016).

Les projets de restauration du Danube en Roumanie sont considérés comme un succès étant donné l'amélioration de l'état écologique, hydromorphologique et même socio-économique (Tableau 2, Tableau 3). Pourtant, les qualificatifs (e.g., « amélioré ») ne peuvent pas être considérés comme des résultats (Haase et al, 2013). Par conséquent, il s'avère nécessaire de mieux communiquer les résultats de la restauration, par exemple d'une manière quantitative (Haase et al, 2013). C'est pour cela que les actions de surveillance suivant la restauration sont concluantes (Ghinea et Gavrilescu, 2013). De plus, l'intégration de paramètres variés (e.g., sociaux) dans les actions de surveillance pourrait enrichir le retour d'expérience (Haase et al, 2013), ce qui pourrait servir au perfectionnement des futures mesures de restauration fluviale.

En conclusion, la mise en place des projets de restauration sur le Danube inférieur semble difficile. D'ailleurs, cela est une caractéristique des projets de restauration en Europe dû, entre autre, aux nombreux acteurs impliqués dans la gestion du territoire (Ghinea et Gavrilescu, 2013). Mais il est important de reconnaître que la restauration, ainsi que tout autre processus à base politique, nécessite du temps pour s'organiser et s'exercer (Habersack et al, 2016). Par conséquent, nous soutenons l'idée d'une participation effective dans la gouvernance de la restauration fluviale des scientifiques pour leur know-why et des communautés locales pour leur know-how (Reed, 2008).

## **6. CONCLUSIONS**

La synthèse des projets déjà mis en place montre que la restauration de la plaine inondable du Danube en Roumanie reste un défi. Afin de renouveler cet objectif environnemental, il est indispensable de multiplier les projets de restauration fluviale, de sortir de l'attractivité du delta du Danube et de remonter sur le Danube inférieur. En ce qui concerne l'approche hydromorphologique de ces projets, il est nécessaire de définir des nouveaux objectifs scientifiques, qui tiennent compte des priorités par rapport aux altérations (e.g., améliorer aussi bien la connectivité latérale, que la connectivité longitudinale des flux d'eau et des sédiments), tout en respectant les processus fluviaux et la diversité de la morphologie fluviale en tant qu'état de référence.

De même, ces objectifs devraient être compatibles aux autres volets (e.g., écologique, social, économique) de la restauration fluviale, ce qui nécessite une implication plus active des communautés locales, qui définissent leurs besoins et contribuent par leurs connaissances.

En tout cas, nous suggérons aux autorités d'envisager la restauration du Danube comme la seule solution face à la nécessité de durabilité des ressources naturelles à utiliser par les générations futures. En ce sens, la restauration fluviale du Danube devrait être mieux intégrée dans les stratégies de développement du sud de la Roumanie.

## 7. RÉFÉRENCES

- ANAR. 2016. Hărți de hazard și de risc la inundații. Available at: <http://gis2.rowater.ro:8989/flood/>. [6 May 2016]. Bucharest.
- ANDREI, A. 2011. Plan de conservare After-LIFE. Administrația Parcului Natural Balta Mică a Brăilei. Available at: [http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=LIFE06\\_NAT\\_RO\\_000172\\_AfterLIFE\\_RO.pdf](http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=LIFE06_NAT_RO_000172_AfterLIFE_RO.pdf). [3 May 2016]. Brăila.
- ARMAȘ, I., IONESCU, R., NENCIU POSNER, C. 2015. Flood risk perception along the Lower Danube River, Romania. *Natural Hazards*, 79, pp. 1913-1931.
- ASHMORE, P. 2015. Towards a sociogeomorphology of rivers. *Geomorphology*, 251, pp. 149-156.
- BEECHIE, T.J., SEAR, D.A., OLDEN, J.D., PESS, G.R., BUFFINGTON, J.M., MOIR, H., RONI, P., POLLOCK, M.M. 2010. Process-based principles for restoring river ecosystems. *BioScience*, 60 (3), pp. 209-222.
- BELL, S., NICHERSU, I., IONESCU, L., IACOVICI, E. 2001. Conservation versus livelihood in the Danube Delta. *Anthropology of East Europe Review*, 19 (1), pp. 11-15.
- BODESCU, F., IORDACHE, V. 2010. Modelling hydrological processes to evaluate alternatives for ecologic reconstruction in the Danube floodplain near Braila, Romania. *Proceedings of 38th IAD Conference*, pp. 1-5.
- BRIERLEY, G., FRYIRS, K.A. 2008. *River futures: an integrative scientific approach to river repair*, Washington, Society for Ecological Restoration International. Island Press.
- BROUWER, R., BLIEM, M., GETZNER, M., KEREKES, S., MILTON, S., PALARIE, T., SZERÉNYI, Z., VADINEANU, A., WAGTENDONK, A. 2016. Valuation and transferability of the non-market benefits of river restoration in the Danube river basin using a choice experiment. *Ecological Engineering*, 87, pp. 20-29.

- BUIJS, A.E. 2009. Public support for river restoration. A mixed-method study into local residents' support for and framing of river management and ecological restoration in the Dutch floodplains. *Journal of Environmental Management*, 90, pp. 2680-2689.
- COMMISSION EUROPÉENNE. 2000. Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. *Journal officiel*, 327, pp. 1-73.
- CONSTANTINESCU, Ș., ACHIM, D., RUS, I., GIOSAN, L. 2015. Embanking the Lower Danube: from natural to engineered floodplains and back. In: HUDSON, P.F. & MIDDELKOOP, H. (eds.) *Geomorphic approaches to integrated floodplain management of lowland fluvial systems in North America and Europe*, pp. 265-288, New York: Springer.
- DE NOCKER, L., MAZZA, L. 2010. Green infrastructure in-depth case analysis. Theme 4: freshwater and wetlands management and restoration. Available at: [http://www.ieep.eu/assets/902/GI\\_Case\\_Analysis\\_4\\_-\\_Freshwater\\_and\\_Wetlands.pdf](http://www.ieep.eu/assets/902/GI_Case_Analysis_4_-_Freshwater_and_Wetlands.pdf). [3 May 2016]. Antwerp.
- FISHER, D. 2013. *Legal reasoning in environmental law: a study of structure, form and language*. Cheltenham, Edward Elgar Publishing Limited.
- GHINEA, C., GAVRILESCU, M. 2013. Inter-reggio: concept of restoration projects of local streams. *Environmental Engineering and Management Journal*, 12 (8), pp. 1735-1746.
- HABERSACK, H., HEIN, T., STANICA, A., LISKA, I., MAIR, R., JÄGER, E., HAUER, C., BRADLEY, C. 2016. Challenges of river basin management: Current status of, and prospects for, the River Danube from a river engineering perspective. *Science of Total Environment*, 543, pp. 828-845.
- HAASE, P., HERING, D., JÄHNIG, S.C., LORENZ, A.W., SUNDERMANN, A. 2013. The impact of hydromorphological restoration on river ecological status: a comparison of fish, benthic invertebrates, and macrophytes. *Hydrobiologia*, 704, 475-488.
- HEIN, T., SCHWARZ, U., HABERSACK, H., NICHERSU, I., PREINER, S., WILLBY, N., WEILGELHOFER, G. 2016. Current status and restoration options for floodplains along the Danube River. *Science of Total Environment*, 543, pp. 778-790.
- HOHENSINNER, S., JUNGWIRTH, M., HABERSACK, H. 2013. Historical analysis as a reference for restoration of the Danube floodplain system in the Austrian Machland. *Proceedings of the Ecoflood Conference*, pp. 7.



- HULEA, O., EBERT, S., STROBEL, D. 2009. Floodplain restoration along the Lower Danube: a climate change adaptation case study. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 6, pp. 1.
- HULEA, O., SCHWARZ, U. 2010. *Assessment of the restoration potential along the Danube and main tributaries*, Vienna, WWF.
- ICPDR. 2014. *The Danube River Basin District Management Plan*, Vienna, ICPDR.
- IOANA-TOROIMAC, G. 2014. Protection et restauration de la plaine inondable du Danube (Roumanie) : de l'état des lieux au cas du lac Suhaia. *Développement durable et territoires*, 5 (3), pp. 1-13.
- IVAN, O. 2012. The consequences of tourism for a fisherman's family in Sfântu Gheorghe, the Danube Delta. *Scientific Annals of the Danube Delta Institute*, 18, 279-284.
- IVAN, O. 2015. Troubles in paradise: on ecology, policy making and resource depletion in the Danube Delta. *E-proceedings of the 36th IAHR World Congress*, pp. 1-3.
- KINGSFORD, R.T., BIGGS, H.C., POLLARD, S.R. 2011. Strategic adaptive management in freshwater protected areas and their rivers. *Biological Conservation*, 144, pp. 1194-1203.
- KONDOLF, M.G., PODOLAK, K. 2014. Space and time scales in human-landscape systems. *Environmental Management*, 53, pp. 76-87.
- MINISTERUL MEDIULUI ȘI SCHIMBARILOR CLIMATICE. 2013. Arii protejate. Available at: <http://www.mmediu.ro/beta/domenii/protectia-naturii-2/arii-naturale-protejate/>. [30 September 2013]. Bucharest.
- MITROI, V. 2013. Le delta du Danube, entre enjeux socio-économiques et préservation des ressources naturelles : exemples d'une « double transition ». *Pour*, 217, pp. 115-124.
- NICULESCU, S., PÉCAUD, D., MICHEL-GUILLOU, E., SOARE, P., DAVID, L. 2015. Quel développement durable pour le delta du Danube ? Enquête à Pardina. *Vertigo*, 15 (1).
- PREOTEASA, L., VESPREMEANU-STROE, A., TATUI, F., ZAINESCU, F., TIMAR-GABOR, A., CIRDAN, I. 2016. The evolution of an asymmetric deltaic lobe (Sf. Gheorghe Arm, Danube) in association with cyclic development of the river-mouth bar: long-term pattern and present adaptations to human-induced sediment depletion. *Geomorphology*, 253, pp. 59-73.
- REED, M.S. 2008. Stakeholder participation for environmental management: a literature review. *Biological Conservation*, 141 (10), pp. 2417-2431.
- RESTORE. 2016. Restoring Europe's rivers. Available at: [https://restorerivers.eu/wiki/index.php?title=Main\\_Page](https://restorerivers.eu/wiki/index.php?title=Main_Page). [3 May 2016].



- RINALDI, M., SURIAN, N., COMITI, F., BUSSETINI, M. 2013. A method for the assessment and analysis of the hydromorphological conditions of Italian streams: The Morphological Quality Index (MQI). *Geomorphology*, 180-181, pp. 96-108.
- SCHNEIDER, E. 2014. Aspects of wetland habitat restoration and monitoring in the Danube Delta: water macrophytes as quality indicators in evaluation processes. *Acta Zoologica Bulgarica*, 7, pp. 97-102.
- SCHNEIDER, E. 2015. The Danube Delta. Lessons learned from nature restoration projects. In: IORDACHI, C. & VAN ASSCHE, K. (eds.) *The bio-politics of the Danube Delta: nature, history, perspectives*, pp. 87-114, London: Lexington Books.
- SCHNEIDER, E., TUDOR, M., STARAȘ, M. 2008. *Evolution of Babina polder after restoration works*, Ettlingen, Kraft-Druck.
- VERHOEVEN, J.T.A. 2014. Wetlands in Europe: perspectives for restoration of a lost paradise. *Ecological Engineering*, 66, pp. 6-9.
- VIȘINESCU, I., BULARDA, M. 2008. Modificări severe în regimul hidrologic al Dunării și impactul acestora asupra agriculturii în lunca îndiguită. *Analele INCDA Fundulea*, LXXVI, pp. 101-112.
- WOHL, E., ANGERMEIER, P.L., BLEDSOE, B., KONDOLF, G.M., MACDONNELL, L., MERRITT, D.M., PALMER, M.A., POFF, N.L., TARBOTON, D. 2005. River restoration. *Water Resources Research*, 41, W10301.
- WOHL, E., LANE, S.N., WILCOX, A.C. 2015. The science and practice of river restoration. *Water Resources Research*, 51, pp. 5974-5997.
- WWF. 2010. Lower Danube Green Corridor. *WWF Factsheet*, pp. 2.
- WWF. 2016. Local community and WWF restore Mahmudia wetland. Available at: [http://wwf.panda.org/wwf\\_news/?259291/WWF-Romania-and-local-community-restore-Mahmudia-wetland](http://wwf.panda.org/wwf_news/?259291/WWF-Romania-and-local-community-restore-Mahmudia-wetland). [5 May 2016]. Bucharest.
- ZAHARIA, L., IOANA-TOROIMAC, G. 2013. Romanian Danube River management: impacts and perspectives. In: ARNAUD-FASSETTA, G. & MASSON, E. (eds.) *European Continental Hydrosystems under Changing Water Policy*, pp. 159-170, München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil.